А.И.БАРАЕВ АТЫНДАҒЫ АСТЫҚ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМИ-ӨНДІРІСТІК ОРТАЛЫҒЫ

ТОО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР ЗЕРНОВОГО ХОЗЯЙСТВА ИМ. А.И. БАРАЕВА»

"ЗАМАНАУИ АГРАРЛЫҚ ҒЫЛЫМ: ЕГІНШІЛІК, ӨСІМДІК ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ СЕЛЕКЦИЯДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШІМДЕР"

А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығының 70 жылдығына арналған халықаралық ғылыми-практикалық конференция
23 шілде 2026 жыл

СОВРЕМЕННАЯ АГРАРНАЯ НАУКА: ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ, РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И СЕЛЕКЦИИ

Международная научно-практическая конференция,посвященная 70-летию НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева
23 июля 2026 года











Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі
“Ұлттық аграрлық ғылыми-білім беру орталығы” КеАҚ
“А.И. Бараев ат. астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы” ЖШС

Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан
НАО «Национальный аграрный научно-образовательный центр»
ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева»

СОВРЕМЕННАЯ АГРАРНАЯ НАУКА: ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ, РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И СЕЛЕКЦИИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 70-ЛЕТИЮ НПЦ ЗЕРНОВОГО ХОЗЯЙСТВА ИМ. А.И. БАРАЕВА

23 ИЮЛЯ 2026 ГОДА

УДК 631
ББК 40
С56

С Современная аграрная наука: инновационные решения в земледелии, растениеводстве и селекции: сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева (Всесоюзный, затем Казахский НИИ зернового хозяйства им. А.И. Бараева), Научный, 2026. – с.

ISBN 978-601-7648-71-8

В сборнике материалов международной научно-практической конференции представлены результаты исследований по вопросам разработки инновационных технологий, развития растениеводства, защиты растений, создания новых сортов культурных растений, взаимодействия науки с производством.

Статьи печатаются методом прямого копирования

Сборник представляет интерес для широкого круга читателей-научных работников, преподавателей учебных заведений, магистрантов, руководителей и специалистов сельскохозяйственного производства.

Сборник издан в рамках научно-технической программы BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстан»

УДК 631
ББК 40

ISBN 978-601-7648-71-8

© ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева», 2026

Уважаемые участники и гости конференции!

От имени Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан и от себя лично сердечно приветствую участников, ученых, представителей аграрного бизнеса, международных организаций и зарубежных партнеров, собравшихся на Международной научно-практической конференции, посвященной знаменательной дате — 70-летию Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева.

Семь десятилетий назад был заложен фундамент одного из ведущих научных центров страны, сыгравшего ключевую роль в становлении и развитии отечественной аграрной науки. Имя выдающегося ученого, академика Александра Ивановича Бараева, неразрывно связано с созданием и внедрением почвозащитной системы земледелия, которая стала настоящим научным прорывом своего времени и позволила сохранить плодородие миллионов гектаров сельскохозяйственных земель Казахстана.

Разработанные под руководством А.И. Бараева принципы ресурсосберегающего земледелия заложили основу современной агротехнологической политики страны и стали важным шагом на пути к экологически устойчивому и конкурентоспособному сельскому хозяйству. Сегодня эти идеи продолжают развиваться и находят практическое применение в условиях новых вызовов, связанных с изменением климата, рациональным использованием природных ресурсов и обеспечением продовольственной безопасности.

Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева по праву занимает особое место в системе аграрной науки Казахстана. За годы своей деятельности Центр внес значительный вклад в развитие земледелия, селекции и семеноводства, создание высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, совершенствование технологий возделывания и повышение эффективности сельскохозяйственного производства.

Сегодня агропромышленный комплекс Казахстана демонстрирует устойчивую динамику развития. Благодаря последовательной государственной поддержке, внедрению современных технологий и достижениям отечественной науки повышается производительность труда, расширяется экспортный потенциал отрасли, растет конкурентоспособность казахстанской сельскохозяйственной продукции на мировых рынках.

Вместе с тем перед отраслью стоят новые стратегические задачи. Это дальнейшая диверсификация посевных площадей, развитие селекции и семеноводства, внедрение цифровых и биотехнологических решений, адаптация аграрного производства к климатическим изменениям, повышение эффективности использования земельных и водных ресурсов. Ре-

шение этих задач невозможно без тесного взаимодействия науки, образования, государства и бизнеса.

Уверен, что нынешняя конференция станет эффективной площадкой для обмена передовым опытом, обсуждения актуальных научных разработок и выработки практических рекомендаций, направленных на дальнейшее развитие аграрной науки и сельского хозяйства Казахстана.

Выражаю искреннюю благодарность коллективу Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева, ветеранам отрасли и всем ученым, которые своим трудом вносят весомый вклад в укрепление научного потенциала страны и обеспечение продовольственной безопасности.

От всей души поздравляю коллектив Центра с 70-летним юбилеем, желаю крепкого здоровья, новых научных достижений, успешной реализации перспективных проектов и дальнейших успехов на благо Республики Казахстан.

Желаю всем участникам конференции плодотворной работы, содержательных дискуссий, профессиональных контактов и новых совместных инициатив!

Министр сельского хозяйства
Республики Казахстан
Айдарбек Сапаров

Уважаемые участники и гости конференции!

От имени акимата Акмолинской области сердечно приветствую вас на Международной научно-практической конференции, посвященной знаменательной дате — 70-летию Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева.

Юбилей Центра является важным событием не только для научного сообщества, но и для всего агропромышленного комплекса Казахстана. На протяжении семи десятилетий коллектив Центра вносит весомый вклад в развитие отечественной аграрной науки, формирование современных систем земледелия, совершенствование технологий растениеводства и селекции, обеспечение продовольственной безопасности страны.

История Центра неразрывно связана с освоением целинных земель и становлением научных основ устойчивого сельского хозяйства Казахстана. Созданный в 1956 году Казахский научно-исследовательский институт зернового хозяйства, а впоследствии преобразованный во Всесоюзный научно-исследовательский институт зернового хозяйства, стал ведущим научным центром по разработке эффективных технологий ведения земледелия в степной зоне.

Особое место в истории отечественной науки занимает выдающийся ученый, академик Александр Иванович Бараев. Под его руководством была разработана почвозащитная система земледелия, позволившая сохранить плодородие почв и защитить миллионы гектаров сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии. Эта система стала одним из крупнейших научных достижений своего времени и заложила основу для дальнейшего развития ресурсосберегающих технологий в Казахстане и за его пределами.

Сегодня НПЦ зернового хозяйства имени А.И. Бараева достойно продолжает лучшие традиции своей научной школы. В условиях глобальных климатических изменений, возрастающих требований к эффективности производства и рациональному использованию природных ресурсов особую значимость приобретают исследования в области устойчивого земледелия, селекции высокопродуктивных и адаптивных сортов сельскохозяйственных культур, цифровизации аграрного сектора и внедрения инновационных технологий.

Акмолинская область по праву является одним из ведущих аграрных регионов страны. Дальнейшее развитие сельского хозяйства невозможно без тесного взаимодействия науки, образования и производства. Именно такой подход позволяет успешно решать задачи повышения конкурентоспособности агропромышленного комплекса, внедрения передовых научных разработок и подготовки квалифицированных кадров для отрасли.

Уверен, что нынешняя конференция станет эффективной площадкой для обмена знаниями и опытом, обсуждения актуальных вызовов и пер-

спектив развития аграрной науки, укрепления международного научного сотрудничества и выработки практических решений для устойчивого развития сельского хозяйства.

Выражаю искреннюю благодарность ученым, ветеранам отрасли, специалистам и всем, кто посвятил свою деятельность развитию аграрной науки Казахстана. Особые слова признательности — коллективу Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева за многолетний добросовестный труд, высокий профессионализм и верность выбранному делу.

Желаю участникам конференции плодотворной работы, конструктивного диалога, новых научных достижений и успешной реализации намеченных проектов на благо развития аграрной науки и сельского хозяйства Республики Казахстан.

Аким Акмолинской области
Марат Муратович Ахметжанов

Уважаемые коллеги!

От имени коллектива Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева рад приветствовать участников Международной научно-практической конференции и читателей настоящего сборника научных трудов.

Для нашего Центра 2026 год является особенным. Семь десятилетий назад была заложена основа научной школы, которая оказала огромное влияние на развитие земледелия Казахстана и многих регионов степной зоны. За эти годы Центр прошел большой путь — от решения задач освоения целинных земель до разработки современных технологий устойчивого сельскохозяйственного производства.

70-летний юбилей — это не только повод вспомнить достижения прошлого. Это возможность оценить значение научного поиска, который продолжается и сегодня. Новые климатические вызовы, вопросы сохранения плодородия почв, развития селекции, семеноводства и цифровых технологий требуют от науки современных решений и тесного взаимодействия исследователей, образования и производства.

Особую ценность настоящей конференции составляет участие ученых, специалистов и молодых исследователей из разных стран и научных организаций. Уверен, что представленные в сборнике материалы станут вкладом в развитие аграрной науки, будут способствовать обмену знаниями и формированию новых научных инициатив.

Выражаю искреннюю благодарность всем авторам за представленные работы, а также ветеранам и сотрудникам Центра, которые на протяжении многих лет создавали и укрепляли научный потенциал нашего учреждения.

Желаю участникам конференции плодотворной работы, интересных дискуссий, новых профессиональных контактов и успешной реализации научных идей.

Председатель Правления
ТОО «Научно-производственный
центр зернового хозяйства
имени А.И. Бараева»
Калибаев Б. Б.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ДРУЗЬЯ, ВЕТЕРАНЫ И МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ!

От всей души поздравляю коллектив ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева» со знаменательной датой — 70-летием со дня основания!

За эти десятилетия Центр стал признанным флагманом аграрной науки Казахстана, внес огромный вклад в развитие отечественного земледелия, селекции, технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Имя Александра Ивановича Бараева по праву ассоциируется с преданностью науке, новаторством и служением земле.

Особую гордость вызывает то, что коллектив Центра сумел сохранить и приумножить лучшие традиции научной школы, продолжая успешно отвечать на современные вызовы аграрного сектора. Сегодня НПЦ ЗХ им. А. И. Бараева — это не только богатая история и выдающиеся достижения, но и уверенный взгляд в будущее, новые исследования, инновационные разработки и международное сотрудничество.

Выражаю искреннюю благодарность всем ученым, специалистам, ветеранам труда и сотрудникам Центра за высокий профессионализм, самоотверженный труд и преданность своему делу. Ваш вклад имеет огромное значение для обеспечения продовольственной безопасности страны и устойчивого развития сельского хозяйства.

Пусть юбилей станет новой точкой отсчета для дальнейших научных достижений, смелых идей и успешных проектов. Желаю коллективу крепкого здоровья, благополучия, неиссякаемой энергии, новых открытий и процветания!

С глубоким уважением,
Тимур Савин

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631.4:551.3 (574.2)

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ЦЕЛИННЫХ ЗЕМЛЯХ

Акшалов К.
п. Научный, Казахстан
ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Организация 14 февраля 1956 года Казахского научно-исследовательского института зернового хозяйства (Каз.НИИЗХ) на базе Шортандинской сельскохозяйственной опытной станции связана с освоением целинных и залежных земель в Азиатской части бывшего СССР. История целинного, засушливого земледелия — это история контроля эрозии почв, история сохранения почв, борьба с засухой, продовольственная независимость. Реализация и успех грандиозного Проекта «Целина» был невозможен без разработки научно-обоснованных систем земледелия, без новых сортов сельскохозяйственных сортов, адаптированных к засушливым условиям. Учитывая масштаб и значение вновь освоенных целинных и старопахотных земель в 1961 году КазНИИЗХ был преобразован во Всесоюзный научно-исследовательский институт зернового хозяйства – ВНИИЗХ, который затем был переименован в ВНИИЗХ им А.И. Бараева с новыми задачами. В настоящее время это Научно-производственного Центра зернового хозяйства им. А. И. Бараева.

В 1954 г. ЦК КПСС принял решение о расширении посевных площадей в стране за счет освоения целинных и залежных земель в северных районах Казахстана, в Сибири, на Урале и Северном Кавказе. Основная задача освоения целинных и залежных земель – обеспечение страны продовольственным зерном. Это были зоны крайне рискованного земледелия с очень уязвимыми к эрозии почвами и недостаточной увлажненностью. В мировой практике нет аналогичного примера и опыта. Погоня за количеством товарного зерна привела к распашке огромных степных полей, сопровождающаяся уничтожением естественной степной, лесной и ковыльно-типчаковой травянистой растительности. К августу 1954 году в Казахстане было распахано 6,5 млн. га. К началу 1955 г. площадь обрабатываемых земель выросла на 8,5 млн. га. Всего в годы освоения целины (1954- 1960гг.) было распахано 25,5 млн. га. Распаханность территорий достигала 80-85%. Рас-

пахивали все категории земель: водоразделы, склоны, солонцовые пятна. Распашка земель привела к развитию эрозионных процессов, прежде всего ветровой эрозии почв, росту оврагов. Отвальная вспашка на огромных посевных площадях приводила к черным пыльным бурям. Десятки тысяч тонн почвы, плодородного слоя были унесены ветрами. Развивалась эрозия почв, выветривался плодородный слой почвы. Распашка миллионов гектаров земли под посевы привела к сокращению и пастбищных угодий. В результате был нанесен непоправимый ущерб традиционной отрасли сельского хозяйства – животноводству.

В этот период освоения целинных и залежных земель Правительством были принято очень своевременное и критически важное Постановление «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии». Для реализации Постановления были усилены научные исследования по зонам страны, созданы заводы по производству почвозащитной сельскохозяйственной техники. Основными положениями уникальной системы почвозащитного земледелия для засушливых условий и контроля ветровой эрозии почв, разработанные учеными ВНИИЗХ под руководством Александра Бараева были плоскорезная обработка почвы, позволяющая оставлять на поверхности почвы до 80% стерни (пожнивных остатков), защищающей почву от ветра, зернопаровые севообороты с короткой ротацией (3–5 лет) с полем чистого пара, как накопителя влаги и минеральных элементов, с посевом кулисных растений для задержания снега в зимнее время. Замена отвальной обработки почвы на обработку почвы с сохранением стерни, защитили почву от эрозии, особенно на стерневых предшественниках. Это был уникальный проект, не имеющий аналогов в мире.

Для борьбы с ветровой эрозией почв в Павлодарской области в первые годы рекомендовалось полосное размещение сельскохозяйственных культур и чистого пара (Андрианова, 1956, Журавель, 1959). Для предотвращения ветровой эрозии почв и повышения плодородия почв в начале 50х годов рекомендовалась система безотвальной вспашки почв по методу Т.С. Мальцева. А.И. Бараев, основываясь на отдельные результаты исследований, приводил данные 1955 года по различным приемам зяблевой обработки почв и приходит к выводу, что на легких почвах совершенно недопустима зяблевая вспашка с оборотом пласта. На этих землях необходимо сохранить на поле стерню в зиму (Бараев, 1956). Уже в начале 1950х годах были научные попытки института механизации и электрификации сельского хозяйства Казахского филиала ВАСХНИЛ создания для зерновых районов Казахстана плугов - рыхлителей для обработки почв с созданием стерни для задержания снега (Николаев,1956). Уже в то время выдвигалась идея использования дисковых и анкерных сеялок для сохранения влаги. Фаизов К.Ш. (1960) впервые в Казахстане классифицировал почвенные разности по степени эродированности и по территориальному устройству. Рекомендовались полузанятые донниковые пары.

На основании обобщения материалов многолетних наблюдений за развитием дефляции почв Северного Казахстана впервые была предложена классификация южных черноземов и темно-каштановых почв, подверженных дефляции и разработаны диагностические показатели (Джанпеисов.1967).

Дзетоветский (1948) установил, что для передвижения почвенных частиц диаметром от 0.01 мм до 2.0 мм достаточно скорости ветра от 3.65 до 8.57 м/сек, а для переноса частиц от 3.72 до 16.25 м/сек. В Северном Казахстане частота ветра со скоростью 11-15 м/сек составляли весной 15-20, летом 20-25 и осенью 40-60 %. Утешев А. С. и Семенов О.Е. (1967) условно предложили пороговые скорости ветра для обоснования скорости передвижения и переноса частиц.

Бельгибаев (1965) предложил оценку почв по структурному анализу и разработал классификацию и методику картирования дефлированных почв Северного Казахстана.

Позже во Всесоюзном научно - исследовательском институте зернового хозяйства были начаты крупномасштабные работы по районированию территории Северного Казахстана по потенциальной опасности дефляции почв и предложены картограммы потенциальной опасности проявления ветровой эрозии почв на территории Северного Казахстана (Шиятый, 1971, 1975).

Американские и канадские ученые Chepil and Basel (1943), Chepil (1957.1962), Malina, Frank (1941), Woodruff (1954, 1968), Zingg (1954), Chepil (1957), Chepil and Woodruff (1963) впервые изучили динамику проявления ветроэрозионных процессов, физические явления, происходящие в процессе ветровой эрозии почв и меры борьбы с ним и установили, что почвенные агрегаты размером менее 0,84 мм являются ветро-эрозионнонеустойчивыми, доказали эффективность шероховатости поверхности почв против ветровой эрозии.

В условиях Казахстана исследованиями ВНИИЗХ установлено, что почвенные частицы размером менее 1,0 мм являются эрозионноопасными. (А.И. Бараев, 1956, 1972, 1980, 1985). Утверждалось, что на целине без полевых севооборотов с полем чистого пара вести земледелие невозможно. Доверие к паровому полю усилилось после изучения Канадского опыта. Однако в условиях Канады площадь парового поля с 40 % в 1970 году уменьшилась до 20 % к 1990 году, а в некоторых прериях и до 12 % (Larney , 2004). Если в 1950 году площадь паровых полей составляла 5.2 млн. гектаров, в 1970 -9,7, в 2004 году- 2,6, в 2007 году-2,4 млн. гектаров и в 2018 году сократилась до 2,0 млн. гектаров. Причина – дефляция почв в паровом поле. Исследованиями установлено, что биологическая, ветровая и водная эрозия почв больше ассоциируется с паровым полем (Бараев,1970, Зайцева, Охинько, Трифонова, Копеев.1979, Копеев, Акшалов.1984). Рекомендовалось полосное размещение чистого пара и сельскохозяйственных культур (Бараев,1956,

1972,1976, 1984, Бараев, Зайцева, Госсен,1970.1985). О фактах проявления ветровой эрозии почв на чистых парах в 1960х годах в Павлодарской области отмечали Фаизов (1962). Журавель (1959), Фаизов, Джанпеисов (1959).

Проблемы ветровой эрозии почв на паровых полях вынудили в США и Канаде искать методы защиты их. Aasheim (1947) опубликовал первые результаты по использованию гербицидов группы 2,4 Д для снижения количества механических обработок почвы в паровом поле. В Северном Казахстане исследования по замене механических обработок почвы в паровом поле гербицидами начались в 1967 году (Колмаков, Нестеренко.1981).

После освоения новых земель и почвозащитных технологий начался рост производства зерна. Так, среднегодовое производство зерна в Казахстане в 1961-1965 годах достигло уровня 14,5 млн. тонн, а уже в 1976-1985 годах было доведено до 25-27 млн. тонн. Рост в два раза!

Первые годы освоения целины, кроме засушливого 1954 года, были достаточно благоприятными. В 1956 г. в стране был собран рекордный урожай в 125 млн. тонн зерновых, из которых 50% было получено на целинных землях. Однако нарушение экологического равновесия в фауне и флоре привело к ветровой эрозии. Уже к концу 50-х годов это стало превращаться в серьезную проблему. К I960 году в Северном Казахстане из-за нерационального освоения целинных земель из хозяйственного оборота было выведено более 9 млн. га из пашни. С начала 60-х годов начались периодические засухи, приведшие к катастрофе 1963 году, когда впервые страна была вынуждена для обеспечения продовольствием закупить за границей 12 млн. т зерна на 1 млрд. долларов. Эффективность целинных земель ежегодно падала и если в 1954-58 гг. средняя урожайность была 7,3 ц/га, то в 1961-65 гг. - 6,1ц/га.

Паровое поле оказалось самым уязвимым в эрозионном отношении полем севооборота в почвозащитном земледелии. Многократные механические обработки почвы в паровом поле вызвали распыление верхнего слоя почвы, эрозионные процессы. Полосное размещение прерывало перенос почвенных частиц, но не решали защиту паровых полей от дефляции. Полезащитные лесные полосы на огромных площадях не получили широкого распространения и в ряде случаев приводили к водной эрозии почв.

Всесоюзное признание и масштабное внедрение методов и принципов почвозащитной системы земледелия началось после широкой апробации и эффективной защите почв от ветровой эрозии в Казахстане. В 1980х годах принципы и методы почвозащитной обработки почвы были внедрены более чем на 60.0 млн. гектарах и в Казахстане на площади более 20.0 млн. га. Успешному внедрению методов почвозащитной обработки почв способствовало создание сети региональных сельскохозяйственных научных учреждений и опытных сельскохозяйственных станций по совершенствованию, внедрению и пропаганде почвозащитных методов обработки почв и посева. В 1964 году в п. Шортанды и г. Астана было создано специальное

конструкторское бюро противоэрозионной техники, построены заводы для разработками специализированной техники.

Перспективные направления развития засушливого земледелия.

Климаториентированное почво-, ресурсосберегающее земледелие – на принципах систем консервирующей обработки почвы и посева, декарбонизации, плодосмена, стабилизации здоровья почв, восстанавливающего и почвоохранного земледелия являются основным направлением совершенствования и разработки устойчивых агроэкосистем. Разработка технологических систем устойчивого производства качественной продукции с учетом изменяющегося климата и конкурентоспособности на мировых рынках являются критическими в зонах с неустойчивым климатом. Принципы этой системы земледелия должны отвечать как требованиям охраны, здоровья почв, так и рентабельности сельскохозяйственного производства.

Рентабельное и устойчивое производство сельскохозяйственной продукции на основе рационального использования природных ресурсов, цифровых и интеллектуальных решений, управления ростом и развитием сельскохозяйственных растений, повышения качества почв являются основой адаптации к изменяющимся климатическим и рыночным условиям. С позиций почвозащитного земледелия необходимо переоценить перечень сельскохозяйственных орудий для подготовки почвы.

Изменение климата является реальным вызовом сельскохозяйственному производству. В Казахстане в последнее десятилетие в отдельных регионах количество жарких дней с суховеями существенно увеличилось. Актуальным становится разработка программы по прогнозированию климатических изменений и зонированию территории, например, по степени засушливости климата, почвенным разностям, что очень актуально для Азиатской части страны, затрагивает интересы всего евразийского континента. Возрастающее потепление усиливает уязвимость сельскохозяйственного сектора, оказывает воздействие на биоразнообразие и экосистемы, к более широкому и более серьезному распространению вредителей растений.

В связи с введением института частной собственности на землю вопросы защиты почв от эрозии, деградации остались «открытыми». Землепользование охватывает территорию нескольких хозяйств. Научно-обоснованная система охраны почв от эрозии строится на основе противоэрозионной организации территории землепользования. Необходимо формировать рабочие участки, севообороты по степени эрозионной устойчивости, с учетом рельефа, механического состава почв, топографии участка. В связи с развитием рыночных отношений, диверсификацией растениеводства увеличился набор сельскохозяйственных культур с различной степенью эрозионной устойчивости. Снижение плодородия почвы ведет к снижению содержания углерода почвы, что коренным образом вносит свой вклад к

глобальным изменениям климата. Степные экосистемы Казахстана имеют потенциал вместилища углерода, что важно в связи с угрозой «глобального потепления».

Для разработки проекта противоэрозионных мероприятий с учетом проявления ветровой и водной эрозии почв необходимо проводить постоянный мониторинг процессов эрозии, дефляции и оврагообразования с использованием как наземной, так и данных дистанционного зондирования земли. Использование ГИС-технологии и результатов дистанционного зондирования позволит создать эрозионную карту конкретной местности для разработки Проекта противоэрозионных мероприятий.

Изменение погоды, проявление засухи и жары, длительное проявление ветрового режима особенно в весенний и ране-летний периоды в последнюю декаду лет усиливают ветроэрозионную опасность. Для решения этого вопроса необходимо выделить зоны вероятностного интенсивного проявления ветровой эрозии почв, наиболее податливых к переносу почвенных частиц для различных почвенных разностей и его прогнозирования. Использование сети метеорологических станций в различных агроэкологических зонах Казахстана позволит провести мониторинг климатических изменений. Анализ многолетних данных с фактическими проявлениями ветрового режима позволят выделить зоны пространственно-временного проявления пороговых показателей режима ветровой скорости, вызывающих постоянное проявление пыльных бурь и транспортировку почвенных частиц. Первые результаты исследований показывают перспективность измерения фактического переноса почвенных частиц с помощью передвижного уникального мобильного почвенного канала, предоставленного коллегами из Германии. Корреляция ветрового режима с изменениями погодных условий и фактической потерей почвы позволят, во-первых, выделить вероятностные географические природные зоны («ветровые коридоры»), во-вторых-, планировать структуру использования пашни, размещение сельскохозяйственных культур в зависимости от биомассы и податливости к ветровой эрозии.

Зерновое хозяйство – главная отрасль земледелия Казахстана. Революционными были положения о развитии плодосменного земледелия, разработанные в ВНИИЗХ им. А. И. Бараева академиком Мехлисом Сулейменовым. Это был результат анализа водно-физических свойств почвы, питания и развития растений, плодородия почв, экологической и экономической составляющей и т.д. Это была следующая страница развития почвоохранного земледелия. Эти результаты на уровне мировых исследований в области засушливого земледелия. Результаты этих исследований позволили наряду с развитием и повышением эффективности зернового производства, развивать диверсификацию растениеводства, предусматривающая расширение структур посевных площадей, с учетом требований рынка, расширения доли масличных, бобовых, кормовых и других

сельскохозяйственных культур, повышающие рентабельность и экономику страны. Плодосменное земледелие решает вопросы как охраны почв от эрозии, так и улучшения качественного состав почв, его здоровья. В последние годы в Казахстане площади пшеницы сокращены на 900 тыс. га., масличные культуры увеличены на 1.0 млн га. и в том числе культура подсолнечника увеличена на 500,0 тыс., лен на 380 тысяч и бобовые на 280 тыс. гектаров. Эффективно использует изменения в распределении атмосферных осадков культура подсолнечник. За 2024-25 гг. экспортировано 13,5 млн. тонн зерна. Из урожая 2025 года экспортировано 3,9 млн. тонн зерна. Экспортный потенциал составляет 13,0 и более млн. тонн зерна. География поставок казахстанского зерна — это 45 стран мира. В 2025 году собран рекордный урожай бобовых – 1,1 млн тонн, включая 842 тыс. тонн чечевицы, 222 тыс. тонн гороха, 22 тыс. тонн нута. Сбор масличных культур составил 4,8 млн тонн, включая подсолнечник, лен, рапс.

Важный тренд – цифровизация. Завершена оцифровка сельскохозяйственных карт, сформирована детальная карта сельскохозяйственных угодий - основа для агрохимического анализа и мониторинга земель.

В последние годы общие посевы зерновых культур занимали свыше 80% посевной площади сельскохозяйственных культур. В Казахстане производится в среднем около 20 млн. тонн зерна. Общая посевная площадь яровой пшеницы составляет 11,8- 13,3 млн. га. Средняя урожайность зерна составляет 11-13,8 ц/га. В среднем отгружается на экспорт 2,8-7,0 млн. тонн зерна. Уникальность казахстанской пшеницы заключаются в повышенном содержании и качестве клейковины. Содержание клейковины достигает 40% и относится к 1-ой группе. Рост производства зерна способствует увеличению объемов его реализации и повышению доходности отрасли.

Согласно Парижской конвенции сокращения выбросов CO2, потребуются изменения в практике землепользования, целенаправленных мер по смягчению воздействий и темпов декарбонизации. Основное внимание должно уделяться «здоровью» почв и контролю эрозионных процессов на основе улучшения его физических, химических и биологических признаков, содержания органического углерода, совершенствования систем обработки почвы, использования сельскохозяйственных культур с различной надземной и подземной биомассой на принципах восстанавливающего земледелия, создания мульчи и растительной массы в поверхностном слое почвы. Преобразования систем, соответствующие ограничению глобального потепления уровнем 1,5°C и адаптации к нему, включают широкое внедрение новых, более эффективных систем земледелия, ориентированных на изменение климата.

Здоровая почва является основой устойчивого производства и устойчивости к изменению климата. Здоровая почва содержит разнообразные сообщества организмов, которые помогают контролировать болезни растений, вредителей и популяции сорных растений, улучшить почвенное

питание, улучшить структуру почвы с улучшением влагоемкости почвы и уровня органического углерода.

Сохранить и повысить плодородие почв можно будет с помощью предсказания погоды при помощи автоматического анализа данных с метеостанций. Полученная информация поможет сельхозтоваропроизводителям адаптироваться к конкретным условиям. Снижение плодородия почв может усугубиться с изменением климата и привести к потере агробиоразнообразия, ухудшению водного режима почв и растений. Прогноз климата позволит планировать природоохранное земледелие для сохранения и улучшения плодородия почв. Сейчас мы проводим мониторинг изменения климата в разных климатических зонах Казахстана. На основании этих закономерностей будут составлены рекомендации для отдельных территорий – это даст основание сельскохозяйственным организациям планировать стратегию и тактику в земледелии.

Установление закономерностями изменения погоды, ветрового режима, и его предупреждение позволят рационально разместить сельскохозяйственные культуры на территории землепользования. Данные о закономерностях изменения климата на отдельных территориях помогут селекционерам в создании сортов растений, адаптированных к условиям ландшафта территории землепользования. В наших исследованиях приоритет вопросам декарбонизации, углеродной нейтральности, сокращения углекислых выбросов на 15% к 2030 г., которые являются основой перехода к зеленой экономике, смягчению отрицательного влияния погодных условий. Инновационные технологии с использованием цифровых платформ для различных почвенно-климатических зон страны, использование новых программных документов (ГИС технологий, данных дистанционного зондирования земли, искусственного интеллекта) и других интернет -вещей для различных почвенно-климатических зон страны – это наукоемкость сельскохозяйственного производства, база данных для рационального управления производством. Продуктивной частью научно-исследовательских решений должно быть масштабирование, трансфер, коммерциализация климат-ориентированных, почво-, ресурсосберегающих систем земледелия и орошения с использованием средств цифровых платформ на уровне сельскохозяйственных, производственных единиц в различных почвенно-климатических зонах страны.

UDK 635.64:631.8:574.51

IMPACT OF HUMIC FERTILIZERS AND STUDY RESULTS ON THE CULTIVATION OF THE LIDER POTATO VARIETY ON DARK CHESTNUT SOILS IN WEST KAZAKHSTAN

Abitova B.K., Maxotova A.M., Maidanova M.H.

Baiterek district, Abay, Kazakhstan,
Uralsk, Kazakhstan
Candidate of Agricultural Sciences, KH Arystanov,
Kazakhstan University of Innovation and Telecommunication Systems

Abstract. This study summarizes the results of evaluating humic fertilizers for the cultivation of the 'Lider' potato variety on irrigated dark chestnut soils in West Kazakhstan. In the period of 2022–2024, a high responsiveness of the 'Lider' potato variety to foliar application of aqueous humic fertilizer solutions was established. Triple treatment of the crops ensured the maximum high-quality tuber yield for this experiment, reaching 28.38 t/ha.

All studied types of fertilizers had a positive effect on the starch and vitamin C (ascorbic acid) content in potato tubers, as well as on their size and number per unit area. It was also revealed that humic fertilizers, while increasing the crop biomass, enhanced the removal of nitrogen, phosphorus, and potassium from the soil. This circumstance must be taken into account when developing a fertilization system for potatoes.

Field studies were conducted under hydrothermal conditions typical of the region's dry steppe zone. Potato plants were treated three times during the growing season: at the stages of stem formation, flowering, and tuber development. The application of humic fertilizers had a stimulating effect on the morphophysiological parameters of the potatoes. Optimization of growth processes and plant development rates in the experimental treatments provided a significant increase in the yield of the marketable tuber fraction. The additional increase in potato tuber yield was formed due to an increase in both the mass of the tubers and their number per plant.

Humic acid-based products had a positive effect on the starch content in the tubers (12–14% higher than the control). The nitrate content in the potatoes was 5–6 times lower than the maximum permissible concentrations.

Keywords: Potato; irrigation; dark chestnut soils; tuber yield and quality; humic fertilizers; West Kazakhstan.

Introduction. Potato is one of the leading agricultural crops, playing a key role in ensuring food security and meeting consumer demand. At the same

time, an analysis of historical experience indicates that in a number of regions, agro-climatic and soil resources act as limiting factors, restricting the realization of the bioclimatic potential of potatoes. In particular, the natural and climatic characteristics of the West Kazakhstan region dictate the necessity of cultivating potatoes exclusively on irrigated lands, which is a mandatory condition for obtaining stable yields [2].

Previously conducted studies have established that organic and mineral fertilizers play an important role in increasing the productivity of irrigated potatoes [1, 5, 7, 8, 14].

In recent decades, global agricultural practice has seen a significant increase in the use of humic acid-based products, driven by the transition toward ecologically oriented crop cultivation technologies. For instance, in the Russian Federation, where dry steppes account for a substantial share of land, more than 60 enterprises of various ownership forms have produced over 200 different humic fertilizers in recent years [12]. It has been revealed that under identical soil and climatic conditions, the responsiveness of crops to the application of similar types of fertilizers varies significantly, which is due to their specific biological and morphophysiological characteristics. For instance, on the irrigated dark chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region (which borders West Kazakhstan), the highest yield increases among grain, fodder, and vegetable crops were observed in vegetables (onion, cabbage, tomato, cucumber, potato) and melons (watermelon and butternut squash) [9, 10, 11]. The lack of comprehensive studies investigating the impact of humic products on potato productivity under the specific conditions of the dry steppe zone of West Kazakhstan served as the rationale for including this issue in the research program.

The objective of our research is to study the influence of humic fertilizers on the yield and quality of 'Lider' potato tubers cultivated on irrigated soils in West Kazakhstan.

Research Methodology. In 2022–2024, a study on the effectiveness of humic fertilizers in the cultivation of the 'Lider' potato variety was conducted at the fields of the 'Arystanov' peasant farm (Bayterek district, West Kazakhstan region). The crops were sprayed three times during the growing season with aqueous solutions of humic fertilizers produced in the Russian Federation. These fertilizers are manufactured in liquid form and contain humic acids, as well as nitrogen compounds (amino acids), copper, and several trace elements.

Humic fertilizers were applied by spraying vegetative plants with aqueous solutions. The first treatment was carried out during the stem formation phase, the second during budding and the beginning of flowering, and the third during the period of tuber formation. The experimental design included the following treatments: 1.Control (no fertilizers); 2.Reasil Micro Hydro Mix; 3.Reasil Forte Carb N-Humic; 4.Reasil Micro Hydro Mix + Reasil Forte Carb N-Humic; 5.Reasil Micro Amino Cu; 6.Reasil Micro Amino Cu + Reasil Forte Carb N-Humic.

The establishment of field experiments and plant management were carried out in accordance with the methodological recommendations adopted in the Republic of Kazakhstan.

The following observations and analyses were conducted during the experiments. The content of nitrogen, phosphorus, and potassium in the tubers and vegetative mass was determined from a single sample after wet digestion with concentrated sulfuric acid. Starch content was determined following acid hydrolysis using an Evers polarimeter. Vitamin C (ascorbic acid) was extracted according to Murri's method using a mixture of hydrochloric and metaphosphoric acids. The total sugar content was calculated after hydrolysis with a 10% hydrochloric acid solution. Nitrates were determined by an express method using a standard ion-selective electrode.

All field experiments were located under soil and climatic conditions typical of the dry steppe. The soil cover is represented by medium-thick dark chestnut soils with a heavy loamy particle size distribution [4, 15]. The humus content in the 0–30 cm layer is 2.8–3.3%. The soil solution reaction is slightly alkaline (pH water 7.2–7.3). Effervescence from hydrochloric acid occurs at a depth of 45–48 cm.

The climate of the study area is sharply continental. The average annual precipitation is 320 mm. The average annual air temperature is +2.8°C, and the duration of the frost-free period is 135–150 days. The hydrothermal coefficient (HTC) ranges from 0.7 to 0.8.

Results and Discussion. In 2022–2024, a study on the effectiveness of humic fertilizers produced by "Life Force Group" LLC (Saratov, Russia) was conducted on the irrigated dark chestnut soils of the West Kazakhstan region. The object of the research was the "Lider" potato variety, which is officially listed for regional cultivation. The insufficient theoretical and practical understanding of the mechanisms of humic substances' action on the dark chestnut soils of the Kazakhstan steppe zone determined the choice of topic and the methodology of this work.

It was established that without fertilizer application (Treatment 1), the three-year average tuber yield was 21.87 t/ha (Table 1). Meanwhile, under the unfavorable weather conditions for potatoes in 2023, the yield dropped to 18.88 t/ha. In 2024, without fertilizers, the harvest amounted to 23.99 t/ha.

The product Reasil Micro Hydro Mix (Treatment 2) was applied three times for spraying vegetative plants (at a rate of 1.0 L/ha). As a result, the potato tuber harvest increased by 2.04 t/ha, or 9% relative to the control.

The three-fold application of Reasil Forte Carb N-Humic allowed for an additional collection of 2.98 t/ha of potatoes on average over the three years, which is 1.5 times higher than in Treatment 2. It is also noteworthy that in Treatment 3, the yield increase in the unfavorable year of 2023 amounted to 16% compared to the control, while in 2022, it reached 30%.

Reasil Micro Amino Cu (Treatment 5) provided an average yield increase of 4.24 t/ha over the three-year period. This is higher than the results observed in Treatments 2 and 3 (Table 1).

Table 1. Yield of marketable potato tubers (variety 'Lider') under irrigation conditions

Treatment	2022	2023	2024	Average	Yield increase		Marketability, %
					t	%	
1.Control (no fertilizers)	22,73	18,88	23,99	21,87	-	100	83
2.Reasil Micro Hydro Mix	23,88	21,39	26,83	24,03	2,04	107	87
3.Reasil Forte Carb N-Humic	25,59	21,85	27,43	24,95	2,98	112	89
4.Reasil Micro Hydro Mix + Reasil Forte Carb N-Humic	27,98	25,59	31,58	28,38	6,46	127	91
5.Reasil Micro Amino Cu	26,98	22,77	28,65	26,13	4,24	117	89
6.Reasil Micro Amino Cu + Reasil Forte Carb N-Humic	28,63	24,49	29,89	27,67	5,69	124	91
LSD05, t	1,39	1,80	1,66	1,51			

The high effectiveness of the copper-containing product is attributed to the following. It is well known that under arid weather conditions, potato plants are actively affected by early blight (Alternaria solani). Copper compounds effectively suppress the infection and promote better plant development.

Table 1 also shows that throughout all the years of the study, the highest yield increases were obtained in Treatments 4 and 6, where two products were used for plant spraying. The maximum yield of marketable tubers under the conditions of this experiment (a three-year average of 28.38 t/ha) was harvested in Treatment 4, where Reasil Micro Hydro Mix was used for the first treatment, and Reasil Forte Carb N-Humic was applied for the second and third treatments. In this same treatment, a consistently high yield of marketable tubers relative to the total harvest weight was recorded every year. Of great importance was the fact that this treatment consistently produced a high proportion of large tubers (6–9 cm in diameter).

The analysis of crop quality established that the humic fertilizers used in our experiment had a positive effect on the starch and Vitamin C (ascorbic acid) content in the tubers. Regarding the accumulation of residual nitrates, it was not possible to detect their presence in significant quantities throughout all the years of the study. Across the experimental treatments, the nitrate levels were 8–13 times lower than the established maximum allowable concentrations (MAC).

Calculations of nitrogen, phosphorus, and potassium consumption rates required to form 1 ton of tubers and the corresponding amount of vegetative mass established that these indicators remained fairly stable throughout the years of the study (Table 2).

Table 2. Tuber quality of the 'Lider' potato variety and nutrient consumption per 1 ton of yield (three-year average)

Treatment	Starch, %	Vitamin C, mg%	NO3, mg/kg	Dry matter, %	Nutrient uptake per 1 t		
					N	P2O5	K2O
1. Control (no fertilizers)	14,9	13,9	26	17,9	5,1	2,2	7,9
2. Reasil Micro Hydro Mix	15,6	16,5	28	18,5	5,2	2,1	8,3
3. Reasil Forte Carb N-Humic	15,5	16,8	29	18,3	5,5	2,4	8,1
4. Reasil Micro Hydro Mix + Reasil Forte Carb N-Humic	15,6	17,1	31	19,1	5,6	2,2	8,5
5. Reasil Micro Amino Cu	15,7	15,5	29	18,9	5,5	2,3	8,3
6. Reasil Micro Amino Cu + Reasil Forte Carb N-Humic	16,6	16,6	33	19,3	5,9	2,5	8,2

The breakdown of the experimental treatments shows that humic acid-based products enhance the plant uptake of nitrogen, phosphorus, and potassium compounds from the soil.

Conclusion. Field experiments with various potato varieties have shown that under irrigation, this crop responds positively to all types of fertilizers.

High yield increases (a three-year average of 6.46 t/ha) were achieved following a triple foliar spray of 'Lider' potato plants with solutions of humic and chelated fertilizers (the first treatment with Reasil Micro Hydro Mix, and the second and third treatments with Reasil Forte Carb N-Humic).

In our experiments, the studied types of fertilizers had a positive effect on the starch and Vitamin C (ascorbic acid) content in potato tubers, and increased both tuber size and the number of tubers per unit area. No accumulation of residual nitrates in the harvest was observed throughout all the years of the study — levels were consistently several times lower than the maximum allowable concentration.

It was also noted that humic-form fertilizers, while increasing the yield mass, simultaneously enhance the plant uptake of nitrogen, phosphorus, and potassium from the soil.

References

Aitbaev, T. E. (2004). Potato productivity and quality under various levels of nitrogen nutrition. Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki Kazakhstana [Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan], (5), 11-12.

Brown, E. E., & Salikhov, T. K. (2007). Specifics of growth and development of potato plants under different terms of manure application. Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki Kazakhstana, (2), 22-25.

Egorova, R. A. (2010). Use poultry litter component to improve soil fertility. Kartofel i ovoshchi [Potato and Vegetables], 12.

Kuanyshev, G. Z., & Burkin, G. I. (2004). Soil and climatic conditions of the region. In System of farming in the West Kazakhstan region (pp. 8-17). Uralsk.

Saparov, A. S., & Ramazanova, R. B. (2002). Ways to increase crop productivity and soil fertility under market conditions. Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki Kazakhstana, (8), 27-29.

Aslanov, G. A., & Gasymova, F. N. (2009). Optimal fertilizer doses for potatoes in the western zone of Azerbaijan. Kartofel i ovoshchi, (3), 28.

Brown, E. E., & Abitova, B. K. (2010). Poultry manure as a valuable organic fertilizer. Nauka i obrazovanie [Science and Education], (4), 3-6.

Abitova, B. K. (2013). Influence of mineral fertilizers and poultry manure on photosynthetic activity and yield of early potatoes. Agrarnyy nauchnyy zhurnal [The Agrarian Scientific Journal], (4), 3-6.

Korsakov, K. V., Pronko, N. A., Pronko, V. V., & Stepanchenko, D. A. (2020). Comparative assessment of the responsiveness of irrigated vegetable crops to humic fertilizers in the Saratov Zavolzhye. Problemy agrokhimii i ekologii [Problems of Agrochemicals and Ecology], (3), 3-7.

Pronko, V. V., Korsakov, K. V., & Pronko, N. A. (2022). Nutrient uptake and consumption by vegetable and melon crops on Volga soils with mineral and humic fertilizers. Plodorodie [Fertility], (2), 67-70.

Pronko, V. V., Korsakov, K. V., Verkhovtseva, N. V., & Pronko, N. A. (2023). Influence of foliar application of humic fertilizers on the yield and quality of irrigated potatoes in the Saratov Zavolzhye. Agrarnyy nauchnyy zhurnal, (6), 58-63.

Korsakov, K. V. (2015). Modern technologies for the use of humic acid-based products in Russian agriculture. Materials of the International Scientific Conference: Fundamental research on the creation of new chemical agents and the legacy of Academician D.N. Pryanishnikov (pp. 212-216). Moscow: VNIIA.

Lukyanova, M. V., Verkhovtseva, N. V., & Osipov, G. A. (2019). Structure of the microbial community in the soil under potatoes in an experiment with a humic product and mineral fertilizers. Problemy agrokhimii i ekologii, (3), 47-56.

Eleshev, R. E. (2011). Current state of production and use of mineral fertilizers, main directions of agrochemical research in the world. National Report on Science for 2010, Almaty, Vol. 2, 429-441.

Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. (2019). National report on the state of the environment and the use of natural resources of the Republic of Kazakhstan for 2019. Astana. 556 p.

УДК 631.175(633/635)

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ DSSAT ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Абсаттарова А.С., Айнебекова Б.

Алмалыбак, Казахстан
ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства»

Введение. Сельскохозяйственное производство представляет собой сложную систему, где урожайность зависит от погодных условий, свойств почвы, особенностей культуры и применяемых агротехнологий. Традиционные полевые эксперименты остаются важным источником знаний, однако они ограничены высокой стоимостью, длительностью и трудностью переноса результатов на другие почвенно-климатические условия. Поэтому в аграрной науке возрастает роль математического моделирования как инструмента прогноза и поддержки принятия решений.

Моделирование позволяет перейти от подхода «проб и ошибок» к системному анализу агроэкосистем, оценивать сценарии изменения сроков сева, режимов орошения, доз удобрений и выбора сорта. Особенно важно это в условиях климатической изменчивости и роста нагрузки на природные ресурсы, когда модели помогают обосновывать технологии повышения урожайности, водо- и азотной эффективности и снижения производственных рисков.

Современные модели сельскохозяйственных культур представляют собой процессно-ориентированные системы, описывающие развитие растения как результат взаимодействия культуры, почвы, погоды и управления. Среди основных направлений и платформ моделирования есть APSIM [1, 2], STICS [3], WOFOST [4], AquaCrop [5], EPIC/APEX [6], CropSyst [7], InfoCrop [8], DSSAT [9]. Эти модели различаются по степени детализации, предметной направленности, числу поддерживаемых культур и области применения.

Модель APSIM широко применяется для анализа систем земледелия, севооборотов, водного режима и азотного питания [1, 2]. Ее сильной стороной является модульная архитектура и пригодность для долгосрочного анализа агросистем.

STICS ориентирован на моделирование функционирования агроэкосистем и активно используется в европейских исследованиях для оценки реакции культур на агротехнологии и факторы среды [3].

WOFOST нашел широкое применение в региональном моделировании и оценке урожайности на больших территориях [4].

AquaCrop, разработанный FAO, более сфокусирован на оценке водоограниченной продуктивности и особенно популярен в исследованиях, связанных с орошением и дефицитом влаги [5].

EPIC/APEX используется для анализа устойчивости агросистем, эрозионных процессов, балансов органического вещества и экологических эффектов технологий [6].

Общей чертой современных моделей является стремление интегрировать знания из физиологии растений, агрометеорологии, почвоведения и агрономии в единую систему анализа. Вместе с тем каждая модель имеет собственные преимущества и ограничения. Некоторые модели ориентированы на отдельные культуры, другие — на системы земледелия в целом; одни лучше подходят для оценки водного режима, другие — для анализа урожайности, азота или пространственной изменчивости. В этом ряду DSSAT занимает особое место как одна из наиболее универсальных и комплексных платформ, объединяющая широкий набор культур, процессов и прикладных аналитических возможностей [9].

DSSAT: структура, возможности и преимущества. DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) представляет собой интегрированную систему моделирования, предназначенную для анализа производства сельскохозяйственных культур, управления водой и питанием, оценки климатических рисков и поддержки агротехнологических решений. DSSAT характеризуется как научно обоснованный инструмент для исследований, обучения и практического применения, объединяющий модели культуры, почвы, погоды и управления, а также данные для калибровки, оценки и сценарного анализа [9, 11].

Исторически DSSAT развивался на основе нескольких отдельных моделей, включая CERES-Maize, CERES-Wheat, SOYGRO и PNUTGRO [9, 10]. Изначально эти программы существовали независимо и имели собственные представления о погоде, почве и управлении. Однако проблемы совместимости, поддержки и добавления новых культур привели к созданию единой платформы. Важным шагом стало внедрение общих стандартов данных и концепции minimum data set, что позволило повысить сопоставимость расчетов и сделать систему более универсальной.

Структура DSSAT включает несколько взаимосвязанных модулей: модуль земельной единицы, почвенные модули, блоки воды, температуры, углерода и азота, модуль окружающей среды, компонент «почва – растение – атмосфера», управленческий модуль и модули культур [9, 11]. Среди основных семейств моделей в DSSAT выделяются CROPGRO для зернобобовых и ряда других культур, CERES для кукурузы, пшеницы, риса, сорго и других зерновых, SUBSTOR для картофеля, CANEGRO для сахарного тростника, а также специализированные модули для кассавы, подсолнечника, ананаса и ряда иных культур [9, 11].

Ключевой особенностью DSSAT является его способность моделировать не только конечную урожайность, но и процессы, которые к ней ведут [9,

12]. Система учитывает фенологическое развитие, фотосинтез, дыхание, рост органов растения, распределение биомассы, водный баланс, динамику азота и влияние стрессов. Отмечается, что скорость прохождения фаз зависит прежде всего от температуры и фотопериода, а водный и питательный стресс способны изменять сроки наступления репродуктивных стадий и продолжительность жизненного цикла культуры [9, 12].

Преимущества DSSAT состоят в его комплексности, научной обоснованности и высокой прикладной ценности. Во-первых, система позволяет использовать единые стандарты данных и адаптировать модель под локальные условия. Во-вторых, DSSAT поддерживает широкий круг культур и технологических сценариев. В-третьих, он дает возможность проводить «виртуальные эксперименты» и оценивать последствия изменения отдельных управленческих факторов без необходимости многократного повторения дорогостоящих полевых испытаний. DSSAT особенно ценен тем, что позволяет одновременно анализировать урожайность, водный режим, азотное питание и устойчивость технологии в изменяющихся климатических условиях [9, 11, 12].

Научные результаты применения DSSAT. Научные исследования с использованием DSSAT показывают, что данная система эффективно применяется для оптимизации технологий выращивания и повышения продуктивности культур. Наиболее частыми направлениями использования являются оценка сроков сева, режимов орошения, доз и сроков внесения азотных удобрений, подбор генотипов, а также анализ реакции культур на климатическую изменчивость [13 – 19].

В исследованиях по пшенице модель DSSAT-CERES-Wheat использовалась для анализа оптимальных сроков сева и режимов полива. Полученные результаты показали, что сдвиг даты сева к более благоприятному периоду позволяет повысить урожайность за счет лучшего совпадения критических фаз развития с температурными и водными условиями сезона [12, 13]. Аналогично моделирование режимов орошения продемонстрировало, что управление поливом по фактической потребности культуры и запасам влаги в почве может одновременно увеличивать водную продуктивность и поддерживать высокий уровень урожайности [12, 13].

В ряде исследований DSSAT применялся для оценки азотного питания [14, 15]. Результаты показывают, что оптимизация доз азота, а также корректировка сроков его внесения позволяют существенно улучшить использование элемента растением, снизить потери азота и в ряде случаев повысить урожайность по сравнению с традиционными усредненными схемами удобрения. Особенно важным является то, что DSSAT способен учитывать взаимодействие между влагой, температурой и азотным режимом, что делает рекомендации более точными [14, 15].

Еще одним важным направлением являются исследования по подбору сорта и анализу фенологии [16, 17]. Благодаря использованию генети-

ческих коэффициентов DSSAT позволяет моделировать различия между сортами по скорости развития, реакции на фотопериод и температурный режим. Это дает возможность выбирать генотипы, лучше соответствующие длине вегетационного периода, влагообеспеченности и другим условиям конкретной зоны [16, 17]. Такая функция особенно важна в условиях изменяющегося климата, когда адаптация сорта становится одним из ключевых факторов устойчивости производства [16, 18].

Важное место занимают исследования, посвященные климатической изменчивости и долгосрочным изменениям климата. DSSAT активно используется для прогноза того, как меняются фенология, урожайность, водопотребление и эффективность использования воды при различных климатических условиях и сценариях изменения климата [19]. Это позволяет заранее оценивать риски и разрабатывать адаптационные стратегии для устойчивого сельскохозяйственного производства.

Технологические рекомендации на основе DSSAT. Анализ публикаций по DSSAT показывает, что на основе моделирования чаще всего формируются рекомендации по нескольким ключевым направлениям агротехнологии [13, 14, 15, 18].

Прежде всего это оптимизация сроков сева. Поскольку фенологические фазы культуры тесно связаны с температурой и длиной дня, изменение даты посева способно существенно повлиять на совпадение цветения, налива зерна и созревания с наиболее благоприятными погодными условиями. DSSAT позволяет подобрать такие сроки, при которых культура максимально эффективно использует сезонный ресурс тепла и влаги [13, 14].

Вторым важнейшим направлением является управление орошением. DSSAT моделирует водный баланс в системе «почва – растение – атмосфера» и позволяет сравнивать различные режимы полива. На основе этих расчетов можно рекомендовать схемы, обеспечивающие рациональное использование воды, сокращение избыточных потерь и поддержание урожайности на оптимальном уровне [13, 14].

Третье направление — оптимизация азотного питания. Система позволяет оценивать реакцию культуры на разные дозы и сроки внесения удобрений с учетом погодных условий и водообеспеченности. Это дает возможность переходить от фиксированных усредненных норм к более адаптивным технологиям, ориентированным на реальную потребность растения. В исследованиях с использованием DSSAT показано, что оптимизация доз азота может одновременно поддерживать высокий уровень урожайности и снижать экологические риски, связанные с избытком удобрений [15].

Четвертым направлением является подбор сортов под конкретные условия среды. Благодаря генетическим коэффициентам DSSAT можно использовать для сравнения сортов по продолжительности вегетации, реак-

ции на фотопериод и адаптации к температурным режимам. Это особенно важно в зонах рискованного земледелия и при высокой межгодовой изменчивости погоды [18].

Наконец, наиболее перспективными являются комплексные технологические решения, в которых одновременно оптимизируются дата сева, режим полива, питание и выбор сорта. Именно такие интегрированные технологии чаще всего дают наибольший эффект, поскольку в реальных условиях урожай ограничивается не одним фактором, а их сочетанием.

Ограничения и перспективы. Несмотря на высокую научную и практическую ценность DSSAT, его применение связано с рядом ограничений. Прежде всего система предъявляет высокие требования к качеству входных данных. Для надежного моделирования необходимы достоверные ежедневные погодные данные, сведения о почве, параметры управления, информация о сорте и, желательно, экспериментальные данные для калибровки и оценки модели. Недостаток или низкое качество этих данных может существенно снижать точность прогнозов [9, 20].

Второе ограничение связано с необходимостью локальной адаптации. Хотя DSSAT предоставляет стандартную платформу, модель должна быть откалибрована под конкретные сорта, условия почвы и технологии. Без такой настройки результаты могут отражать общие закономерности, но быть недостаточно точными для практического управления [20, 21].

Третье ограничение состоит в том, что любая модель остается упрощенным представлением реальности. Поэтому модели необходимо оценивать и применять осмотрительно. DSSAT не заменяет полевой эксперимент, а дополняет его, позволяя расширять диапазон анализируемых сценариев и переносить знания на новые условия [20, 21].

Перспективы развития DSSAT связаны с его интеграцией с геоинформационными системами, дистанционным зондированием, метеосервисами и технологиями точного земледелия. В литературе также описываются подходы, где DSSAT комбинируется с данными спутникового мониторинга и полевыми наблюдениями для оценки роста и урожайности, а также используется в системах сезонного прогнозирования и на региональном уровне поддержки решений [22, 23].

Заключение.

Среди существующих систем моделирования DSSAT занимает особое место как универсальная платформа, объединяющая модули культуры, почвы, погодных условий и агротехнологического управления. Ее ценность заключается в возможности моделировать широкий спектр сельскохозяйственных культур, проводить калибровку под конкретные почвенно-климатические условия и оценивать влияние различных условий и вариантов управления на рост растений и урожайность. Важным преимуществом DSSAT является комплексное описание фенологии, водного и азотного режимов, накопления биомассы и формирования урожая.

Литература

Keating B. A., Carberry P. S., Hammer G. L., Probert M. E., Robertson M. J., et all. An overview of APSIM, a model designed for farming systems simulation //European Journal of Agronomy. 2003. Vol. 18, № 3–4. P. 267–288. ISSN 1161-0301, https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00108-9.

Holzworth D. P., Huth N. I., deVoil P. G., Zurcher E. J., Herrmann N. I., et all. APSIM – Evolution towards a new generation of agricultural systems simulation //Environmental Modelling & Software. 2014. Vol. 62. P. 327–350. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.07.009

Brisson N., Gary C., Justes E., Roche R., Mary B., Ripoche D., Zimmer D., et all. An overview of the crop model STICS //European Journal of Agronomy. 2003. Vol. 18, № 3–4. P. 309–332.ISSN 1161-0301, https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00110-7

de Wit A., Boogaard H., Fumagalli D., Janssen S., Knapen R. et all. 25 years of the WOFOST cropping systems model //Agricultural Systems. 2019. Vol. 168. P. 154–167. ISSN 0308-521X, https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.018.

Steduto P., Hsiao T. C., Raes D., Fereres E. AquaCrop—The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles //Agronomy Journal. 2009. Vol. 101, № 3. P. 426–437.

Jones C. A., Dyke P. T., Williams J. R., Kiniry J. R., Benson V. W., Griggs R. H. EPIC: an operational model for evaluation of agricultural sustainability //Agricultural Systems. 1991. Vol. 37, № 3. P. 341–350. ISSN 0308-521X, https://doi.org/10.1016/0308-521X(91)90057-H.

Stöckle C. O., Donatelli M., Nelson R. CropSyst, a cropping systems simulation model //European Journal of Agronomy. 2003. Vol. 18, № 3–4. P. 289–307. ISSN 1161-0301, https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00109-0.

Aggarwal P. K., Kalra N., Chander S., Pathak H. InfoCrop: a dynamic simulation model for the assessment of crop yields, losses due to pests, and environmental impact of agro-ecosystems in tropical environments. I. Model description //Agricultural Systems. 2006. Vol. 89, № 1. P. 1–25 ISSN 0308-521X, https://doi.org/10.1016/j.agsy.2005.08.003

Jones J. W., Hoogenboom G., Porter C. H., Boote K. J., et all. The DSSAT cropping system model //European Journal of Agronomy. 2003. Vol. 18, № 3–4. P. 235–265.

DOI: 10.1016/S1161-0301(02)00107-7.

Jones J. W., Antle J. M., Basso B., Boote K. J., Conant R. T., Foster I., et all. Brief history of agricultural systems modeling //Agricultural Systems. 2017. Vol. 155. P. 240–254. ISSN 0308-521X, https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.014.

Hoogenboom G., Porter C. H., Boote K. J., Shelia V., Wilkens P. W., Singh U., White J. W., Asseng S., Lizaso J. I., Moreno L. P., Pavan W., Ogoshi R., Hunt L. A., Tsuji G. Y., Jones J. W. The DSSAT crop modeling ecosystem //In: Boote K. J. (ed.) Advances in Crop Modeling for a Sustainable Agriculture. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing, 2019. P. 173–216. https://doi.org/10.19103/AS.2019.0061.10

Jones, J.W., et al., Toward a new generation of agricultural system data, models, and knowledge products: State of agricultural systems science //Agricultural Systems. 2016, http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.09.021

13. Timsina J., Humphreys E., Kropff M. J. Evaluation of options for increasing yield and water productivity of wheat in Punjab, India using the DSSAT-CSM-CERES-Wheat model //Agricultural Water Management. 2008. Vol. 95, No. 9. P.1099-1110 10.1016/j.agwat.2008.04.009

14. Ech-chatir L., Khabba S., Er-Raki S., et al. Optimizing sowing date, fertilization, and irrigation strategies for winter wheat in Tensift Al Haouz (Morocco) using the DSSAT-CERES-Wheat model //Agricultural Water Management. 2025. Vol. 307. Art. 109565. ISSN 0378-3774, https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109443.

15. Zhang Y., Wang H., Lei Q. et al. Optimizing the nitrogen application rate for maize and wheat based on yield and environment on the Northern China Plain //Science of The Total Environment. 2017. Vol. 618. P. 1173–1183. 10.1016/j.scitotenv.2017.09.183.

16. Malik W., Dechmi F., Villalobos F. J., et al. DSSAT-CERES-maize modelling to improve irrigation and nitrogen management practices under Mediterranean conditions //Agricultural Water Management. 2019. Vol. 213. P. 298–308. 10.1016/j.agwat.2018.10.022

17. Satapathy S. S., Jha S. K., Singh I. N., et al. Field experiments and simulation to evaluate rice cultivar adaptation to elevated carbon dioxide and temperature in sub-tropical India //European Journal of Agronomy. 2014. Vol. 54. P. 21–30. 10.1016/j.eja.2013.11.010.

18. Salmerón M. et al. Simplifying the prediction of phenology with the DSSAT-CROPGRO-Soybean model based on relative maturity group and determinacy //Agricultural Systems. 2016. Vol. 148. P. 178–187. DOI: 10.1016/j.agsy.2016.07.016

19. Ishaque W., Osman R., et al. Quantifying the impacts of climate change on wheat phenology, yield, and evapotranspiration under irrigated and rainfed conditions //Agricultural Water Management. 2023. Vol. 275. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.108017.

20. Hoogenboom, G., Porter, C.H., Boote, K.J., Shelia, V., Wilkens, P.W., Singh, U., White, J.W., Asseng, S., Lizaso, J.I., Moreno, L.P., Pavan, W., Ogoshi, R., Hunt, L.A., Tsuji, G.Y. and Jones, J.W. The DSSAT Crop Modeling Ecosystem. In: Boote, K.J., Ed., Advances in Crop Modeling for a Sustainable Agriculture, Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, 2019. P. 173-216. https://doi.org/10.19103/AS.2019.0061.10

21. Yang J. M., Yang J. Y., Liu S., Hoogenboom G. An evaluation of the statistical methods for testing the performance of crop models with observed data //Agricultural Systems. 2014. Vol. 127. P. 81–89. 10.1016/j.agsy.2014.01.008.

22. Akumaga Uvirkaa, Gao Feng, Anderson Martha, Dulaney Wayne et al. Integration of Remote Sensing and Field Observations in Evaluating DSSAT Model for Estimating Maize and Soybean Growth and Yield in Maryland, USA //Agronomy. 2023. 13. 1540. 10.3390/agronomy13061540.

23. Tesfaye Kindie, Takele Robel, Shelia Vakhtang et al. High spatial resolution seasonal crop yield forecasting for heterogeneous maize environments in Oromia, Ethiopia //Climate Services. 2023. 32. 100425. 10.1016/j.cliser.2023.100425.

УДК 631.4:551.3 (574.2)

ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ ПОЧВ: ПРИЧИНЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Баймуканова О.Н., Пилипчук А.П., Жумабек Б., Байшоланов С.С., Акшалов К.А.

п. Научный, Казахстан
ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Аннотация. Исследования проводились на полях ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева». Полевые научные эксперименты проводились на склоновой пашне северной экспозиции крутизной до 0,5°. Метод исследований: полевой и лабораторный. Почва южный карбонатный чернозем, тяжелосуглинистого механического состава. Изучались агротехнические приемы защиты почв от водной эрозии на склоновых землях Северного Казахстана. Проведена экологическая и агроэкономическая эффективность новых методов системы прямого посева и его модификаций в сравнении с традиционными методами обработки почвы по степени защиты почв от водной эрозии.

Новизна. Проведена эрозионная оценка устойчивости почв при минимизации систем обработки почвы в паровом поле и на стерневых предшественниках на склоновой пашне Северного Казахстана.

На слабосклоновых землях (0,5-1°), в годы с сухой осенью и малоснежной зимой, проведение глубокой обработки парового поля поперек склона сокращает сток на 71%, в средневодные до 42% и в многоводные годы - до 12% по сравнению с отсутствием механической обработки почвы. Коэффициент усвоения талых вод увеличился с 0,65 при мелкой обработке почвы в паровом поле до 0,81 при глубокой обработке почвы. Наиболее эрозионноопасным агрофонам в полевых севооборотах является паровое поле. Геоморфологические, климатические условия Северного Казахстана, существующая организация территории хозяйств, методы подготовки паровых полей и стерневых предшественников без учета рельефа, обуславливают формирование поверхностного стока талых вод при весеннем снеготаянии на склонах малой крутизны менее 1°. Исследования зарубежных и отечественных ученых по минимизации систем обработки почвы проводились на равнинных агроландшафтах. В отечественных исследованиях аналогичных исследований нет.

Цель исследований: разработать агротехнические системы обработки почвы для сокращения стока талых вод и смыва почвы на слабосклоновых землях Северного Казахстана

Территория землепользования Северного Казахстана представляет собой в основном слабосклоновые земли. В Северном Казахстане площадь земли с уклоном до 0,50 составляет примерно 24,0 млн га, или 75-80% территорий землепользования [1]. В мировой литературе утверждалось, что на слабосклоновых землях Северного Казахстана проявления процессов водной эрозии почв почвы не происходит [2].

Исследованиями Научно-производственного Центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева паровое поле считалось основным полем классической, зернопаровой системы земледелия [3].

Эрозия почв, засоление, снижение органического вещества почвы являются основными источниками деградации почв в Северном Казахстане [4,5]. В результате бессистемного использование земель в отдельные годы теряет до 60-70% талой воды, смывается до 6.0-7.0 тонн почвы в весенний период во время таяния снега [6,7,8]. Большая водосборная площадь склонов и медленное оттаивание почвы весной приводит к поверхностному стоку талых вод, смыву почв, образованию оврагов. Для защиты паровых полей с уклоном поля до 0,5 градуса при традиционной почвозащитной системе земледелия рекомендуется осеннюю обработку почвы проводить поперек склона на глубину 25-27 см [6,7,8].

Разработка мероприятий по сохранению и эффективному использованию влаги атмосферных осадков является важным для борьбы с засухой и водной эрозией почвы. Исследования показали, что эффективность впитывания весенних талых вод паровым полем составляет всего 20 – 23% [8]. Остальное количество атмосферных осадков в виде снеговой талой воды теряется на сток и испарение. Несмотря на опасность проявления эрозионных процессов, применение паровых полей все еще остается широко распространенной практикой в земледелии засушливых районов Казахстана [9]. Поэтому сокращение стока талых вод на паровых полях является критически необходимым методом контроля смыва почвы и овражкообразования. В последние годы зарубежными и отечественными учеными и практиками разрабатываются приемы прямого посева (No-till), что подразумевает полную или частичную замену механических обработок парового поля гербицидами [10,11]. Широкое использование данного приема без учета и оценки возможного стока талых вод (в том числе химических веществ) представляет серьезную опасность. Использование прямого посева на паровых и стерневых предшественниках без контроля стока талых вод на склоновых землях приводит к негативным экологическим последствиям. С одной стороны концепция прямого посева направлена на сохранение плодородия почвы, ресурсосбережение, но с другой - не изучена опасность проявления эрозионных процессов в зависимости от ландшафта территории землепользования. В Северном Казахстане ежегодно проявляется сток талых вод, особенно на паровых полях [9].

Агротехническим приемам задержания стока талых вод в Северном Казахстане посвящены работы многих ученых (7,8,12,13].

При проведении обследования рельефа маршрутно-ключевым методом, на территории Северного Казахстана 75-85% площадей сельскохозяйственных угодий имеет крутизну до 1°. 12-14% - до 3 и только 1% свыше 3о [1]. Нами проведен анализ данных о распределении пашни на уклонах трех северных областей Казахстана и на территории землепользования Акмолинской области (таблица 1)

Таблица 1 – Распределение пашни по уклонам на территории в отдельных районах Акмолинской области

Районы	Удельный вес пашни по крутизне склона, %				
	До 0,5о	0,5-1о	1-3о	3о	>0.5о
1	2	3	4	5	6
Астраханский	88,0	8,6	2,7	0,7	12,0
Аккольский	158	30,1	10,3	1,6	42
Целиноградский	79,0	15,1	5,1	0,8	21,0
Атбасарский	60,0	30,6	8,3	1,1	40,0
Аршалынский	0,3	87,0	12,3	0,4	99,7
Буландынский	62,0	23,9	13,7	0,4	38,0
Ерментауский	18,0	66,0	15,2	0,8	82,0
Сандыктауский	52,0	31,0	15,2	1,8	48,0
Егиндыкольский	85,0	11,7	3,1	0,2	15,0
Коргалжынский	63,7	23,5	13,0	0,3	37,0
Шортандинский	82	13,2	3,8	1,0	18,0
Жанадалинский	9	74	8	9	91,0
Есильский	41	56	2	1	59,0
Жаксынский	70	26	4	-	30,0
В среднем по области	56	36	7	1	44

Результаты исследований показывают, что основными факторами проявления водоэрозионных процессов на склоновой пашне являются погодные условия, складывающиеся в осенне-зимне-весенний период, водно-физические свойства почвы в осенний период, рельеф территории землепользования, экспозиция склона, агрофон [14,15,16,17,18)]. Обработка

почвы влияет как на плотность почвы, так и на состояние водопрочных агрегатов (агрегатный состав). Наличие водопрочных агрегатов более 0,25 мм способствует лучшему впитыванию атмосферных осадков, особенно весенних талых вод.

Исследования показали, что когда в осенний период основное количество почвенной влаги до 33,21-49,80% и 43,52-72,80% содержалось соответственно в слое почвы 0-30 и 0-50 см, который сильно промерзает, вызывало сток талых вод. Такое состояние характерно по паровым полям. Лучшее впитывание и накопление почвенной влаги обеспечивается по стерневым предшественникам по сравнению с паровым полем.

Таблица 2 - Впитывание весенних талых вод и смыв почвы в зависимости от агрофона и методов подготовки почвы

Поле севооборота	Высота снежного покрова, см	Запасы воды в снеге, мм	Содержание продуктивной влаги в слое почвы, мм			Впитываемость воды, мм и %	Смыв почвы, т/га
			0-30 см	0-100 см	0-100 см		
1	2	3	4	5	6	7	8
Паровое поле (прямой посев - No-Till)	32,3	90,4	36,4	127,0	147,4	22,6 20,4	
Паровое поле (традиционная технология)	23,9	64,5	36,1	130.0	148,7	28,9 18,7	1,3
Стерневой предшественник							
Горох (прямой посев)	31.2	84,2	24,4	53,5	103,3	59,1 49,8	
Житняк	26,1	60,0	19.8	47,3	66,2	31,5 18,9	

В паровом поле, подготовленного по системе No-Till смыв почвы не происходит, но происходит сток талых вод.

Стерневые предшественники способствуют лучшему впитыванию весенних талых вод по сравнению с паровым предшественником. Горох обладает хорошо развитой корневой системой в поверхностном слое почвы, создают хорошую макроструктуру, снижают плотность почвы и обладают хорошим проективным покрытием, которые способствуют впитыванию весенних талых вод в почву. В паровом поле значительная часть талой воды до 79,5% теряется на испарение и сток талых вод в весенний период. Величина смыва почвы в паровом поле достигает 1,3 т/га. Эффективность впитывания талых вод по стерневым предшественникам достигает 49,8 - 69,1%.

Обобщая результаты анализа, можно сделать следующие выводы:

1. Развитие водноэрозионных процессов и закономерности обусловлены комплексом природно-хозяйственных факторов. Основными факторами, определяющими развитие эрозионных процессов, являются: климат, рельеф территории, нерациональная производственно-хозяйственная деятельность, система обработки почвы.

2. Основной причиной образования поверхностного стока талых вод является рельеф, слабая водопроницаемость мерзлых почв, которая зависит от экспозиции склонов, приемов основной обработки почвы, агрофонов, климатических условий.

3. В научной литературе мало сведении исследованиях весеннего стока на склонах малой крутизны (менее 1°), что указывает на не изученность данного вопроса. В связи с этим изучение данной, проблемы является актуальной задачей. Отсутствуют исследования о влиянии системы прямого посева на проявление водной эрозии почв. Впервые в азиатской части бывшего СССР (Северный Казахстан, Западная Сибирь, Россия) стационарные исследования по изучению стока талых вод и смыва почвы на основе балансового метода с устройством стоковых площадок проводятся в НПЦ зернового хозяйства А.И. Бараева.

4. Исследованиями установлено, что стерневые предшественники в весеннее время впитывают до 60-70% влаги атмосферных осадков

5. Проявление водной эрозии почв является следствием неправильной организации территории землепользования, отсутствием Программы мероприятий по охране почв от эрозии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Гендельман М.А., Лаврентьев Ю.Л., Парашкина Э.М. Задачи совершенствования противоэрозионной организации территорив условиях совместного проявления ветровой и водной эрозии почв // Тр Целиноград сельскохоз. ин-та. 1985. Т.63.- с. 4.

2 Заславский М. Н. Эрозиоведение - М.: Высшая школа, 1983.с. 320

3 Копеев Б.А. На склоновых землях Северного Казахстана // зерновое хозяйство, 1985, № 1-с. 35.

4 Бараев А.И. Почвозащитное земледелие: Избр. труды [Текст] / А.И. Бараев // М.: ВО Агропромиздат», 1988. - С. 383.

5 Бараев А.И., 1964. Защита почв от ветровой эрозии. М.: Колос, 1964, 45с.

6 Акшалов, 2003 Динамика использования влаги в экосистеме почва - растения в сухом земледелии Северного Казахстана. Сб. докладов международной научно-практической конференции «Развитие идей почвоза-

щитного земледелия в новых социально-экономических условиях» Астана-Шортанды, 2003.- с. 222-238.

7 Копеев Б.А. 1991. Почвозащитные мероприятия по борьбе с водной эрозией почв на склоновой пашне в Северном Казахстане. Алма-Ата, «Кайнар», с.24

8 Акшалов К.А., 2008. Принципы охраны почв от эрозии в засушливых условиях Северного Казахстана: История перспективы. Курск, Тр. Междун. науч.-практич. конференции ГНУ ВНИИЗХ ЗПЭ, 10-12 сентября 2008 г

9 Акшалов К.А. Контроль эрозии почв: методическое руководство/НПЦЗХ им. А.И. Бараева. Шортанды, 2014, с.27

10 Suleimenov M. and Akshalov K., 2007. Eliminating Summer Fallow on Black Soils of Northern Kazakhstan. In. Climate Change and Terrestrial Carbon Sequestration in Central Asia. Lal R., Suleimenov M., Stewart B.A., Hansen, DO. and Doraiswamy, P. (eds) Tailor and Francis, Balkema, the Netherlands, pp.267-279.

11 Campbell C.A., Selles F., Lafond G.P. and Zentner R.P. 2001. Adapting zero tillage management: Impact on soil C and N under long-tern crop rotations in a thin Black Chernozem. Can. Z. Soil Sci. 81: 139-148

12 Бельгибаев М.Е., Долгилевич М.И. Определение допустимой величины эрозии почв //Тр: Всесоюзн. НИИ агролесомелиорации - 1970. - Вып. 1. (61) с 239-258.

13 Бакаев Н.М. Почвенная влага и урожай Алма-Ата: Кайнар, 1976.72 с.

14 Козьменко А.С. Борьба с эрозией почв. Сельхозиздат, 1956. -206 с.

15 Заславский М.Н. 1983. Допустимые нормы эрозии или обязательные нормы наращивания плодородия почв. Почвоведение, № - 11, с. 91-100.

16 Дьяков В.Н. Учет смыва почв талыми водами // Почвоведение, 1981. №7. с.145-149.

17 Цыкин Е.Н. Водонепронецаемость мерзлых почв и ее динамика во время снеготаяния // Снег и талые воды. М.: 1956. С. 101-111

18 Качинский Н.А., 1927. Замерзание, размерзание и влажность почвы в зимние сезоны в лесу и на полевых участках. Тр. почвенного института им. В.В. Докучаева, М., Изд. МГУ, с. 168-179.

УДК 633.112.1: 631.8

УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕТАРДАНТА

Балабанова Н.Ф., Воронкова Н.А., Динкелакер Г.Е., Шмырев К.В.

г. Омск, Россия
Омский аграрный научный центр

Пшеница твердых сортов выступает одой из сельскохозяйственных культур зерно которой востребовано для производства достаточно большого количества пищевых продуктов. Особенности химического состава зерна данного вида пшеницы (высокое содержание белка, с уникальным аминокислотным составом, наличие коротиноидных пигментов и др.) определяет специализацию использования его в пищевой индустрии – изготовление макаронных изделий [1-3].

Стабильность производства высококачественного зерна может быть обеспечена только в том случае, если сорт способен сохранить высокий уровень урожайности при воздействии неблагоприятных условий среды.

Твердая пшеница предъявляет повышенные требования к условиям выращивания, и обладает недостаточной устойчивостью растений к полеганию.

Полегание злаковых культур связано не только с неблагоприятными погодными условиями выращивания, но и с изменением метаболизма веществ в стебле начиная с фазы цветения и до уборки, при этом происходит частичная деструкция клеточных оболочек растения, содержание целлюлозы, ксилана и лигнина в стебле снижается на 20-30 % [4, 5].

Применением ретардантов снижает риск полегания за счет уменьшения длины междоузлий и утолщения стенок соломины [6].

В ассортименте агрохимических средств достаточно широкое распространение получили ретарданты на основе 2-хлорэтилфосфоновой кислоты (2-ХЭФК), Она свободно передвигается по растению и обеспечивает выделение этилена, хлорида и иона фосфата постепенно, в течение трех недель. Основное применение этиленпродуценты и, прежде всего, 2-ХЭФК, нашли как вещества, вызывающие ретардантный эффект. Этиленпродуценты не подавляют биосинтез гиббереллинов, а ретардантный эффект возникает в основном из-за блокирования их передвижения, что приводит к укорачиванию стебля и утолщению второго и третьего междоузлий, прежде всего, посредством утолщения стенок соломины. Вследствие этого

отмечают интенсификацию образования структурных элементов, определяющих урожай [7, 8].

В практике применения ретардантов в земледелии известно, что эффективность их зависит от биологических особенностей культуры, почвенно-климатических условий возделывания, а также агрогенного воздействия, в том числе и применения минеральных удобрений [9, 10].

В связи с тем, что Западная Сибирь входит в число основных зернопроизводящих экономических регионов страны, изучение эффективности применения регуляторов роста растений нового поколения ретардантов в технологиях возделывания зерновых культур в условиях Западной Сибири является актуальным.

Для выполнения поставленной цели в 2022–2023 гг. был заложен мелкоделяночный опыт на опытном поле лаборатории агрохимии ФГБНУ «Омский АНЦ» в южной лесостепной зоне Западной Сибири.

Климат Омской области резко континентальный. Сумма активных температур выше 10°С в зоне южной лесостепи в среднем – 2000–2100°С. Годовое количество осадков составляет 320–370 мм.

Объект исследования – сорта яровой твердой пшеницы: Жемчужина Сибири (St), Омский изумруд, Омский топаз, Омский малахит селекции Омского аграрного научного центра.

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов:

сорт (фактор А) – Жемчужина Сибири (St), Омский изумруд, Омский топаз, Омский малахит; минеральное удобрение (фактор В) – без удобрений, Р45 (основное внесение), Р45 (основное внесение) + N30 (некорневая подкормка в фазе колошения), N30P45 (основное внесение), Р20 (припосевное внесение); ретардант (фактор С) – без обработки, ретардант.

Площадь опытной делянки 20 м^2 повторность трехкратная, размещение систематическое.

Посев твердой пшеницы выполнен во второй декаде мая из расчета 4,5 млн/га всхожих семян. Предшественник – чистый пар. Минеральные азотные (аммиачная селитра (N – 34%)) и азотно-фосфорные (аммофос (N – 12%, P2O5 – 52%)) удобрения вносили под предпосевную культивацию согласно схеме опыта. Посев выполняли сеялкой СС-11. Некорневую азотную подкормку проводили в фазе колошения мочевиной (N – 46%), расход рабочего раствора – 200 л/га. Обработка посевов ретардантом осуществляли в фазе выхода в трубку препаратом Этефон. Норма расхода препарата – 1,0 л/ га, расход рабочего раствора –300 л/га. Уход за посевами включал в себя гербицидную обработку в фазу кущения культуры баковой смесью Примадонна 0,5 л/га + Овсюген Экспрес 0,6 л/га. Расход рабочего раствора – 200 л/га.

Учет урожая выполнен в фазе полной спелости комбайном Wintersteiger Quantum Plus.

Обработку данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов (Б. А. Доспехов, 2014).

Почва опытного участка – лугово-черноземная среднемощная тяжелосуглинистая, содержание гумуса 6,3-6,5% (по Тюрину), pH – 6,5-6,7, подвижного фосфора и калия 101-120 и 350-420 мг/кг (по Чирикову) соответственно.

Вегетационный период 2022 г. характеризовался повышенными значениями температуры воздуха и крайне неравномерным поступлением осадков. ГТК за май-август составил 1,02. (рисунок 1).

Вегетационный период 2023 г. был засушливым, наблюдалась повышенная температура воздуха и дефицит осадков. ГТК составил 0,80. Неблагоприятные условия оказали негативное влияние на продуктивность яровой пшеницы.

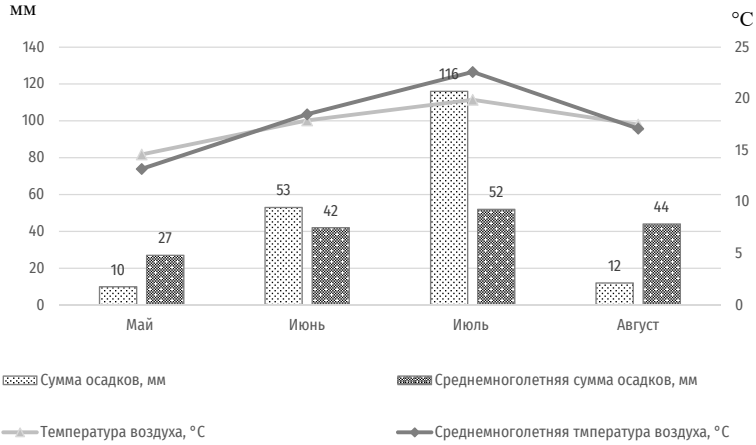


Рисунок 1 - Основные агрометеорологические параметры в годы наблюдений

Проведенными исследованиями установлено, что высота растений твердой пшеницы в контрольном варианте (без применения ретарданта), у сортов Омский Изумруд была на уровне сорта Жемчужина Сибири (St) – 74 см, а стеблестой сорта Омский топаз и Омский малахит был выше стандарта на 14; 11 см, соответственно (рисунок 2). При обработке посевов ретардантом вариация отклонения длины стебля в сравнении с вариантом без ретарданта была в пределах от 5 до 19 см. Следует отметить, что снижение высоты стеблестоя пшеницы после обработки ретардантом у сортов Омский изумруд и Омский малахит было аналогично стандарту на 5-10 см. Более отчетливо проявился ретардантный эффект на сорте Омский топаз, высота стебля уменьшилась в сравнении с вариантом без обработки на 19 см, или 22%.



Рисунок 2 - Влияние ретарданта на высоту растений сортов твердой яровой пшеницы, см

Анализ урожайности зерна твердой пшеницы показал, что на фоне без применения ретарданта наибольший выход зерна отмечен у сорта стандарта Жемчужина Сибири – 2,71 т/га зерна, у сорта Омский изумруд урожайность на 65% (1,64 т/га) ниже, чем у стандарта, у сорта Омский топаз – на 19% (2,27 т/га) и Омский малахит на 12% (2,44 т/га) (таблица).

Таблица - Урожайность сортов твердой пшеницы в зависимости от ретарданта и минеральных удобрений, т/га зерна

Вариант		Сорт (фактор А)			
Минеральные удобрения (фактор В)	Ретардант (фактор С)	Жемчужина Сибири	Омский изумруд	Омский топаз	Омский малахит
Контроль (без удобрений)	без обработки	2,71	1,64	2,27	2,44
	ретардант	2,89	1,74	1,98	2,16
Р45	без обработки	3,14	1,94	2,53	2,69
	ретардант	3,01	2,21	2,07	2,32
Р45+ НП N30	без обработки	3,07	2,09	2,51	2,64
	ретардант	3,15	2,29	2,14	2,63
N30P45	без обработки	3,49	2,19	2,60	2,81
	ретардант	3,22	1,93	2,03	2,98
Р20	без обработки	3,33	1,89	2,48	2,68
	ретардант	2,98	1,73	2,13	2,32
Среднее	без обработки	3,15	1,95	2,48	2,65
	ретардант	3,05	1,98	2,07	2,48
НСР05 для факторов	A=0,23, B=0,26, C=0,21, AB=0,52, AC=0,33, BC=0,37, ABC=0,74				

При анализе урожайности сортов твердой пшеницы в зависимости от фактора ретардант отмечен тренд к ее снижению, однако на фоне факторов А и В действие ретарданта на биохимические процессы в растении было неоднозначно. Существенное снижение на 0,26-0,57 т/га зерна урожайности от ретарданта выявлено у каждого сорта в отдельных вариантах опыта. При комплексном применении минеральных удобрений и ретарданта, последний закономерно снижал их эффективность у всех сортов, заявленных в эксперименте, за исключением сорта Омский малахит. У сорта Жемчужина Сибири на фоне ретарданта прибавка от применения удобрений в среднем снизилась в 2,6 раза (с 0,55 т/га до 0,21 т/га зерна), у сорта Омский изумруд – с 0,39 до 0,07 т/ га и у сорта Омский топаз – с 0,26 т/га до 0,11 т/га зерна. Существенное снижение урожайности яровой твердой пшеницы на фоне применения ретарданта обусловлено неблагоприятными по тепло и влагообеспеченности условиями в течении вегетационного периода.

Наиболее отзывчивым на применение удобрений был сорт St, дополнительно получено 0,36-0,78 т/га зерна в зависимости от приема их внесения. У сорта Омский изумруд прост урожайности от применения минеральных удобрений составил 0-25-0,55 т/га. Уровень прибавки урожайности у сортов Омский Топаз и Омский Малахит на удобренных фонах не превысил – 0,37 т/га зерна. Анализ урожайности по вариантам применения удобрений показал, что внесение фосфорного удобрения в дозе Р45 обеспечивало повышение урожайности сорта Жемчужина Сибири на 0,43 т/га зерна, сорта Омский изумруд на 0,30 т/га, у остальных сортов прибавка зерна составила – 0,25-0,26 т/га. При бинарном сочетании элементов питания в удобрении (N30P45) урожайность сорта Жемчужина Сибири составила – 3,49 т/га зерна, это на 29% выше, чем в варианте без удобрений. Внесение N30 на фоне Р45 обеспечило прибавку зерна – 0,35 т/га зерна. Реакция сортов Омский изумруд, Омский малахит и Омский топаз на внесение азотно-фосфорных удобрений (N30P45) уступала сорту St. Урожайность сортов Омский топаз и Омский малахит в этом варианте была на уровне внесения фосфорного удобрения (Р45), то есть сорта очень слабо реагировали на дополнительное азотное питание (N30). Аналогично проявили себя все три сорта в варианте применения азотной некорневой подкормки в дозе N30 в фазу колошения. Существенного роста урожайности не наблюдалось, что вполне закономерно, применение некорневой подкормки направлено, прежде всего, на корректировку качественных свойств зерна [12, 13]. При внесении фосфорных удобрений (Р20 в рядки при посеве) урожайность сорта Жемчужина Сибири была на 0,62 т/га выше в сравнении с контрольным вариантом. У остальных сортов в этом же варианте дополнительно получено 0,21-0,31 т/га зерна.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что эффективность применение 2-ХЭВК с ретардантным эффектом в условиях Омского Прииртышья зависит от сортовой специфики. Обработка посевов ретардантом снизила высоту растений на 5-19 см. Максимальное снижение

высоты стеблестоя (на 19 см) отмечено на сорте Омский топаз и недобор зерна также был наибольший – 0,57 т/га. В связи с этим можно предположить, что регулятор роста сдерживал синтез пластических веществ в растения и поэтому, необходимо подбирать сорта и варианты удобренности, где будет оптимально сочетаться снижение высоты и уровень урожайности.

Литература

1. Новик А. Л., Дуктов, В. П. Дуктова Н. А. Урожайность и качество зерна различных сортов яровой твердой пшеницы в зависимости от применения средств защиты и регуляторов роста растений / А. Л. Новик, В. П. Дуктов, Н. А. Дуктова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 57–62.

2. Mastrangelo A. M., Cattivelli L. What makes bread and durum wheat different? / A. M. Mastrangelo, L. Cattivelli // Trends in plant science. 2021. – Vol. – 26. No. 7. – P. 677–684.

3. Association of high-molecular-weight glutenin subunits with grain and pasta quality in spring durum wheat (Triticum turgidum spp. durum L.) / P. Yu. Krupin, L. A. Bespalova, A. Yu. Kroupina, et al. // Agronomy. – 2023. – Vol. 13. No. – 6. P. 1510.

4. Мыхлык А. И, Лазаревич С. В. Влияние удобрений и регуляторов роста на строение и продуктивность растений овса посевного / А.И. Мыхлык С.В. Лазаревич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 73–77.

7. Долженко Д. О. Наследование и генетический контроль высоты растений у ячменя / Д. О. Долженко // Нива Поволжья. – 2020.– № 1 (54). – С. 54–60.

8. Регуляторы роста и развития растений: классификация, природа и механизм действия / С. С. Тарасов, Е. В. Михалев, А. И. Речкин и др. // Агрохимия. – 2023. – № 9. – С. 65–80.

9. Изменчивость высоты растений и урожайности зерна коллекционных образцов озимой тритикале / С. Н. Пономарев, М. Л. Пономарева, С. И. Фомин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. Т. 15. – № 2 (58). – С. 42–48.

10. Оптимизация минерального питания новых сортов яровой твердой пшеницы в условиях Омского Прииртышья / Н. А. Воронкова, Н. Ф. Балабанова, В. А. Волкова, В. С. Юсов // Зерновое хозяйство России. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 66-72.

11. Применение азотных удобрений под яровую пшеницу на лугово-черноземной почве в Омском Прииртышье / Н. А. Воронкова, Н. А. Цыганова, Н. Ф. Балабанова [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 61-75.

12. Влияние различных способов и форм применения азотных удобрений на урожайность зерновых культур / Н. В. Гоман, И. А. Бобренко, В. И. Попова [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3(47). – С. 15-23.

УДК 633.16:631.53.04:551.5(571.1)

ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКА ПОСЕВА ПЛЁНЧАТОГО И ГОЛОЗЁРНОГО ЯЧМЕНЯ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В СВЯЗИ С СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

В.Д. Василевский

г. Омск, Российская Федерация
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

Введение. Цикличность природных процессов и явлений является свидетельством наличия у них внутренней закономерности. Академик П.К. Анохин [1] считает что, последовательность и повторяемость процессов и явлений являются основными временными параметрами и представляют собой универсальную форму связи живых существ с окружающей средой. Цикличность характерна и для солнечной активности (СА). Солнечная активность представляет собой совокупность физических явлений, представленных изменением различных параметров деятельности Солнца. Особенностью солнечной активности является наличие циклов, в первую очередь 11-летних, хотя их спектр весьма широк – от нескольких минут до многих столетий. В настоящее время достоверно доказано существование 11-летнего, 22-летнего, 30-40-летнего, 80-90-летнего, 500-летнего и 1800-1900-летнего циклов солнечной активности [2]. Наиболее четко и явно связь проявляется с циклами солнечной активности, имеющими период в среднем 11 лет. В начальной стадии цикла число пятен на Солнце в течение 5–6 лет возрастает от минимума до максимума, затем в течение 5–7 лет снижается до минимума. Все циклы СА имеют нумерацию, первым считается цикл, начавшийся в 1755 г. За начало 11-летнего цикла СА принято считать первый год после достижения ее минимума. 24-й чётный 11-летний цикл СА начался с 2009 г, 25-й нечётный 11-летний цикл СА – с 2020 г., после минимумов СА, соответственно, в 2008 и 2019 гг. В 2001 г. наблюдался максимум 23-го цикла, в 2014 г. – максимум 24-го цикла, в 2024 г. – максимум 25-го цикла. Предыдущий (нечетный) и последующий (чётный) циклы СА имеют разную полярность и образуют в совокупности 22-летний цикл.

М.А. Проскуряков [3] делает заключение, что путем циклических колебаний климата природа постоянно и повсеместно способствует изменению среды обитания растений. Поэтому только изучение растений в режиме циклических колебаний климата позволит повысить эффективность растениеводства.

Учеными установлено [4, 5], что формирование урожаев культурных растений постоянно контролируется таким мощным фактором как солнечная активность. Связь между урожайностью и солнечной активностью опосредуется, прежде всего, через атмосферную циркуляцию, от которой зависит количество выпадающих осадков и температурный режим. Очень важно при этом учитывать региональные особенности, поскольку в разных регионах влияние атмосферной циркуляции по-разному влияет на температурный и гидрологический режим, количество осадков и т.д.

Одним из самых важных и значимых вопросов возделывания сельскохозяйственных растений, в том числе и ячменя, в условиях южных районов Западной Сибири является выбор оптимального срока посева. Нами, начиная с 2018 г., на основе многолетних данных по срокам посева мягкой яровой пшеницы, полученным в отделе семеноводства Омского АНЦ, был опубликован ряд статей по оценке влияния разнонаправленной динамики изменения солнечной активности на урожайность зерна, эффективность использования вегетационного периода, интенсивность формирования урожая зерна [6-10].

Цель и задачи. В связи с тем, что к текущему моменту времени достигнута 23-летняя продолжительность наших исследований по изучению сроков посева плёнчатого и голозёрного сортов ярового ячменя, в настоящей публикации мы постараемся рассмотреть реакцию изучаемых биотипов ячменя на срок посева в условиях южной лесостепи Западной Сибири в годы нисходящей и восходящей ветвей СА нечётного и чётного ее 11-летних циклов.

Материал и методика. Объектом исследований служили два среднеспелых сорта ярового ячменя: плёнчатый (Омский 90, 2002-2017 гг.; Саша, 2018-2024 гг.) и голозёрный (Омский голозёрный 1, 2002-2024 гг.), которые высевались в пять сроков посева 7, 14, 21, 28 мая и 4 июня по двум предшественникам: чистому черному пару и зерновому предшественнику (третьей культурой после пара) в 2002-2024 гг. на полях отдела семеноводства ФГБНУ «Омский АНЦ».

Результаты исследований. Нами установлено, что в среднем за 23 года исследований (2002-2024) при оптимальных сроках посева самой высокой зерновой продуктивностью в условиях южной лесостепи Западной Сибири отличался плёнчатый сорт ярового ячменя, обеспечивавший урожайность зерна при размещении по пару на уровне 4,34-4,48 т/га, по зерновому предшественнику – 3,41-3,55 т/га, тогда, как голозёрный сорт, соответственно, 3,66 и 2,88-2,98 т/га (табл.1). Это в очередной раз показывает, что плёнчатые сорта ярового ячменя наиболее приспособлены к условиям южной лесостепи Западной Сибири и, на 14,4-23,3% превышают по зерновой продуктивности голозёрные сорта этой культуры.

В среднем за все годы исследований для плёнчатого сорта ячменя при посеве по обоим предшественникам оптимальным оказался срок посева

14-21 мая; для голозёрного сорта при размещении по пару – 14 мая, по зерновому предшественнику – 14-21 мая.

В годы снижения солнечной активности (СА) нечётного (23-го) 11-летнего цикла (2002-2008 гг.) у плёнчатого сорта ячменя наиболее высокая зерновая продуктивность при размещении по пару наблюдалась при сроке посева 7-21 мая (3,30-3,34 т/га), после зернового предшественника – 14-21 мая (2,81-2,86 т/га). В эти годы оптимальные сроки посева голозёрного ячменя, по сравнению с плёнчатым, смещались на более раннее время: при посеве по пару – 7-14 мая (2,84 т/га), по зерновому предшественнику – 14 мая (2,70 т/га). При этом нами отмечалась незначительная разница в урожайности плёнчатого и голозёрного сортов ячменя при оптимальных сроках посева.

Таблица 1 – Урожайность зерна плёнчатого и голозёрного ячменя в зависимости от предшественника, срока посева и солнечной активности (СА), т/га

Срок посева	Биотип и название сорта			
	Плёнчатый – Омский 90, Саша		Голозёрный – Омский голозёрный 1	
	Предшественник			
	Пар чистый	Зерновые	Пар чистый	Зерновые
В среднем за 2002-2024 гг.				
7 мая	4,20	3,07	3,46	2,48
14 мая	4,48	3,41	3,66	2,88
21 мая	4,34	3,55	3,49	2,98
28 мая	3,89	3,18	3,25	2,75
4 июня	3,48	2,78	2,68	2,22
Среднее	4,08	3,20	3,31	2,66
Годы снижения СА нечётного 23-го 11-летнего цикла (2002-2008)				
7 мая	3,30	2,68	2,84	2,44
14 мая	3,34	2,81	2,84	2,70
21 мая	3,30	2,86	2,38	2,28
28 мая	2,33	2,37	1,83	2,09
4 июня	1,61	1,96	1,21	1,47
Среднее	2,78	2,54	2,22	2,20
Годы повышения СА чётного 24-го 11-летнего цикла (2009-2014)				
7 мая	2,66	2,26	2,33	1,62
14 мая	3,35	2,63	2,93	2,12
21 мая	3,36	2,76	2,98	2,39

Продолжение таблицы 1

28 мая	3,47	2,88	3,21	2,43
4 июня	3,15	2,16	2,54	1,95
Среднее	3,20	2,54	2,80	2,10
Годы снижения СА чётного 24-го 11-летнего цикла (2015-2019)				
7 мая	5,51	3,56	4,30	2,71
14 мая	5,79	4,09	4,43	3,05
21 мая	5,54	4,10	4,23	3,36
28 мая	5,58	3,85	4,11	3,13
4 июня	5,26	3,69	3,60	2,58
Среднее	5,54	3,86	4,13	2,97
Годы повышения СА нечётного 25-го 11-летнего цикла (2020-2024)				
7 мая	5,99	4,11	5,01	3,57
14 мая	6,14	4,51	5,02	4,09
21 мая	5,80	4,94	5,01	4,42
28 мая	4,90	4,00	4,39	3,78
4 июня	4,73	3,77	3,93	3,30
Среднее	5,51	4,27	4,67	3,83

В годы повышения СА в чётном (24-м) 11-летнем цикле оптимальные сроки посева ячменя смещались на более позднее время. Так, при размещении по пару оптимальный срок посева плёнчатого сорта ячменя пришёлся на период 14-28 мая, обеспечивая получение 3,36-3,47 т/га зерна; голозёрного сорта – на 28 мая (3,21 т/га зерна). При посеве по зерновому предшественнику оба сорта, и плёнчатый и голозёрный, наиболее высокий уровень урожайности зерна, соответственно, 2,76-2,88 и 2,39-2,43 т/га, обеспечивали при посеве 21-28 мая, т.е. в третьей декаде мая.

В условиях снижения СА в чётном 24-м 11-летнем цикле (2015-2019 гг.) плёнчатый сорт ячменя наивысшую зерновую продуктивность при размещении по чистому пару формировал при посеве 14 мая (5,79 т/га), после зернового предшественника – 14-21 мая (4,09-4,10 т/га). Голозёрный сорт ячменя, размещаемый в этих условиях по пару, максимальную урожайность зерна (4,30-4,43 т/га) обеспечивал при посеве 7-14 мая, по зерновому предшественнику – 21 мая (3,36 т/га). В эти годы при оптимальных сроках посева плёнчатый сорт ячменя превосходил по урожайности зерна голозёрный сорт при размещении ячменя по пару на 1,36-1,49 т/га, или на 30,7-34,6%; по зерновому предшественнику, соответственно, на 0,73-0,74 т/ га, или на 21,7-22,0%.

В годы повышения СА нечётного (25-го) 11-летнего цикла (2020-2024 гг.) ситуация с реакцией сортов ячменя на срок посева в значительной степени была схожа с годами снижения СА чётного 24-го 11-летнего цикла. Так, при посеве ячменя по пару наибольшую урожайность зерна плёнчатого и голозёрного сортов обеспечивал срок посева 7-21 мая (соответственно, 5,80-6,14 и 5,01-5,02 т/га). При размещении ячменя после зернового предшественника в этих условиях оба сорта ячменя (плёнчатый и голозёрный) наиболее высокую урожайность зерна формировали при посеве 21 мая, соответственно, 4,94 и 4,42 т/га.

Можно констатировать, что плёнчатый сорт ячменя, размещаемый по пару, в условиях нечётного 11-летнего цикла, как на восходящей, так и на нисходящей ветви изменения СА, наивысшей урожайностью зерна характеризовался при посеве 7-21 мая. В чётном 11-летнем цикле на паровом фоне в годы повышения СА оптимальным для посева этого сорта был период 14-28 мая, снижения СА – 14 мая. При размещении плёнчатого ячменя после зернового предшественника в годы снижения СА, как в нечётном, так и чётном 11-летнем цикле, оптимальным был срок посева 14-21 мая; в годы повышения СА нечётного 11-летнего цикла – 21 мая, чётного – 21-28 мая.

Для голозёрного ячменя во все годы снижения СА нечётного и чётного 11-летних циклов оптимальным оказывался посев 7-14 мая; а при повышении СА в нечётном 11-летнем цикле – 7-21 мая, чётном – 28 мая. Голозёрный ячмень, размещаемый по зерновому предшественнику, в годы повышения СА в нечётном 11-летнем цикле и в годы снижения СА в чётном 11-летнем цикле наивысшую урожайность зерна обеспечивал при среднем сроке посева 21 мая; при снижении СА в нечётном 11-летнем цикле – 14 мая; повышении СА в чётном 11-летнем цикле – 21-28 мая.

Таким образом, выявлено, что в течение всего нечётного 11-летнего цикла СА и в годы снижения СА чётного 11-летнего цикла СА оптимальные сроки посева ячменя были более ранними, приходясь на период 7-21 мая. В условиях восходящей ветви СА чётного 11-летнего цикла оптимальные сроки посева ячменя смещались на более поздний период – 21-28 мая.

Выводы. Оптимальные сроки посева ярового ячменя в условиях южной лесостепи Омской области определяются динамикой изменения СА, а именно, тем, в каком 11-летнем цикле (нечётном или чётном) и на каком этапе (восходящей или нисходящей ее ветви) мы занимаемся возделыванием этой культуры.

Установлено, что в течение всего нечётного 11-летнего цикла СА и в годы снижения СА чётного 11-летнего цикла СА оптимальные сроки посева ячменя были более ранними, приходясь на период 7-21 мая. В условиях восходящей ветви чётного 11-летнего цикла СА оптимальные сроки посева ячменя смещались на более поздний период – 21-28 мая.

Плёнчатый сорт ячменя, размещаемый по пару, в условиях всего нечёт-

ного 11-летнего цикла СА, наивысшей урожайностью зерна характеризовался при посеве 7-21 мая. В чётном 11-летнем цикле на паровом фоне в годы повышения СА оптимальным для посева этого сорта был период 14-28 мая, снижения СА – 14 мая. При размещении плёнчатого ячменя после зернового предшественника в годы снижения СА, как в нечётном, так и чётном 11-летнем цикле, оптимальным был срок посева 14-21 мая; в годы повышения СА нечётного 11-летнего цикла – 21 мая, чётного – 21-28 мая.

Для голозёрного ячменя во все годы снижения СА нечётного и чётного 11-летних циклов оптимальным оказывался посев 7-14 мая; а при повышении СА в нечётном 11-летнем цикле – 7-21 мая, чётном – 28 мая. Голозёрный ячмень, размещаемый по зерновому предшественнику, в годы повышения СА в нечётном 11-летнем цикле и в годы снижения СА в чётном 11-летнем цикле наивысшую урожайность зерна обеспечивал при среднем сроке посева 21 мая; при снижении СА в нечётном 11-летнем цикле – 14 мая; повышении СА в чётном 11-летнем цикле – 21-28 мая.

Литература

1. Анохин П. К. Функциональная система как универсальный принцип изучения уровней биологической организации / П. К. Анохин // Развитие структурных уровней в биологии. – М.: Наука, 1972. – С. 100–111.

2. Белецкий Е. Н. Теория цикличности динамики популяций и методы многолетнего прогноза массового размножения вредных насекомых: дис. ... д-ра биол. наук / Харьковский ГАУ им. В.В. Докучаева / Белецкий Евгений Николаевич. – Харьков, 1992. – 290 с.

3. Проскуряков М. А. Хронобиологический анализ растений при изменении климата: монография / М. А. Проскуряков // Труды Института ботаники и фитоинтродукции. – Т.18 (1). – Алматы, 2012. 228 с.

4. Harrison V.L. Do sunspot cycles affect crop yields? Washington: Economic Research Service, Department of Agriculture // Agricultural Economic Report, 1976. – № 327. – 23 p.

5. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь / А. Л. Чижевский. – М.: Мысль, 1976. – 367 с.

6. Василевский В. Д. Агрономическая эффективность срока посева мягкой яровой пшеницы разных групп спелости в зависимости от солнечной активности / В. Д. Василевский // Научные инновации – аграрному производству: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летнему юбилею Омского ГАУ (21 февраля 2018 г.) [Электронный ресурс]. – 2018. – С. 71–75.

7. Василевский В. Д. Влияние солнечной активности на урожайность сортов мягкой яровой пшеницы разных групп спелости / В. Д. Василевский

// Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сб. мат. В 2 кн. / XV Международная научно-практическая конференция (г. Барнаул, 12-13 марта 2020 г.). – Барнаул: Изд-во Алтайского ГАУ, 2020. – Кн. 1. – С. 165–167.

8. Василевский В. Д. Использование вегетационного периода сортами мягкой яровой пшеницы различных групп спелости в южной лесостепи Западной Сибири в зависимости от солнечной активности / В. Д. Василевский // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса: Сборник трудов международной научно-практической онлайн конференции (г. Новосибирск, 13 октября 2020 г.). – Новосибирск, 2020. – С. 37–39.

9. Василевский В. Д. Интенсивность накопления урожая зерна сортами пшеницы в зависимости от солнечной активности в лесостепи Западной Сибири / В. Д. Василевский // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сборник материалов. В 2 кн. / XVII Международная научно-практическая конференция (г. Барнаул, 9-10 февраля 2022 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. – Кн. 1. – С. 201–203.

10. Василевский В. Д. Оптимизация срока посева мягкой яровой пшеницы в зависимости от динамики солнечной активности в южной лесостепи Западной Сибири / В. Д. Василевский // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: Сборник статей по материалам XXV Международной научно-практической практической конференции, посвященной 100-летию агротехнологического факультета и 185-летию подготовки специалистов аграрного профиля. – Горки: Белорус. ГСХА, 2025. – С. 26–31.

УДК 632.4:633.11

ЗАРАЖЕННОСТЬ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ФИТОПАТОГЕННЫМИ ГРИБАМИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Васильева В.А., Рукавицина И.В., Булгакова И.Н.

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева»,

Введение. Возделывание зерновых культур, в том числе яровой мягкой пшеницы, является ключевым составляющим в агропромышленном комплексе Казахстана. В связи с этим одним из основных условий для получения высоких урожаев является использование здорового посевного материала.

Одной из основных причин снижения урожайности (в среднем на 20%) [1] и ухудшению его технологических качеств [2] является зараженность семян возбудителями различных болезней, в том числе грибных, вызывающих развитие корневых гнилей, гибель проростков и всходов. Особое место среди патогенной микрофлоры зерновых культур занимает инфекция семенного материала, поскольку около 60% возбудителей болезней передается вместе с ними [1].

На пшенице встречается около 25 заболеваний, вызываемых фитопатогенными микроорганизмами. Возникают они из-за дефицита минеральных питательных веществ и других абиотических факторов [3].

В семенном материале фитопатогены способны сохраняться как внутри, так и на поверхности семян и передаваться посредством мицелия гриба или спор, а также как примесь с семенами. Обнаружить скрытую инфекцию и провести идентификацию возбудителей болезней возможно с помощью фитопатологической экспертизы семенного материала [4]. Для своевременного лечения заболеваний и профилактики их прогрессирования необходима диагностика фитопатогенов, которые способны переноситься с семенами, чтобы предотвратить их распространение на новые территории, где они могут также вызывать болезни [5].

Понимание причины возникновения болезни и специализированная диагностика, особенности развития того или иного патогена на сортовом уровне являются основой для фундамента успешного проведения защитных и профилактических мероприятий в сортовых технологиях [6-8]. Следовательно, одним из способов достижения стабильных и высоких урожа-

ев является использование высококачественного, сертифицированного посевного материала, свободного от патогенных и плесневых грибов [9].

Новизна исследований.

Научная новизна заключается в выявлении региональных особенностей формирования грибного патокомплекса семян яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана, включая количественную оценку доминирующих фитопатогенов (Alternaria, Fusarium и Bipolaris) и сравнительный анализ уровня зараженности сортов различного эколого-географического происхождения. Установлено, что отечественные сорта характеризуются более низкой степенью инфицированности.

Цель и задачи. Цель исследований – определение степени зараженности семенного материала яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения, отобранного из хозяйств различных регионов Северного Казахстана.

Материалы и методика. Из 9 хозяйств Северного Казахстана проведен отбор семенного материала различных сортов яровой мягкой пшеницы (21 образец) согласно ГОСТ 12036-85 [10]. Данные образцы были представлены казахстанской селекцией (6 образцов), российской (4 образца) и европейской (10 образцов).

Оценка зараженности семян грибами проведена в соответствии с ГОСТ 12044-93 [11]. Для определения скрытой семенной инфекции, семена обеззараживали 10% гипохлоритом натрия, с последующим промыванием в стерильной воде до полного устранения характерного запаха. Затем семена раскладывали в чашки Петри (по 25 зерен в четырехкратной повторности) на агаризованную среду Чапека следующего состава, г/л воды: сахароза – 30, K_2HPO_4 -1, $MgSO_4$ - 0,5, KCl - 0,5, $FeSO_4$- 0,01, агар-агар - 15. Чашки Петри инкубировали в термостате ТС-80 СПу при температуре 25-27°С в течение 7-10 дней и затем проводили учет зараженности семян грибами. Для идентификации микроорганизмов использовали цифровой бинокулярный микроскоп Альтами БИО 1 при увеличении 600х с использованием определителей [12-15].

Полученные экспериментальные данные обработаны статистически с использованием пакета программ Excel и «SNEDEKOR». Графическое оформление результатов проводили в программе Microsoft Excel.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований установлено, что семена пшеницы всех исследуемых сортов инфицированы микроскопическими грибами, в том числе и фитопатогенными видами (рисунок 1).

При оценке семенного материала по эколого-географическому происхождению следует отметить, что наименьшая общая зараженность грибами (скрытая инфекция) выявлена в семенном материале пшеницы сортов казахстанской селекции - 71%, европейской – 74% и российской 78,5%. Сорта казахстанской и российской селекции оказались значительно инфициро-

ваны грибами Alternaria spp. (22,3% и 18% соответственно), а европейские сорта поражены этими микромицетами на 14%, в которых также обнаружены и таксоны рода Fusarium (4%) и Bipolaris (1%).

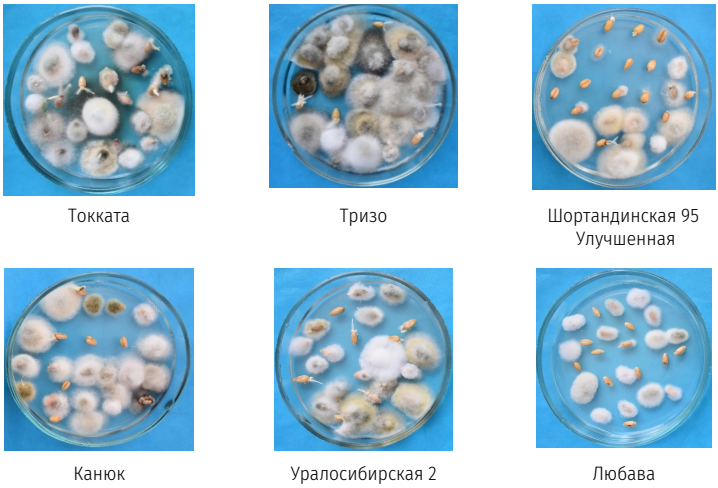
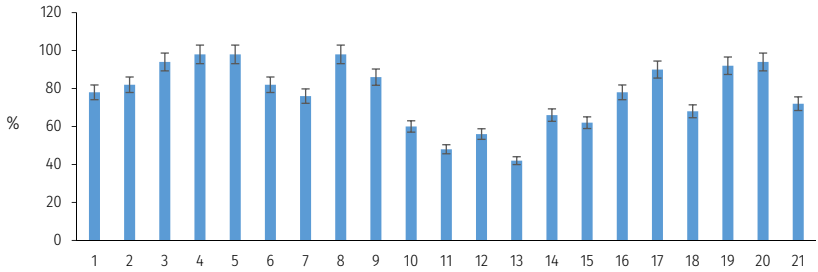


Рисунок 1 – Зараженность семян яровой мягкой пшеницы фитопатогенными грибами

При анализе общей зараженности семенного материала фитопатогенными грибами установлено, что она в среднем варьировала от 42% (сорт Токката) до 98% (сорт Шортандинская 95 улучшенная, Уралосибирская, Зерендинская) (рисунок 2).



Сорта пшеницы: 1 – Астана; 2 – Астана 2; 3 – Шортандинская 2012; 4 – Шортандинская 95 улучшенная; 5 – Уралосибирская; 6 – Уралосибирская 2; 7 – Любава; 8 – Зерендинская; 9 – Алтайская Жница; 10 – Гранни; 11 –Алабуга; 12 – Шортандинская улучшенная; 13 – Токката; 14 – Флоренс ; 15 – Одета; 16 – Ликамеро; 17 – Тризо; 18 – Каликсо; 19 – Ясмунд; 20 – Корнетто; 21 – Канюк.

Рисунок 2 – Зараженность семян яровой пшеницы грибами (скрытая инфекция)

Грибной комплекс в основном был представлен видами *Alternaria spp.*, *Fusarium spp., Aureobasidium spp., Pyrenophora spp., Bipolaris spp.*. Зараженность этими микромицетами в процентном соотношении представлена на рисунке 3.

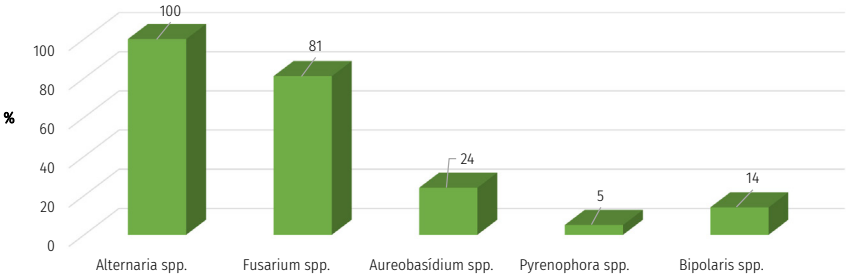


Рисунок 3 – Таксономический состав грибов, инфицирующих семена пшеницы (скрытая инфекция)

Как видно из рисунка 3, независимо от сорта пшеницы и места ее возделывания в семенном материале выявлены грибы рода *Alternaria spp.* (до 100%), что свидетельствует о их высоком распространении. Низкий процент зараженности отмечался у сорта Корнетто (27,5%), высокий – у сорта Шортандинская 95 улучшенная (100%). Инфицирование семян пшеницы грибами *Alternaria* зависит от многих факторов. В частности, затягивание с уборкой и дождливая погода могут значительно способствовать высокой зараженности зерна. Гриб *Alternaria* относятся к группе условно патогенных видов и довольно часто сопутствует другим, более агрессивным патогенам, которые усиливают заболевание. Однако, по разным данным, гриб *Alternaria* не играет существенной роли в снижении урожая [16].

Наряду с грибами *Alternaria,* значительную степень распространения в семенах пшеницы получили и виды рода *Fusarium spp.* (около 80%). В среднем зараженность этими микромицетами варьировала от 1,9% (сорт Уралосибирская) до 68% (сорт Корнетто). Полученные данные свидетельствуют о том, что наличие фузариозной инфекции в семенном материале может способствовать в дальнейшем развитию заболеваний злаковых культур. Наиболее вредоносным является корневая гниль, при которой происходит поражение сосудистой системы, повреждение колосьев и зерна. Опасность состоит и в том, что грибы *Fusarium spp.* являются продуцентами микотоксинов, в частности дексоксиниваленон (ДОН) и Т-2 токсин, на которые установлены строгие предельные нормы содержания их в зерне и продуктах его переработки. Семенной материал, зараженный грибами *Fusarium,* дает ослабленные проростки с замедленными ростовыми процессами и изре-

женные всходы за счет активного питания фитопатогена, являющегося причиной корневых гнилей пшеницы. Зараженный посевной материал, попадая в почву, способствует увеличению существующих очагов фитопатогена или формированию новых [16].

Зараженность семенного материала грибами рода *Bipolaris* на сегодняшний день среди множества грибных заболеваний яровой пшеницы занимает ведущее место. Данная болезнь вызывает бурую пятнистость семян. Ее вредоносность заключается в том, что снижение фотосинтеза приводит не только к потере урожая, но и к ухудшению качества, что делает пшеницу непригодной для производства муки. Грибы рода *Bipolaris* составляли 14% от общей зараженности исследуемых образцов. Зараженность этими грибами составляла 3,5% у сортов Флоренс и Тризо, и достигало 6,0% у сорта Каликсо. Из семян остальных сортов данный гриб не выделялся.

Грибы рода *Aureobasidium* являются широко распространенными эпифитами зерновых культур и довольно часто выявляются в составе микробиоты семенного материала.

Они также способны формировать скрытую инфекцию, колонизируя поверхность и микроповреждения зерна. В зависимости от условий эти грибы могут проявлять как условно-патогенные свойства, вызывая полиспороз или побурение (ломкость) стеблей зараженного им растения, так и антагонистическую активность по отношению к фитопатогенном грибам [17].

Доля зараженности грибами *Aureobasidium sp.* в среднем составляла 24%. Наименьшая инфицированность этими грибами отмечалась у сорта Зерендинский – 1,8%, максимальная у сорта Канюк (11,5%).

Pyrenophora sp. – гриб, вызывающий желтую пятнистость культуры, одну из наиболее вредоносных болезней пшеницы. В последние годы это заболевание является одним из самых вредоносных, особенно в условиях сильного увлажнения и при использовании минимальной технологии обработки почвы. Гриб *Pyrenophora* явялется одной из главных причин потерь урожая яровой пшеницы во многих зерносеющих регионах, включая Казахстан и Россию [18]. Данные грибы выявлены только в семенном материале пшеницы сорта Зерендинская, зараженность которыми составляла 2,5%.

Выводы. На основании проведенных исследований установлено, что что весь семенной материал сортов яровой мягкой пшеницы, независимо от его эколого-географического происхождения, заражен фитопатогенными грибами, играющими значительную роль в развитии грибных болезней в период вегетации растений, что в последствие может способствовать снижению будущего урожая и его качества.

В грибном патокомплексе доминирующими являлись виды *Alternaria spp.,* обнаруженные практически во всех исследуемых образцах. Сорта яровой пшеницы Токката и Алабуга были поражены этими грибами менее 50%. Представители рода Fusarium spp. и *Bipolaris sp.* также были обнаружены в семенах пшеницы, но в меньшем количестве.

Наименьшую зараженность семенного материала грибами имели отечественные сорта в сравнение с российской и европейской селекцией.

Учитывая высокую инфицированность семенного материала фитопатогенными микроорганизмами, необходимо проведение профилактических мероприятий по снижению зараженности семенного материла пшеницы, с использованием эффективных протравителей и биопрепаратов для предпосевной обработки.

Литература

1. Kamoun S., Talbot N.J., Islam M.T. Plant health emergencies demand open science: Tacklinga serial killer on the run.//PLoS Biol. – 2019. – P. 300-302.

2. Zargaryan N. Yu. Infection of grain crops withfungi of the genus Fusarium/ N. Yu. Zargaryan, A. Yu.Kekalo, V. V. Nemchenko // BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference, Tyumen, 19–20 июля 2021 года. – Tyumen: EDP Sciences,2021. – P. 04008. – DOI 10.1051/bioconf/2021360400.

3. Лысов А. К. Проблемы применения средств защиты растений и пути снижения их техногенного воздействия на окружающую среду //АгроЭко-Инженерия. – 2023. – №. 3. – С. 34-50.

4. Заргарян Н.Ю. Зараженность семян и растений пшеницы фитопатогенами рода Fusarium, методы оздоровления/Н. Ю. Заргарян, А. Ю. Кекало, В. В. Немченко//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 96-101.

5. Iosub L. M. et al. Micoflora associated with wheat seeds//Sci Pap SerA Agron. – 2023. – Т. 66. – №. 1. – P. 366-370.

6. Кинчарова М. Н., Матвиенко Е. В. Разнокачественность семян сорго зернового, сформированных в разных частях метелки, и ее влияние на посевные качества и микофлору//Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – №. 5. – С. 64-72.

7. Кинчарова М. Н., Матвиенко Е. В. Эффективность предпосевной обработки семян в борьбе с болезнями зернового сорго//Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 09. – С. 2–10. DOI: 10.32417/1997- 4868-2021-212-09-2-10.10.

8. Nguvo K. J., Gao X. Weapons hidden underneath: bio-control agents and their potentials to activate plant in-duced systemic resistance in controlling crop Fusarium diseases//Journal of plant diseases and protection. –2019. – №. 126. – P. 177–190. DOI: 10.1007/s41348-019-00222-y.

9. Zolkin A. L., Matvienko E. V., Shavanov M. V. Innovative technologies in agricultural crops breeding andseed farming//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk, 2021. Sci. 677. Articlenumber 022092. DOI: 10.1088/1755-1315/677/2/022092

10. ГОСТ 12036-85. Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб. – Взамен ГОСТ12036-66; введ. 1986 – 07 – 01. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – С. 3-7.

11. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – Взамен ГОСТ 12044-81; введ. 1995 – 01 – 01. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – С. 6-21.

12. Билай Т.И. Определитель грибов./Т.И. Билай, А.А. Курбацкий //Киев: Наука думка, 1990. – 485 с.

13. Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. – Наука, 1967. – 303 с.

14. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. – М.: Мир, 2001. – 486 с.

15. Bhushan B. T. et al. Alternaria //Compendium of Phytopathogenic Microbes in Agro-Ecology: Vol. 1 Fungi. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2025. – С. 1-21.

16. Уалиева Р. М., Жангазин С. Б., Жақсыбек М. Ә. Фитосанитарное состояние семян яровой пшеницы в условиях Северо-востока Казахстана //Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary. – 2022. – №. 3. – С. 115-121.

17.Левитин М. М. Фитопатогенные грибы и болезни человека//Защита и карантин растений. – 2009. – №.9. – С. 24-25.

18. Коваленко Н. М., Зеленева Ю.В., Судникова В. П. Устойчивость к пиренороорозу (Pyrenophora tritici-repentis) у сортов озимой мягкой пшеницы (Triticum aestivum L.), возделываемых на территории Тамбовской области //Сельскохозяйственная биология. – 2023. – Т. 58. – №. 5. – С. 915-926.

УДК 633.11:631.45/.82:479.24

EVALUATION OF SOIL FERTILITY PARAMETERS AND WHEAT YIELD RESPONSE TO A MICRONUTRIENT-ENRICHED FERTILIZER UNDER THE AGRO-ECOLOGICAL CONDITIONS OF BILASUVAR DISTRICT, AZERBAIJAN

G.F.Musayeva, L.U.Hasanova

Baku, Azerbaijan
Research Institute of Crop Husbandry

Abstract

This study involved an agrochemical and chemical analysis of soil samples taken from a demonstration field in the Bilasuvar district. Additionally, the effect of the Polish-made preparation “Dr Green-Grain (powder)” on the productivity of the “Gobustan” wheat variety was investigated. During the study, key soil parameters were determined, including pH level, carbonate content, humus content, total nitrogen, available phosphorus, and exchangeable potassium.

The analytical results revealed that the studied soils are predominantly weakly alkaline (pH 6.51–8.14), characterized by moderate to high carbonate content, and are well to highly supplied with humus. However, the soils exhibited very low to low available phosphorus levels, while exchangeable potassium content was high to very high. Regarding salinization indicators, the concentration of harmful salts in the area was low, and no significant salinization was observed.

The results of the field experiments demonstrated that the application of “Dr Green-Grain (powder)” increased the yield of the “Gobustan” wheat variety by 9.4 quintals per hectare (or 20.5%) compared to the recommended control treatment. Furthermore, the preparation positively influenced yield structure components, including plant height, number of grains per spike, and the thousand-grain weight.

Introduction

The ability of agricultural crops to produce high and quality yields directly depends on soil fertility, its physicochemical properties, and the degree to which plants are supplied with essential nutrients. Enhanced cooperation between researchers, policymakers, and farmers can pave the way for fertilizers and nano- fertilizers to become a cornerstone of more sustainable and resilient agricultural systems[10]. Soil is not only a renewable natural resource but also plays a central role in the management of other resources (water, biodiversity,

vegetation). The soil pH, carbonate content, humus content, as well as the reserves of available nitrogen, phosphorus, and potassium, are among the key factors determining normal plant development and productivity [1]. The territory of the Republic of Azerbaijan is characterized by diverse soil and climatic conditions, and a significant portion of the soils used for cultivation has been subjected to varying degrees of salinization. According to statistical data, up to 35-40% of the arable land distributed across the country has been affected by various levels of salinization [3]. For this reason, determining the agrochemical properties of soils, along with the degree and type of salinization for each region, holds considerable scientific and practical importance. The observed yield increase under the application of 'Dr Green-Grain (powder)' may also involve the modulation of stress-related signaling pathways. For instance, Wang et al. [9] demonstrated in sugarcane that JA and auxin pathway interactions play a critical role in drought tolerance, suggesting that similar mechanisms could be activated by micronutrient-enriched fertilizers in wheat.

In recent years, the application of various types of fertilizers, including next-generation preparations enriched with micronutrients, has become widespread in agriculture with the aim of increasing crop productivity. Rosa et al. (2025) reviewed nano- and microstructured systems for controlled release of agricultural inputs, highlighting their efficiency and sustainability benefits[6]. A systematic review by Garg et al. (2023) comprehensively analyzed nano-biofertilizer formulations, emphasizing their potential to transform conventional farming into smart agriculture The micronutrients present in these preparations (iron, copper, manganese, zinc, boron, molybdenum, etc.) enhance plant enzymatic activity, intensify the process of photosynthesis, and increase resistance to stress factors . Similarly,Anjali et al. reviewed the role of nanoparticles in synthesizing bio-based chemicals from agricultural waste, highlighting the potential of nanotechnological approaches in sustainable agriculture [1]. Hernández-Hernández and Juárez-Maldonado (2025) further proposed nano-biofortification as a strategy to improve global nutrition by enriching crops with micronutrients and beneficial elements[4]. As noted by Upadhayay et al. [8], the successful adoption of nano-bioinoculants requires addressing economic and technical limitations through collaborative efforts. The primary objective of this research was to study the main agrochemical indicators of soils distributed in the demonstration field of the Bilasuvar district, determine the degree and type of salinization, as well as to assess the effect of "Dr Green-Grain (powder)", a product manufactured by Dr. Green Sp. z o.o. (Poland), on the productivity of the "Gobustan" wheat variety. The research was conducted in the demonstration field of the Bilasuvar district. Prior to sowing, soil samples were collected from five different points (C1, C2, C3, C4, C5) in the experimental field from a depth of 0–30 cm, where no fertilizers had been applied. The samples were taken along a crossing diagonal pattern to form a composite sample. The following parameters were determined in the soil samples using appropriate methods:

pH (in water) – potentiometric method; Calcium carbonate ($CaCO_3$) – calcimeter method; Total humus – Tyurin method; Total nitrogen – Kjeldahl method; Available phosphorus (P_2O_5) – Machigin method; Exchangeable potassium (K_2O) – Machigin method; Content of harmful salts – dry residue method; Chloride ion (Cl^-) – titrimetric method. According to V.G. Mineyev, starting from the grain-filling stage of the wheat plant, 70% of the protein content in the grain and grain yield is formed from aboveground biomass, while the remaining 30% is derived from readily available essential nutrients in the soil. Therefore, it is necessary to determine the aboveground dry biomass yield of the plant.

Basic agrochemical and selected chemical analysis indicators of soil samples taken from the demonstration field of the Bilasuvar district

No	Sample ID	Total soluble salts (dry residue), %	(Cl^-), %	pH	Humus, %	Total nitrogen, %	Exchangeable potassium (K2O)	Available phosphorus (P2O5)	Calcium carbonate (CaCO3) %
							mg kg^{-1}		
1	C1	0.465	0.066	8.02	1.386	0.107	535	4.1	11.1
2	C2	0.522	0.056	8.13	2.619	0.203	522	3.7	12.9
3	C3	0.439	0.094	8.18	2.156	0.167	530	3.9	11.2
4	C4	0.445	0.064	8.19	1.608	0.125	583	3.8	10.9
5	C5	0.425	0.064	8.20	2.097	0.163	562	3.5	11.0

As is evident from the table, all samples are characterized by alkaline reaction (pH 8.02–8.20), high carbonate content ($CaCO_3$ 10.9–12.9%), low to moderate humus content (1.386–2.619%), and indicate low to moderate soil productivity. In sample C2, the humus content (%) is the highest, along with elevated nitrogen and moderate soluble salt levels; chloride (Cl^-) and potassium (K) concentrations are relatively high, while phosphorus content is very low (as is the case in all samples). Sample C3 is notable for its relatively high chloride content. In this cultivated area of the Bilasuvar district, the soils are carbonaceous, alkaline, very low supplied with phosphorus, rich in potassium, and moderately to poorly supplied with nitrogen. The main limiting factors are extremely low phosphorus availability and alkaline reaction. Given the low humus content, the systematic application of organic fertilizers (manure, green manure) is essential.

References

1. Anjali, S.V., Sharma, A., Kumar, R., Singh, P., Verma, S., Gupta, N., Patel, R., & Singh, M. (2025). Nanoparticles for the synthesis of bio-based chemical

5-Hydroxymethyl furfural from agricultural waste and biomass-derived carbohydrates: A review. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. // https://doi.org/10.1002/jctb.7012

2. Chen, K., Zhang, L., Wang, Y., Liu, X., Li, J., Zhao, H., Wu, Q., Sun, W., & Yang, F. (2025). Biosynthesized Fe-C-dots nanozymes modulate growth, physiological and phytochemical peculiarity to improve saline-alkaline stress tolerance in wheat. Plant Physiology and Biochemistry, *109777*. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2025.109777

3. Garg, D., Sharma, R., Kumar, S., Singh, A., Verma, P., Gupta, N., Patel, M., & Yadav, S.K. (2023). Nano-biofertilizer formulations for agriculture: A systematic review on recent advances and prospective applications. Bioengineering,*10*(9), 1010. https://doi.org/10.3390/bioengineering10091010

4. Hernández-Hernández, H., & Juárez-Maldonado, A. (2025). Nano-biofortifying crops with micronutrients and beneficial elements: Toward improved global nutrition. Food Bioscience, *106848*. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.106848

5. Mondal, P.C., Singh, R., Kumar, A., Sharma, N., Gupta, S., Patel, P., Das, S., Roy, A., & Ghosh, T. (2025). Phytochemical, nematicidal, and aphidicidal studies of the leaves of Cannabis sativa L. ACS Agricultural Science & Technology, ASAP Article. https://doi.org/10.1021/acsagscitech.5c00123

6. Rosa, A.R.T., Silva, M.R., Santos, P.L., Oliveira, J.C., Pereira, A.L., Costa, F.S., Ferreira, R.M., Almeida, C.V., & Souza, L.F. (2025). Nano- and microstructured systems for controlled release of agricultural inputs: Innovations for efficiency and sustainability. Journal of Agricultural and Food Chemistry, *73*(18), 10681-10691. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c01245

7. Sangwan, A., Kumar, V., Sharma, P., Singh, R., Gupta, N., Malik, S., Rani, P., Kumar, S., & Singh, D. (2025). Smart silica nanocomposites activating plant defenses via enhanced biomolecule deposition on superhydrophobic monocot surfaces. Journal of Agricultural and Food Chemistry, ASAP Article. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c01234

8. Upadhayay, V.K., Singh, A., Sharma, P., Kumar, S., Verma, A., Patel, R., Gupta, R., Singh, M., Kumar, V., & Yadav, S. (2025). Nano-bioinoculants for sustainable agriculture: Potentiality, limitations, and economic aspects. In Nano-bioinoculants (pp. 117-144). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-78945-2_5

9. Wang, C., Li, H., Zhang, Y., Chen, X., Liu, W., Zhao, J., Yang, B., Wu, S., & Huang, L. (2025). ScJAZ15-1 attenuates drought tolerance and promotes flowering through interaction with JA and auxin pathways in sugarcane.Journal of Agricultural and Food Chemistry, ASAP Article. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c00890

10.Yadav, K.S.R., & Mandaliya, V.B. (2025). Nano-fertilizer for climate-smart agriculture: A comprehensive patent analysis. In Nanotechnology in the Life Sciences (pp. 195-213). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67890-7_8

УДК 631.86

A BIBLIOMETRIC INSIGHT INTO GLOBAL VERMICOMPOST RESEARCH

Ogra I.O., Kurovsky A.V., Kornievskaya E., Jibril M.S., Yange I.A., Muhammad S.A.J, Babenko A

Tomsk, Russian Federation

Biological Institute, Tomsk State University,

Introduction

Vermicompost is a nutrient-rich material generated through the breakdown of organic matter by earthworms. It provides a sustainable alternative to chemical fertilizers by delivering organic nutrients, reducing reliance on synthetic inputs, and mitigating methane emissions from landfill-bound waste, thereby offering notable environmental advantages [1]. Studies have shown that its application enhances seedling vigor, accelerates growth, and improves resistance to pests, underscoring its effectiveness as an eco-friendly soil amendment [2–4].

Vermicomposting itself is a natural, aerobic process in which earthworms, especially Eisenia fetida, interact with microorganisms to decompose and mineralize organic substrates into stable organic manure [5–8]. During this process, most organic materials are broken down, while the remaining fraction is converted into a stabilized product enriched with bioactive compounds such as humic substances, enzymes, plant hormones, and essential minerals. These components improve nutrient availability and support strong plant development [4, 9]. The final vermicompost product contains significant levels of key nutrients, including nitrogen, phosphorus, and potassium, as well as beneficial microbes and micronutrients that collectively enhance soil fertility and promote plant productivity [9, 10].

With ongoing advances in vermicomposting technologies, it is increasingly important to track emerging innovations and methodological improvements in the field. Such monitoring ensures continuity in research and enables stakeholders, including researchers, institutions, and industry practitioners, to optimize vermicompost quality and production efficiency [11–13]. Bibliometric analysis offers a powerful means to achieve this, as it facilitates the identification of major research trends, leading contributors, and the progression of scientific knowledge. By mapping the intellectual structure of the field and highlighting future research directions, this approach provides valuable insight into the development of this expanding discipline [13]. In light of the rapidly evolving vermicompost research landscape, an updated, comprehensive bibliometric assessment is essential to capture recent advances and trends.

Objectives

This study presents a detailed bibliometric evaluation of global research output on vermicompost covering 1980 to 2024. It quantitatively analysed research trends, developments, and scholarly output, delivering a comprehensive overview of the state of research.

Methodology

The data analyzed in this study were retrieved from the Scopus database on February 12, 2025. The search strategy applied was ("Vermicompost*"). Relevant publications were then screened to ensure alignment with the study criteria, focusing on works in which "vermicompost" or "vermicomposting" constituted the primary research theme. This process yielded a total of 3,085 documents for comprehensive bibliometric analysis. Data processing and analysis were conducted using Microsoft Excel alongside specialized bibliometric software, particularly the *Bibliometrix* package in R.

Results

The analysis encompassed 3,085 papers, of which 111 were single-authored. The rate of international collaboration was 17.02%, with an average of 4.27 co-authors per publication. In addition, the dataset contained 5,583 author-defined keywords. The field demonstrated a strong annual growth rate of 14.8%, with an average of 21.79 citations per document.

Temporal trends indicate an initial lag phase in vermicompost research between 1983 and 1995, followed by steady growth from 1998 to 2010. After a short but noticeable decline between 2011 and 2014, publication output increased consistently from 2015 onward. Peak average citation rates were observed in the years 2000, 2016, and 2018.

In terms of global research output, India ranked first with 3,075 publications, followed by China with more than 2,160. Other notable contributors included Iran, Brazil, Mexico, and Spain, although each recorded fewer than 1,000 publications. Citation analysis showed that India also led with 17,839 citations, followed by China with 7,119. The United States and Spain reported comparable citation counts, with 5,349 and 5,300, respectively. Iran, Brazil, and Malaysia occupied intermediate positions with 3,231, 2,588, and 1,944 citations, while Mexico, Italy, and France recorded the lowest citation counts among the top ten contributing countries.

Analysis based on the corresponding author's country shows that India produced the largest number of single-country publications, whereas China led in multi-country collaborations. In contrast, the United States recorded the highest proportion of internationally co-authored papers relative to its total output. Although Turkey contributed fewer publications overall, it had the highest share of single-country studies.

Regarding author productivity, Domínguez J and Garg VK emerged as the leading contributors, with 56 and 51 publications, respectively. Other prominent

authors included Zhang Y, Edwards CA, Abbasi SA, and Nogales R. In terms of impact, Garg VK achieved the highest H-index (31), closely followed by Domínguez J (30). Edwards CA, Apancon NQ, Nogales R, and Abbasi SA recorded H-indices of 26, 24, 24, and 23, respectively. A comparative assessment of the top 10 authors further revealed that Garg VK ranked highest in both H-index (31) and M-index (1.348), while Domínguez J, whose publications date back to 1997, led in G-index (56) and total output. Meanwhile, Edwards CA accumulated the highest citation count, with 3,997 citations.

Discussion

The vermicompost research landscape reflects a steadily expanding knowledge base, with 7,894 authors and 852 sources contributing to a total of 3,085 publications. Compared with earlier studies, this represents substantial growth. For example, a Web of Science–based analysis by Ghorbani and Sabour [14] reported 2,174 publications as of 2017, while Ul Baligah et al. [13] identified 2,064 documents across Scopus, Google Scholar, and PubMed. The higher number of publications observed in the present study likely reflects the rapid expansion of research in this field, consistent with the 14.8% annual growth rate identified.

The average of 4.27 co-authors per document suggests that most publications involve four to five contributors, highlighting a strong culture of collaboration. This pattern reflects the multidisciplinary nature of vermicompost research, where expertise from multiple domains is often required. Co-authorship facilitates the sharing of knowledge, resources, and technical skills, while diverse perspectives can strengthen the robustness, credibility, and overall impact of research outcomes. This trend is also characteristic of the biological sciences, where collaborative efforts are commonly essential due to the complexity and integrative nature of the work.

Elevated citation activity around 2015 has also been reported by Ul Baligah et al. [13]. In contrast, years such as 1990, 1994, and 2023 show reduced citation levels, reflecting comparatively lower research visibility, possibly due to fewer impactful publications or shifts in research priorities. Overall, the fluctuating citation trends highlight the influence of external factors, including scientific advancements, funding availability, technological progress, and broader global developments.

In terms of geographic contribution, India and China dominate the field, with more than 3,000 and 2,000 publications, respectively. Other countries, including Iran, Brazil, and Mexico, contribute substantially, each producing between 500 and 1,000 publications, thereby reinforcing their roles as key contributors to vermicompost research. The findings underscore notable disparities in research output across countries, largely shaped by differences in research capacity, resource availability, and strategic focus. While regions with high productivity are clearly identified, the analysis also points to opportunities for increased research activity in underrepresented areas. Consistent with earlier studies

by Ghorbani and Sabour [14] and Mhamdi and Trabelsi [15], India emerges as the most prolific contributor, and its leading citation count further reflects its strong global influence in this research domain.

The leading roles of India and China can be attributed to their strong focus on improving soil health and fertility through organic approaches, particularly in the context of intensive agricultural systems that have traditionally depended on chemical fertilizers. In addition, the substantial volumes of municipal, agricultural, and industrial waste generated in these countries have driven the adoption of circular economy strategies for waste recycling. As a result, significant investments have been made in vermicomposting research and technologies. Government funding, active university-based research, and policy emphasis on environmental management have further supported this leadership, as noted by Mhamdi and Trabelsi [15]. Moreover, national and regional priorities in these countries increasingly emphasize waste valorization, sustainable agriculture, and soil restoration, creating both financial support and institutional incentives that enhance research output from academic and research institutions.

Collaboration patterns also play a key role in shaping research progress. Single-country publications (SCP) involve authors from one nation, whereas multiple-country publications (MCP) reflect international collaboration. Although India leads in overall output, it records a higher number of SCPs (580) compared to MCPs (52), indicating that most of its research is conducted domestically. In contrast, the United States demonstrates a higher proportion of MCPs (27%), reflecting a stronger inclination toward international collaboration. This suggests a more globally integrated research approach, which is often essential for advancing scientific innovation. The overall international co-authorship rate of 17.02% observed in this study indicates a moderate level of global collaboration. However, it also suggests that opportunities remain to strengthen international partnerships, as broader collaboration can enhance the quality and impact of research through shared expertise, diverse perspectives, and access to wider resources, despite potential challenges such as funding limitations and communication barriers.Top of FormBottom of Form

Furthermore, Domínguez J emerged as the most prolific author in the field, underscoring his significant contribution to the advancement of vermicompost research. His work includes studies on the vermicomposting of mixtures composed of pulp mill sludge, sewage sludge, poultry slurry, and pig slurry at varying ratios, where he reported notable growth and mortality responses across the different combinations [16].

The H-index, a key indicator of research impact, identifies Garg VK as the most influential author in this domain. His research investigated the vermicomposting of solid textile mill sludge blended with cow dung at different proportions. The results demonstrated a decrease in the C:N ratio and heavy metal content, alongside increases in total nitrogen and phosphorus levels.

These findings suggest that solid textile mill sludge can serve as a viable substrate for vermicomposting when combined with up to 30% cow dung [17].

Conclusion

Vermicompost research has evolved from early investigations focused on composting processes and earthworm biology into a key component of sustainable agriculture and circular bioeconomy frameworks. The field is experiencing robust global expansion, marked by the rise of new research hubs and growing levels of international collaboration. Continued advancement will rely on interdisciplinary approaches and stronger global partnerships to translate scientific insights into scalable, climate-resilient agricultural practices.

This study is limited to data retrieved from the Scopus database. Although Scopus is comprehensive, it may not encompass all relevant publications indexed in other databases such as Web of Science or PubMed, potentially introducing selection bias [18–21]. Such bias arises when the dataset analyzed does not fully represent the broader body of literature, often due to database-specific coverage. Therefore, the findings presented here should be interpreted within the context of the Scopus-indexed research landscape.

References

1 Chowdhury A., Sarkar A. Vermicomposting — the sustainable solid waste management // Waste management and resource recycling in the developing world. — 2023. — P. 701–719. — DOI: 10.1016/B978-0-323-90463-6.00013-0.

2 Akhilesh S., Paul Raj S., Viveka K., Sharma G.D. Influence of vermicompost and split applied nitrogen on growth, yield, nutrient uptake and soil fertility in pole type French bean (Phaseolus vulgaris L.) in an acid Alfisol // Legume Research. — 2017. — Vol. 41, No. 1. — P. 126–131. — DOI: 10.18805/lr.v0iOF.9107.

3 Ensermu B., Alemayehu Y. Effects of vermicompost and blended NPSB fertilizer on major physicochemical properties of soil and economy of maize production at Bako, central Ethiopia // International Journal of Environmental Chemistry. — 2024. — Vol. 8, No. 2. — P. 37–47. — DOI: 10.11648/j.ijec.20240802.12.

4 Hussain N., Abbasi S.A. Enhancement in the productivity of ladies finger (Abelmoschus esculentus) with concomitant pest control by the vermicompost of the weed Salvinia (Salvinia molesta Mitchell) // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. — 2017. — Vol. 6, No. 4. — P. 335–343. — DOI: 10.1007/s40093-017-0181-7.

5 Pramanik P., Chung Y.R. Changes in fungal population of fly ash and vinasse mixture during vermicomposting by Eudrilus eugeniae and Eisenia fetida: documentation of cellulase isozymes in vermicompost // Waste Management. — 2011. — Vol. 31, No. 6. — P. 1169–1175. — DOI: 10.1016/j.wasman.2010.12.017.

6 Sharma K., Garg V. Vermicomposting of waste: a zero-waste approach for

waste management // Sustainable resource recovery and zero waste approaches. — 2019. — P. 133–164. — DOI: 10.1016/B978-0-444-64200-4.00010-4.

7 Devi J., Prakash M. Nutrient status, microflora and enzyme activities in vermicomposts of three different organic substrates // International Journal of Current Research and Academic Review. — 2015. — Vol. 3, No. 7. — P. 443–448.

8 Gómez-Brandón M., Domínguez J. Recycling of solid organic wastes through vermicomposting: microbial community changes throughout the process and use of vermicompost as a soil amendment // Critical Reviews in Environmental Science and Technology. — 2014. — Vol. 44, No. 12. — P. 1289–1312. — DOI: 10.1080/10643389.2013.763588.

9 Gashaw B. Plants response to the application of vermicompost: a review // Journal of Natural Sciences Research. — 2019. — Vol. 9, No. 3. — P. 47–52. — DOI: 10.7176/JNSR.

10 Kurovsky A., Kornievskaya E., Gummer Y., Jibril M.S., Ogra I.O., Babenko A. The comparison of the vermicomposting of cattle dung and leaf litter as sustainable ways of increasing the nitrogen concentration for plant nutrition and soil recovery // In: Oliveira M. (ed.) Organic fertilizers — their role in sustainable agriculture. — IntechOpen, 2025. — DOI: 10.5772/intechopen.1009636.

11 Dominguez J., Edwards C.A. Biology and ecology of earthworm species used for vermicomposting // In: Edwards C.A., Arancon N.Q., Sherman R.L. (eds.) Vermiculture technology: earthworms, organic wastes, and environmental management. — CRC Press, 2011. — DOI: 10.1201/b10453.

12 Sharma K., Garg V.K. Comparative analysis of vermicompost quality produced from rice straw and paper waste employing earthworm Eisenia fetida (Sav.) // Bioresource Technology. — 2018. — Vol. 250. — P. 708–715. — DOI: 10.1016/j.biortech.2017.11.101.

13 Ul Baligah H., Chesti M.H., Ahmed Baba Z., Mir S., Wani F.J., Bhat J.A., Khan I.M. Vermicomposting technology as a dynamic strategy to mitigate environmental crisis: a bibliometric study of last three decades // Environmental Technology. — 2025. — Vol. 46, No. 1. — P. 72–86. — DOI: 10.1080/09593330.2024.2339191.

14 Ghorbani M., Sabour M.R. Global trends and characteristics of vermicompost research over the past 24 years // Environmental Science and Pollution Research. — 2021. — Vol. 28, No. 1. — P. 94–102. — DOI: 10.1007/s11356-020-11119-x.

15 Mhamdi R., Trabelsi D. The rise of the worm: bibliometric insights into the growing significance of vermicomposting for sustainable agriculture and environmental management // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. — 2025. — DOI: 10.57647/ijrowa-md30-c35t.

16 Dominguez J. State-of-the-art and new perspectives on vermicomposting research // In: Edwards C.A. (ed.) Earthworm ecology. — CRC Press, 2004. — P. 401–424. — DOI: 10.1201/9781420039719.ch20.

17 Ali M.J. Understanding the “g-index” and the “e-index” // Seminars in Ophthalmology. — 2021. — Vol. 36, No. 4. — P. 139. — DOI: 10.1080/08820538.2021.1922975.

18 Ogra I.O., Joshua S.C., Alimi A.A., Kpomor O.E., Ajana N.B., Adeniji B.T., Fadiji T., Amin A.E., Opara U.L. Bibliometric analysis of plant breeding research in Africa // Discover Plants. — 2026. — Vol. 3. — Art. 49. — DOI: 10.1007/s44372-026-00513-3.

19 Ndidi U.S., Ogra I.O., Jonathan E.U., Iroha O.K. Drug repurposing in cancer research: a bibliometric analysis // Discover Oncology. — 2025. — Vol. 16. — Art. 1796. — DOI: 10.1007/s12672-025-02895-4.

20 Ogra I.O., Opoku F.N., Adaji J.Z., Usman S., Tizhe D.T., Apollos S.D., Philip E., Jonathan E.U., Sossou K., Dauda W.P. Integration of nanotechnology in triple negative breast cancer research: a bibliometric and emerging trends analysis // Discover Nano. — 2026. — Vol. 21, No. 1. — Art. 75. — DOI: 10.1186/s11671-026-04510-z.

21 Ogra I.O., Ndukwe J.K., Iroha O.K., Egba S.O., Fadiji T., Eltayeb A.E., Opara U.L. Food security research in Nigeria: a systematic review and bibliometric visualization //Tropical Agricultural Science. — 2026. — Art. 100008. — DOI: 10.1016/j.tas.2026.100008.

The work was carried out under the supervision of A.V. Kurovsky, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Biology at Tomsk State University.

УДК 631.874:631.51:631.41

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И СПОСОБОВ ИХ ЗАДЕЛКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Жлоба Г.П.

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

В условиях современного земледелия наблюдается тенденция снижения запасов доступных форм элементов питания, что связано с выносом питательных веществ урожаем, недостаточным внесением органических удобрений и деградацией почвенного органического вещества. Это обусловливает необходимость поиска эффективных и экологически безопасных способов восполнения питательных элементов в почве. Плодородие почвы во многом определяется содержанием подвижных форм макроэлементов, доступных растениям. Азот, фосфор и калий играют ключевую роль в формировании урожайности сельскохозяйственных культур.

Одним из таких способов является использование сидеральных культур, которые способны аккумулировать питательные вещества, улучшать биологическую активность почвы и способствовать мобилизации труднодоступных форм элементов. Научными исследованиями установлено, что предшественники и сидерация могут оказывать значительное влияние на пищевой режим почвы, хотя единого мнения о роли сидерации в накоплении доступных питательных веществ в почве нет. Это можно объяснить большим разнообразием почвенно-климатических условий регионов, другими условиями возделывания культур, технологией заделки в почву зеленых удобрений, приемами и сроками обработки почвы [1]. Однако доступность элементов питания зависит не только от их общего содержания, но и от скорости минерализации органических остатков, которая определяется способом их заделки. Механическая обработка почвы влияет на аэрацию, влажность и активность микрофлоры, что в конечном итоге определяет трансформацию элементов питания.

Цель исследования — оценить влияние способов заделки сидеральных смесей на содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в почве.

Исследования проводились в 2024 году на полевых многолетних стационарах лаборатории биологического земледелия, ТОО «НПЦЗХ имени А.И. Бараева», расположенных в зоне южных карбонатных черноземов. Исследование направлено на оценку влияния различных систем парования и

сидерации на формирование почвенного. Здесь происходит формирования агрофона (создание разных условий за счёт: традиционного пара, нулевого (химического) пара, выращивания и заделки сидеральных культур). В качестве объектов исследования в системе опытов рассматриваются: бобово-злаковая (горох + овес), бобово-масличная (горох + горчица) и злаково-масличная (овес + горчица) сидеральные смеси, почва – чернозем южный, карбонатный тяжелосуглинистого механического состава.

Посев изучаемых культур, фоновое внесение удобрений в опыте проводится сеялками СКП–2,1 с культиваторными рабочими органами и сеялкой прямого посева ВСКП-2,1, с чизельными рабочими органами. Сроки посева, норма высева и глубина заделки семян – рекомендованные для зоны черноземов южных карбонатных.

Для агрохимических исследований, отбор почвенных проб производился согласно стандарту ГОСТ 28168-89, образцы отбирались в слое почвы 0-20 см, до посева, всходы, до сидерации (в фазу цветения), после сидерации. Определение нитратного азота выполнялось по ГОСТ 26488-85. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26205-91.

В южных карбонатных чернозёмах наблюдается характерное несоответствие между содержанием основных элементов питания растений. Повышенное содержание калия связано, прежде всего, с минералогическим составом почвообразующих пород, представленным калийсодержащими минералами (полевые шпаты, слюды), которые при выветривании обеспечивают постепенное поступление данного элемента в почвенный раствор. Кроме того, калий отличается слабой подвижностью и практически не подвержен вымыванию, что способствует его накоплению в почвенном профиле. Калий регулирует водный режим растений, участвует в активации ферментов, синтезе углеводов и устойчивости к стрессовым факторам (засуха, холод, болезни). В отличие от азота и фосфора, калий не входит в состав органических соединений, а находится в почве в обменной и легкорастворимой формах. Большое значение в жизни растений играет калий. Он влияет на развитие растений на протяжении всей жизни, способствуя образованию и перемещению в них углеводов [2].

Анализ результатов показывает (таблица 1), что среди сидеральных смесей наибольшие значения содержания калия в почве в среднем обеспечивал вариант со злаково-масличной смесью при дисковании (879 мг/кг). Немного уступает ему смесь бобово-злаковая (786 мг/кг) и бобово-масличная (731 мг/кг). При этом контрольные варианты (пар нулевой — 791 мг/кг и пар традиционный — 738 мг/кг) демонстрируют более низкие или сопоставимые значения, что указывает на положительное влияние сидератов на накопление доступного калия.

Таблица 1 - Содержание подвижного калия в почве в зависимости от сидеральных смесей и способов их заделки, мг/кг

Срок отбора	Горох+ овес	Овес+ горчица	Горох+ горчица	Пар нулевой	Пар трад.
Дискование					
Всходы	831	892	758	838	692
До сидерации	830	887	731	761	793
После сидерации	697	858	703	775	729
Среднее	786	879	731	791	738
Подкашивание +щелевание					
Всходы	781	887	731		
До сидерации	810	791	756		
После сидерации	909	701	705		
Среднее	833	793	731		
Щелевание					
Всходы	905	705	664		
До сидерации	715	778	639		
После сидерации	740	742	628		
Среднее	787	742	644		

При использовании технологии подкашивания с последующим щелеванием наблюдается несколько иная картина: здесь наибольший эффект показывает смесь бобово-злаковая (833 мг/кг), тогда как злаково-масличная (793 мг/кг) и бобово-масличная (731 мг/кг) уступают. Это может быть связано с более развитой корневой системой бобово-злаковой смеси, которая улучшает структуру почвы и способствует лучшему удержанию питательных веществ.

Щелевание как отдельный способ заделки показало более низкие значения по сравнению с дискованием и комбинированным приемом. Максимум здесь также отмечен у смеси бобово-злаковой (787 мг/кг), однако в целом показатели ниже, особенно у варианта с бобово-масличной смесью (644 мг/кг). Это можно объяснить меньшей степенью перемешивания растительных остатков с почвой и, как следствие, более медленной минерализацией органического вещества.

Сравнение с контрольными вариантами показывает, что сидеральные культуры в большинстве случаев превосходят традиционный пар по накоплению калия и не уступают, а иногда и превышают показатели нулевого пара. Это связано с тем, что сидераты не только предотвращают вымы-

вание элементов питания, но и способствуют их дополнительному поступлению за счет разложения биомассы, активизации микробиологической деятельности и улучшения структуры почвы.

Фосфор в почве играет ключевую роль в энергетическом обмене растений, а также стимулирует развитие корневой системы, ускоряет рост и способствует формированию генеративных органов. Его достаточное содержание обеспечивает повышение урожайности, улучшение качества продукции. В почве фосфор находится в двух формах — минеральной и органической. Минеральный фосфор представлен фосфатами, т. е. солями фосфорных кислот. В основном в почвах преобладают фосфаты ортофосфорной кислоты, фосфатов метафосфорной, пирофосфорной и полифосфорной кислот бывает мало, хотя они хорошо растворимы в воде и легко доступны растениям [3]. Наибольшее содержание подвижного фосфора получено при использовании смеси горох+горчица (Таблица 2), особенно при дисковании (25,2 мг/кг), что выше как других сидеральных смесей, так и контрольных вариантов (18,2 мг/кг — нулевой пар, 22,1 мг/кг — традиционный). Высокие значения также отмечены при подкашивании с щелеванием (22,4 мг/кг). Смеси бобово-злаковая и злаково-масличная показали более низкие результаты: при дисковании — 19,8 и 16,4 мг/кг, при подкашивании с щелеванием — 18,2 и 20,1 мг/кг соответственно. При простом подкашивании эффективность снижалась, что связано с более медленным разложением растительных остатков.

Таблица 2 - Содержание подвижного фосфора в почве в зависимости от сидеральных смесей и способов их заделки, мг/кг

Срок отбора	Горох+ овес	Овес+ горчица	Горох+ горчица	Пар нулевой	Пар трад.
Дискование					
Всходы	27,1	19,1	29,4	13,7	27,9
До сидерации	17,1	17,6	16,9	17,1	16,8
После сидерации	15,1	12,5	29,4	23,9	21,5
Среднее	19,8	16,4	25,2	18,2	22,1
Подкашивание +щелевание					
Всходы	25,1	27,5	31,8		
До сидерации	17,2	19,3	13,6		
После сидерации	12,3	13,6	21,7		
Среднее	18,2	20,1	22,4		
Подкашивание					
Всходы	36,0	32,1	21,4		

Продолжение таблицы 2

До сидерации	14,8	22,4	18,2		
После сидерации	17,9	32,3	20,6		
Среднее	22,9	28,9	20,1		

Среди способов заделки наиболее эффективным оказалось дискование, обеспечивающее лучшее перемешивание и ускоренную минерализацию органического вещества. Подкашивание с щелеванием занимало промежуточное положение, а простое подкашивание было наименее эффективным. Традиционный пар (22,1 мг/кг) уступал лучшим вариантам с сидератами, но превышал нулевой пар (18,2 мг/кг), что связано с усилением минерализации при обработке почвы.

В целом сидераты, особенно смесь бобово-масличная, более эффективны, чем варианты на паровых участках. Наилучший результат обеспечивает их заделка методом дискования, что делает данный вариант более предпочтительным. Сравнение способов заделки показало, что дискование в большинстве случаев обеспечивает более высокое содержание доступного фосфора, что обусловлено лучшим измельчением и перемешиванием сидеральной массы с почвой, ускорением минерализации органического вещества и высвобождением элементов питания. Подкашивание с щелеванием занимает промежуточное положение, сочетая умеренное рыхление с частичным сохранением структуры почвы. Наименее эффективным оказался вариант простого подкашивания, при котором процессы разложения протекают медленнее.

Нитратный азот является основной доступной для растений формой азота в почве. Он непосредственно участвует в синтезе аминокислот, белков, нуклеиновых кислот и хлорофилла, определяя интенсивность роста и фотосинтетическую активность растений.

Несмотря на то, что в вариантах пара содержание нитратного азота выше (до 9,3 мг/кг при нулевом паре), это обусловлено отсутствием его потребления растениями (Таблица 3).

В вариантах с сидеральными культурами содержание нитратного азота ниже (в пределах 3,6–6,0 мг/кг), что связано с его вовлечением в биомассу растений и временной иммобилизацией в органическом веществе. Это способствует снижению потерь азота и его более рациональному использованию в агроценозе.

Среди способов заделки наибольшее содержание нитратного азота отмечено при подкашивании с последующим щелеванием (до 6,0 мг/кг), что связано с усилением процессов минерализации. При дисковании значения несколько ниже, а при подкашивании — минимальны, что свидетельствует о более медленном переходе азота в доступную форму.

Таблица 3 – Содержание азота нитратов в почве в зависимости от сидеральных смесей и способов их заделки, мг/кг

Срок отбора	Горох+ овес	Овес+ горчица	Горох+ горчица	Пар нулевой	Пар трад.
Дискование					
Всходы	6,6	4,4	9,7	8,9	8,8
До сидерации	3,0	2,4	2,2	8,4	7,4
После сидерации	3,7	4,0	5,8	10,7	6,0
Среднее	4,4	3,6	5,9	9,3	7,4
Подкашивание +щелевание					
Всходы	7,1	5,7	7,7		
До сидерации	3,3	3,5	3,9		
После сидерации	7,7	3,3	2,9		
Среднее	6,0	4,2	4,8		
Подкашивание					
Всходы	8,1	4,3	7,4		
До сидерации	2,9	3,7	3,4		
После сидерации	3,3	3,3	3,5		
Среднее	4,8	3,8	4,8		

Таким образом, наиболее эффективным вариантом является подкашивание с щелеванием, обеспечивающее оптимальное сочетание накопления и минерализации азота.

Наибольшие значения нитратного азота отмечены в вариантах с бобово-масличной смесью, что объясняется участием гороха в симбиотической фиксации атмосферного азота и последующей интенсивной минерализацией органического вещества. Наименьшие значения наблюдались в злаково-масличной смеси, где отсутствует биологическая фиксация азота и поступление элемента ограничено растительными остатками.

По результатам исследований содержание нитратного азота в почве в вариантах с сидеральными смесями изменялось в пределах от 2,2 до 9,7 мг/кг. Минимальные значения отмечались в злаково-масличной смеси и составляли 2,2–3,0 мг/кг до и после отдельных фаз развития. Максимальные значения фиксировались в бобово-масличной смеси — до 9,7 мг/кг, особенно после заделки сидеральной массы. Бобово-злаковая смесь занимала промежуточное положение с показателями 3,7–8,1 мг/кг.

По фазам развития растений отмечена общая закономерность: до посева показатели были минимальными, в фазу всходов наблюдалось их незначительное увеличение, а максимальные значения фиксировались после заделки сидеральной массы. Например, в бобово-масличной смеси содержание нитратного азота возрастало с 2,2 мг/кг до 9,7 мг/кг, а подвижного фосфора — с 17,6 мг/кг до 29,4–31,8 мг/кг.

Сравнение способов заделки показало, что наиболее эффективным вариантом является подкашивание с последующим щелеванием. В этом случае содержание нитратного азота достигало 8,1–9,7 мг/кг, подвижного фосфора — 27,5–36,0 мг/кг, подвижного калия — 819–934 мг/кг. При дисковании значения были ниже , а при чистом подкашивании минимальными. Использование сидеральных культур способствует повышению содержания доступного калия и подвижного фосфора в почве по сравнению с традиционным паром и не уступает нулевому пару.

Среди способов заделки наиболее эффективным является дискование, обеспечивающее ускоренную минерализацию органического вещества; подкашивание с щелеванием занимает промежуточное положение, а простое подкашивание — наименее эффективно.

Более высокое содержание нитратного азота в паровых вариантах связано с отсутствием его потребления растениями. Сидеральные культуры способствуют вовлечению азота в биомассу и его более рациональному использованию, снижая возможные потери. Среди сидеральных смесей наибольшее накопление нитратного азота наблюдается в вариантах с бобово-масличными , минимальное — в злаково-масличных.

Литература

1. Борисова, Е. Е. Применение сидератов в мире // Вестник НГИЭИ. — 2015. — № 6 (49). — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sideratov-v-mire (дата обращения: 28.04.2026).

2. Бобренко, И. А. Изменение содержания подвижного калия в почвах лесостепи Западной Сибири / И. А. Бобренко, О. А. Матвейчик, А. Г. Шмидт // Вестник ОмГАУ. — 2020. — № 3 (39). — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-soderzhaniya-podvizhnogo-kaliya-v-pochvah-lesostepi-zapadnoy-sibiri (дата обращения: 02.05.2026).

3. Дзанагов, С. Х. Агрохимия : учебник для вузов / С. Х. Дзанагов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — ISBN 978-5-507-56025-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/512783 (дата обращения: 28.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 114.

УДК 631.452:631.874:631.51

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ И СПОСОБОВ ИХ ЗАДЕЛКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И ДЕТРИТА В ПОЧВЕ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ

Жлоба Л.Д., Зуева Н.Б.

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

В условиях Северного Казахстана, характеризующегося дефицитом осадков и высокими летними температурами, сохранение влаги и органического вещества в почве становится критически важным, а также в современном земледелии остро стоит проблема деградации почвенного покрова и снижения содержания гумуса. Традиционные интенсивные технологии обработки почвы, такие как дискование и содержание чистых паров, зачастую ведут к «сгоранию» органического вещества и потере почвенного плодородия. В связи с этим, изучение детрита - лабильной (активной) части органики - и содержащегося в нем органического углерода становится ключевым направлением. Именно детрит является первичным источником энергии для почвенной биоты и «депо» питательных элементов, обеспечивающим продуктивность сельскохозяйственных культур в краткосрочной перспективе. Детрит (Слов) (углерод легкоразлогаемого органического вещества), формируемый при щелевании и подкашивании, выступает в роли естественного термоизолятора, снижая температуру поверхности почвы и предотвращая непродуктивное испарение влаги.

В условиях сильных ветров («черных бурь») и ливневого характера осадков, сохранение углерода в структуре детрита способствует склеиванию почвенных агрегатов, что резко повышает устойчивость почвы к дефляции и смыву. Именно в засушливых условиях щелевание имеет преимущество перед дискованием, так как оно разрушает плужную подошву и способствует накоплению зимних осадков в глубоких горизонтах, не обнажая влажные слои почвы для иссушения. Это создает уникальную микробиологическую среду для постепенной трансформации детрита в гумус даже при дефиците влаги. Представляя собой промежуточный продукт разложения растительных остатков, детрит является источником азота и других элементов питания для растений и микроорганизмов. Он относительно легко минерализуется и частично гумифицируется. Конечным результатом минерализации является выделение углекислого газа, минеральных соединений азота, фосфора, калия и других элементов, то есть

повышение эффективного плодородия почвы. Результатом процесса гумификации является консервация органических веществ в форме относительно устойчивых к разложению специфических соединений – гумусовых веществ. Таким образом, при характеристике гумусового состояния почв необходимо контролировать содержание не только общего гумуса, но и детрита[1,2,3].

Целью исследования являлось изучение влияния последействия различных сидеральных смесей и способов их заделки на формирование органического вещества почвы, в том числе содержания общего органического углерода и детрита, в посевах пшеницы.

С целью оценки последействия различных агротехнических приемов на урожайность пшеницы, в 2025 году были проведены полевые исследования на стационарных опытах лаборатории биологического земледелия ТОО «НПЦЗХ имени А.И. Бараева». Исследования проводились на карбонатном южном черноземе тяжелосуглинистого механического состава. Предшествующий агрономический фон, сформированный в 2024 году, включал традиционный пар, химический (нулевой) пар и участки с выращиванием и заделкой сидеральных смесей. В 2025 году на этих участках была посеяна пшеница. В качестве контрольных вариантов использовались традиционный и нулевой пар. Заделка сидератов в почву осуществлялась различными способами: дискованием на глубину 6–8 см, подкашиванием или комбинированным методом подкашивания со щелеванием на глубину 25–27 см. Для сидерации применялись бобово-злаковые (горох + овёс), бобово-масличные (горох + горчица) и злаково-масличные (овёс + горчица) смеси. Параметры посева пшеницы соответствовали зональным рекомендациям.

Анализ содержания органического углерода проводился методом Дюма на анализаторе Primacs C/N, определение легкоразлагаемой фракции (детрита) – по методике Ганжара и Борисова с последующим титриметрическим определением органического углерода по Тюрину.

Органический углерод в почве представлен двумя основными фракциями: стабильным гумусом, характеризующимся высокой устойчивостью к разложению, и активным углеродом, сконцентрированным в детрите. Увеличение содержания активного углерода в детрите коррелирует с повышением доступности субстрата для почвенной микробиоты. Детритный углерод подвержен окислительным процессам, в результате которых высвобождается энергия и диоксид углерода, являющийся необходимым элементом для фотосинтеза надземной части пшеницы. Органический углерод не подвержен вымыванию или эмиссии в атмосферу, а консервируется в составе почвенной структуры, представленной детритом.

Проведенные исследования выявили выраженное последействие сидеральных культур и способов их заделки, примененных в вегетационном периоде 2024 года, на динамику общего содержания органического углерода (Сорг) и детрита (Слов) в посевах пшеницы. Полученные данные свидетельствуют о персистенции и трансформации растительных остатков

сидератов в почвенной среде, что проявляется в изменении показателей органического вещества даже спустя год после их внесения (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание органического углерода (Сорг) и детрита (Слов) в почве в посевах пшеницы в зависимости от последействия сидеральных смесей и способов их заделки, %

Предшественник пшеницы	Подкашивание				Подкашивание+ щелевание				Дискование			
	весна		осень		весна		осень		весна		осень	
	Слов	Сорг	Слов	Сорг	Слов	Сорг	Слов	Сорг	Слов	Сорг	Слов	Сорг
Горох+ овес	0,127	1,68	0,152	2,02	0,147	1,51	0,099	2,05	0,117	1,30	0,082	1,82
Овес+ горчица	0,137	1,68	0,114	1,59	0,180	1,75	0,116	1,77	0,137	1,82	0,091	1,99
Горох+ горчица	0,087	1,32	0,066	1,61	0,122	1,68	0,117	1,79	0,087	1,65	0,102	1,83
Контрольные варианты												
Пар трад.	0,102	1,32	0,119	1,58								
Пар хим.	0,100	1,30	0,133	1,53								

Анализ результатов показал, что применение сидеральных смесей ассоциируется с устойчивым ростом содержания общего органического углерода (Сорг) в почве, превосходящим показатели, наблюдаемые при использовании паровых фонов. Так, в контрольных вариантах с традиционным и химическим паром Сорг варьировал в диапазоне 1,30–1,58%, тогда как в экспериментальных вариантах с сидератами он достигал 2,05%. Данный факт указывает на пролонгированное последействие органического вещества сидеральных культур и его значимую роль в формировании почвенного органического фонда.

Максимальные значения Сорг (2,05% в осенний период) были зафиксированы в варианте, где применялась смесь гороха и овса в сочетании с технологией подкашивания и щелевания. Это свидетельствует о том, что синергетический эффект от комбинации бобового и злакового компонентов способствует образованию более стабильных органических соединений, а также оптимизирует процессы их минерализации и стабилизации в почвенной матрице.

Результаты анализа способов заделки растительных остатков свидетельствуют о сохранении их влияния в последующие периоды. Максимальные значения Сорг были зафиксированы при использовании технологии подкашивание + щелевание. Данный эффект, вероятно, обусловлен более гомогенным распределением растительных остатков в почвенном профиле, что способствует формированию оптимального водно-воздушного ре-

жима. Щелевание, как компонент данной технологии, улучшает аэрацию и инфильтрацию влаги, что, в свою очередь, активизирует микробиологическую активность и процессы гумусообразования.

В противоположность этому, дискование продемонстрировало наименьшую эффективность среди исследованных методов. Предполагается, что это связано с более интенсивным механическим воздействием на почву, которое ускоряет минерализацию органического вещества и снижает его последующее накопление. Дополнительным фактором может быть менее равномерное распределение растительных остатков при дисковании, с их преимущественной локализацией в поверхностном слое, что способствует более быстрой деструкции.

Тенденция к увеличению содержания Сорг в осенний период относительно весеннего объясняется кумулятивным характером процессов трансформации органического вещества. В течение вегетационного периода происходит поэтапное разложение растительных остатков, синтез микробной биомассы и формирование гумусовых соединений, что закономерно приводит к росту содержания органического углерода к концу сезона.

Необходимо отметить, что эффективность последействия сидератов в значительной степени коррелирует с составом сидеральной смеси. Максимальные показатели Сорг были зафиксированы при использовании смеси горох + овёс, что, предположительно, обусловлено синергетическим эффектом бобового и злакового компонентов. Бобовые культуры способствуют обогащению почвы азотом, снижая соотношение C:N и тем самым ускоряя деструкцию органических остатков. Злаковые же формируют биомассу с повышенной устойчивостью к минерализации. В результате создаются оптимальные условия для активной микробиологической переработки и последующего накопления стабильных гумусовых соединений.

Вариант с использованием смеси овса и горчицы продемонстрировал повышенное содержание детрита (до 0,180%). Это может указывать на более интенсивное поступление растительных остатков в почву и их частичную консервацию. Горчица, как культура с высокой скоростью разложения биомассы, способствует активизации микробиологических процессов. Тем не менее, часть органического материала сохраняется в форме детрита, формируя резерв органического вещества.

Анализ содержания детрита (Слов) выявил аналогичную тенденцию: в сидеральных вариантах его значения были выше (до 0,180%), чем в паровых (0,100–0,133%). Это отражает более активное поступление растительных остатков и их последующую трансформацию в органическое вещество. Содержание детрита (Слов) также подтверждает наличие последействия.

Содержание детрита в почве также является индикатором пролонгированного эффекта сидератов. Более высокие его значения в вариантах с сидеральными смесями по сравнению с контролем (пар) свидетельствуют о формировании устойчивого пула растительных остатков. Этот пул высту-

пает в качестве субстрата для почвенной микробиоты и играет существенную роль в поддержании почвенной структуры.

Отмечена также тенденция к превышению осенних показателей Сорг над весенними в большинстве вариантов. Данная закономерность может быть обусловлена кумулятивным эффектом в течение вегетационного периода и постепенной стабилизацией органического вещества в почве.

В целом, полученные результаты подтверждают сохранение последействия сидеральных смесей на следующий вегетационный период, проявляющейся в увеличении содержания органического углерода и детрита в посевах пшеницы. Наиболее выраженный эффект зафиксирован при использовании смеси горох + овёс и технологии заделки с подкашиванием и щелеванием, что указывает на перспективность данных агротехнических приемов для интенсификации почвенного плодородия.

Таким образом выявлено, что последействие сидеральных смесей обеспечивает повышение содержания органического углерода (Сорг) в посевах пшеницы до 2,05% по сравнению с паровыми вариантами (1,30–1,58%), что свидетельствует о пролонгированном эффекте органического вещества.

Наибольшая эффективность последействия достигается при использовании смеси горох + овёс, обеспечивающей максимальное накопление органического углерода.

Способ заделки сидератов оказывает существенное влияние на показатели органического вещества: наилучшие результаты получены при подкашивании с щелеванием, тогда как дискование характеризуется меньшей эффективностью.

Содержание детрита (Слов) в вариантах с сидеральными смесями выше (до 0,180%), чем при пару (0,100–0,133%), что указывает на формирование активного пула органического вещества и усиление микробиологической активности.

Отмечена тенденция увеличения содержания органического углерода в осенний период по сравнению с весенним, что связано с накоплением и трансформацией растительных остатков в течение вегетационного сезона.

Литература

1. Панов А.А., Коротких Е.В., Несмеянова М.А. Динамика детрита под культурами севооборота при различных способах повышения плодородия почв в ЦЧР // Вестник ОрелГАУ.-1(58).- 2016.- С.62-69

2. Дедов А.В., Морозова Е.В. Содержание в пахотном слое почвы подвижных форм органического вещества// Агроэкология и устойчивое развитие регионов: материалы II Всерос. науч. конф. студ. и мол. уч. Ч.1.-Красноярск, 2000.-С.45-56

3. Коротких Е.В. Пути сохранения плодородия черноземов/Экологизация адаптивно-ландшафтных систем земледелия: мат. Междун. Науч.-прак. Конф.-2013.-С.161-164

УДК 631.811.1/.2:631.11

ТІКЕЛЕЙ СЕБУ КЕЗІНДЕ АЛҒЫ ДАҚЫЛДАРҒА БАЙЛАНЫСТЫ НИТРАТТЫ АЗОТ ПЕН ЖЫЛЖЫМАЛЫ ФОСФОР ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРУ ДИНАМИКАСЫ

[1]Жұмабек Б., [1]Баймуканова О.Н., [2]Тулаев Ю.В., [3]Соловьев О.Ю., [1]Байшоланов С.С., 1Ақшалов Қ.А.

[1]п. Научный, Казахстан
[2]Заречное ауылы, Казахстан
[3]Шағалалы, Казахстан

[1]ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»
[2]«Заречное» ауылшаруашылық тәжрибе станциясы
[3]Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылық тәжірибе станциясы

Кіріспе

Қарқынды егіншілік жағдайында топырақ құнарлығын сақтап, әрі арттыра отырып ауыл шаруашылығында пайдалану мәселесі өте өзекті болып табылады. Осы тұрғыдан алғанда топырақ-ресурс үнемдейтін, топырақ өңдеу және егу (тікелей себу, минималды өңдеу жүйесі) жүйесін жүйелі қолдануды жүзеге асыру сонымен қатар оңтайлы алғы дақылдарды ғылыми негізде таңдау ауқымды экономикалық және экологиялық маңызға ие. Себебі шетелдік [1,2,3] және Қазақстандық [4,5] ғалымдардың зерттеулер нәтижелеріне сүйенсек тікелей себу және минималды топырақ өңдеу жүйесін ұзақ уақыт пайдалану кезінде дәстүрлі өңдеумен салыстырғанда топырақ беткінде органикалық заттардың 2,8-3,9 есе артық жиналатыны, көміртек мөлшерінің артатыны, макроагрегаттардың молайатыны, сонымен қатар тікелей себу жүйесінде аңыз сабақты алғы дақылдан кейін аңыз сабағын биік қалыптастыру арқылы атмосфералық жауын-шашынды пайдалану тимділігін сүрі танабындағы 18-20%-бен салыстырғанда 40%-ға және одан да жоғары деңгейге дейін арттыруға болатыны дәлелденген.

Тікелей себу технологиясында ең құнды ресурстардың бірі алғы дақылды жинағаннан кейін топырақ бетінде қалатын өсімдік қалдықтары болып табылады. Нәтижесінде топырақтағы микроағзалар мен пайдалы организмдердің тіршілік белсенділігі артып, әртүрлі алғы дақылдардан кейін жинақталған органикалық қалдықтардың ыдырауын жеделдетіп қоректік заттардың табиғыи айналымын күшейтеді [3]. Осыған байланысты тікелей себу кезінде алғы дақылдардың әсерінен топырақтағы қоректік заттардың өзгеру динамикасын зерттеу маңызды.

Зерттеудің жаңалығы

Тікелей себу жүйесінде өсіру кезінде әртүрлі алғы дақылдардан кейінгі нитратты азот пен жылжымалы фосфордың жаңа деректері алынды.

Зерттеу нысаны және әдістемесі

Зерттеу жұмысы 2023-2025 жылдар аралығында Ақмола облысы, Шортанды ауданы, А.И.Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми өндірістік орталығы ЖШС-ның көп жылдық стационарлық тәжірибелік танабында ауыр құмбалшықты карбонатты оңтүстік қара топырағында жалпы қолданыстағы әдістемелер бойынша жүргізілді. Тікелей себу жүйесінде топыраққа тікелей сепкішпен себуден басқа механикалық өңдеулер жүргізілмеді. Тұқым себерден бір апта бұрын арамшөптердің алдын алу үшін жаппай әсер ететін гербицидтер қолданылды, минералдық тыңайтқыштар себумен бірге енгізілді. Себу жұмыстары «Amozone» компаниясының тікелей себуге арналған «Condor 12001» сепкіші арқылы жүргізілді.

Зерттеу нысаны ретінде Майлы зығырдың Костанайский 11, бидайдың Астана 2 және жасымықтың шырайлы сорттары алынды. Жасымық пен майлы зығырды себу жұмыстары 15-17 мамыр аралығында, жаздық бидайды себу 23-25 май аралығында жүргізілді. Себу мөлшері – майлы зығыр гектарына 7 миллион өнгіш тұқым, жасымық гектарына 2,0-2,2 миллион өнгіш тұқым, жаздық бидай гектарына 3,0 – 3,2 миллион өнгіш тұқым, қатарараралығы -25 см. Себумен бірге 10 кг/га фосфор және 30 кг/га азот тыңайтқышы енгізілді. Мөлдек ауданы 360 м^2. Қайталаным саны – 3. Себу алдында тұқым жылы ауамен қыздырылып, Дивидент Суприм 132,3 с.к. препаратымен дәріленді. Арамшөптерге қарсы көктемде құрамында глифосат бар гербицидімен 2,0-2,5 л/га мөлшерде өңделді. Егін жинау жұмыстары тікелей себу тәсілімен, толық пісу кезеңінде жүргізілді.

Зерттеу нысандарында топырақ үлгілері алынып зертханаға жеткізілді. Алынған топырақ үлгілерінен келесідей талдаулар жүргізілді:

Нитратты азот ионометриялық әдістеме бойынша ГОСТ 26951-86. Жылжымалы фосфор Б.Мачигин бойынша ГОСТ 26205-91.

Зерттеу жылдарындағы метерологиялық жағдайлар

Зерттеу аймағының климаты күрт континенталды қысы суық, жазы ыстық және жауын-шашынның жеткіліксіздігімен және оның жыл мезгілдері мен айларында біркелкі түспеуімен ерекшеленеді. Ұсынылып отырған жұмыстың зерттеу жылдарындағы вегетациялық кезеңде түскен жауын-шашын мөлшерінің айырмашылығы бар екендігін көруге болады.

Зерттеу жүргізілген 2023 және 2025 жыл ауа-райының қатты құрғақшылығымен және ауыл шаруашылық дақылдарының өсіп-дамыу кезеңінде ылғал жетіспеуімен ерекшеленіп жауын-шашын мөлшері 39,0-82,9 мм аралығында ауытқыса, 2024 жылдың осы мерзімінде 309,1 мм ылғал түсіп көп жылдық орташадан 140,4 мм-ге артық болды (кесте 1).

Кесте 1 - Зерттеу жылдарындағы жауын-шашын мөлшері, мм

Ай	2023	2024	2025	Көп жылдық орташа
1	2	3	4	5
Мамыр	2,5	76,9	8,4	32,4
Маусым	13,2	62,3	26,9	39,5
Шілде	10,6	63,3	12,4	57,0
Тамыз	12,7	106,6	35,2	39,8
Өсіп-даму кезеңінде	39,0	309,1	82,9	168,7

2023 және 2025 жылдар құрғақшылық аса қатты байқалып мамыр айында тиісінше не бары 2,5 мм және 8,4 мм ылғал түсті, бұл көп жылдық орташамен (32,4 мм) салыстырғанда өте аз. Ал мамыр, маусым және шілде айларында тиісінше 36,5 мм және 74,5 мм жауын-шашын мөлшері түсіп, орташа көпжылдық мәліметтерден өте төмен болды.

2024 жыл ылғалдың өте мол түсуімен ерекшеленіп, өсімдіктердің өсіп-даму кезеңінде 309,1 мм жауын-шашын мөлшері түсті, бұл орташа көп жылдық көрсеткіштен 140,4 мм-ге жоғары болды. Орташа есеппен мамыр айында 76,9 мм, ал маусым айында 62,3 мм-ді құрап, көп жылдық орташа нормаларға сәйкес келмеді, тиісінше 44,5 мм және 22,8 мм артық. Шілде айында 63,3 мм ылғал түсіп орташа көп жылдық (57,0 мм) нормаға жақын болса, ал тамыз айында бұл көрсеткіш 106,6 мм-ді құрап көп жылдық орташа мөлшерден 66,8 мм-ге артық болды.

Зерттеу жұмысының нәтижелері

Азот топырақ құнарлылығын анықтайтын маңызды көрсеткіш, ол топырақта органикалық және минералдық қосылыстар түрінде кездеседі [6,7]. Өсімдіктердің қоректенуі үшін азоттың минералды, яғни сіңімді формалары қажет. Еліміздің солтүстік өңірінің топырақтарында аммиакты азоттың мөлшері төмен, көктем суық әрі ылғалды болғанда мөлшері көбейеді, дегенмен көктемде температураның тез жоғарлауымен топырақтағы аммиакты азот нитраттарға дейін жылдам тотығады, нитратты азоттың мөлшеріне топырақ түрі, климаттық және агротехникалық жағдайлар әсер етеді [8].

Зерттеу жүргізілген әртүрлі алғы дақылдардан кейінгі карбонатты оңтүстік қара топырақтардың беткі 0-20 см қабаты нитратты азотпен өте төмен, төмен, орташа және көтеріңкі деңгейде қамтамасыз етілген [9], оның мөлшері 100 г топырақта 1,3-11,5 мг/кг аралығында (2 кесте).

Басқа алғы дақылдармен салыстырғанда сүрі танаптан кейін топырақтағы нитратты азот мөлшері салыстырмалы түрде жоғары деңгейде сақталған. Топырақтың 0-20 см қабатында 2023 жылы 10,3 мг/кг болса, зерттеудің соңғы жылында 8,2 мг/кг дейін төмендеген және бұл заңдылық

топырақтың барлық қабаттарында байқалады. Бұл жағдай сүрі танапта нитратты азот мөлшерінің артатындығымен түсіндіріледі [7]. Сонымен қатар осы нұсқада жылжымалы фосфор мөлшері де көтеріңкі деңгейде болып 2024 жылы топырақтың 0-20 см қабатында 40,1 мг/кг құрады.

Кесте 2 – Тікелей себу кезінде әртүрлі алғы дақылдардан кейін топырақ құрамындағы нитратты азот пен жылжымылы фосфор мөлшері, мг/кг

Алғы дақыл	Топ-қ қабаты, см	NO3			P2O5		
		2023	2024	2025	2023	2024	2025
Сүрі танап	0-20	10,3	10,3	8,2	38,9	40,1	38,7
	0-40	8,2	7,4	6,2	25,2	28,8	22,6
	0-60	6,6	5,6	5,0	21,6	17,5	13,7
	0-100	5,0	4,0	3,5	-	-	-
Майлы зығыр	0-20	11,5	8,9	6,3	31,9	29,4	26,9
	0-40	9,2	7,1	5,0	24,5	23,9	23,4
	0-60	7,2	5,9	4,6	-	-	19,1
	0-100	5,3	4,1	3,0	-	-	-
Сүрі танаптан кейінгі 4-ші бидай	0-20	5,8	7,7	1,3	39,1	34,3	14,7
	0-40	4,6	5,6	0,5	24,7	21,9	10,6
	0-60	3,6	4,4	0,8	19,4	16,0	7,9
	0-100	3,2	3,4	0,7	-	-	-
Ауыстырылмайтын бидай	0-20	6,7	6,6	5,5	34,2	28,2	28,5
	0-40	9,8	5,0	1,5	21,9	12,9	23,1
	0-60	8,2	3,9	1,0	17,9	2,4	19,4
	0-100	6,3	2,9	0,7	-	-	-
Жасымық	0-20	8,2	7,4	4,5	30,0	37,2	35,9
	0-40	6,2	6,2	3,0	24,9	24,8	21,9
	0-60	5,4	5,7	2,2	12,5	19,4	12,3
	0-100	4,4	4,4	1,5	-	-	-

Майлы зығыр алғы дақылы топырақта нитратты азоттың біршама жоғары мөлшерін сақтағанымен зерттеу жылдары бойынша біртіндеп төмендеуі байқалады. Зерттеудің алғашқы жылы 11,5 мг/кг болса, соңғы жылында

6,3 мг/кг дейін кеміген. Осы заңдылық жылжымалы фосфор мөлшерінде де сақталған 31,9-26,9 мг/кг.

Сүрі танаптан кейінгі 4-ші бидай нұсқасында NO3 және P2O5 мөлшері айтарлықтай төмен және зерттеу жылдары бойынша біртіндеп азайып 2025 жылы топырақтың 0-20 см қабатында нитратты азот не бары 1,3 мг/кг болса, жылжымалы фосфор 14,7 мг/кг құрап өте төмен деп бағаланды. В.Г. Черненок [7] зерттеулерінде сүрі танаптан алыстаған сайын топырақ құрамындағы қоректік заттар мөлшерінің азайатыны дәлелденген.

Ауыстырылмайтын бидай алғы дақылынан кейін топырақ құрамындағы қоректік элементтер мөлшерінде айтарлықтай айырмашылықтар байқалмады, нитратты азот мөлшері 6,7-5,5 мг/кг аралығында болып өте төмен және төмен дәрежеде қамтамасыз етілсе, жылжымалы фосфор 34,2-28,2 мг/кг аралығында ауытқып орташа дәрежеде қамтамасыз етілгені анықталды.

Жасымық алғы дақылынан кейін, топырақтың 0-20 см қабатында нитратты азот мөлшері 2023 жылы 8,2 мг/кг, 2025 жылы 4,5 мг/кг болды. Ал жылжымалы фосформен орташа және көтеріңкі деңгейде қамтамасыз етіліп ең жоғарғы мән 2024 жылы 37,2 мг/кг көрсетті.

Зерттеу нәтжедері тікелей себу жүйесі топырақтың беткі қабатында қоректік элементтердің жинақталуына әсерін тигізіп, алғы дақылдар арасында сүрі танап, майлы зығыр, жасымық және ауыстырылмайтын бидай дақылдыры топырақ құрамындаығы қоректік элементтердің сақталуына оң әсер ететіні байқалды. Ал сүрі танаптан кейінгі 4-ші бидайда аталған көрсеткіштер мәнінің төмендегені анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1 Dridiger V.K., Ivanov A.L., Belobrov V.P. and Kutovaya O.V. Rehabilitation of soil properties by using direct seeding technology // Eurasian soil science, 2020, 53, №9, pp. 1293-1301. DOI:10.1134/S1064229320090033

2 Сычев В.Г., Гречишкина Ю.И., Сигида М.С., Матвиенко А.В. влияние технологии прямого посева на агрохимические показатели чернозема южного в условиях Центрального Предкавказья // Плодородие. – 2023. -№2. – С 17-19. DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.04.

3 Baker C.J., Saxton K.E., Ritchie W.R., Chamen C.T., Reicosky D.C., Ribeiro F., Justice S.E. and Hobbs P.R. No-tillage seeding in conservation agriculture. CAB International, 2007. 341 – p. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5c811ec9-0b86-4eb3-b816-b88c099af857/content

4 Акшалов К.А. Земледелие Казахстана на современном этапе: вызовы, решения. // Сборник материалов международная научно-практической конференции «Селекция, генетика и агротехнология возделывания сельскохозяйственных культур: достижения и перспективы развития». Алмалыбақ. 2025. С – 384-389.

5 Ақшалов Қ.А. Адаптация технологии No-Till в Северном Казахстане: вопросы, перспективы. // Сб.Межд.науч-практ конф. «Диверсификация растениеводства и No-Till как основа сберегающего земледелия и продовольственной безопасности» 23-24 июля 2011 г. - Астана-Шортанды, 2011. – С. 157-160 с.

6 Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Азот в агросистеме на чернозеных почвах (к 125-летию экспедиции В.В.Докучаева в Каменную Степь)// Москва. РАН, 2018. – 180 с.

7 Черненок В.Г. Азотный режим почв Северного Казахстана и применение азотных удобрений. // Монография (учебное пособие).- Ақмола: Акмолинский аграрный университет им. С.Сейфуллина. - 1997 г.- 91 с.

8 Кузданова Р.Ш., Нұрманов Е.Т. Агрохимия пәнінен оқу-әдістемелік кешен. - Астана, 2009 г.

9 Черненок В.Г. Диагностика и оптимизация азотного питания зерновых культур в Северном Казахстане. Агрохимия, 2012. – С. 53-59. file:///C:/Users/123/Downloads/313-379-1-PB.pdf

УДК 631.582:631.43:633.11

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ В ЗЕРНОПАРОВОМ И ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ

Журик С.А.

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Введение

В условиях усиливающейся аридизации климата и высокой межгодовой изменчивости осадков устойчивость агроэкосистем степной зоны Северного Казахстана в значительной степени определяется водным режимом и агрофизическими свойствами почвы. При сумме осадков 250–350 мм и их неравномерном распределении по фазам вегетации значительная часть влаги не совпадает с критическими периодами развития растений, что делает способность почвы аккумулировать и удерживать продуктивную влагу ключевым фактором урожайности. Потери влаги за счёт стока, испарения и слабой инфильтрации могут достигать 30–50%, что повышает роль агротехнических приёмов.

Формирование запасов продуктивной влаги является результатом взаимодействия процессов инфильтрации, испарения, транспирации и капиллярного подъёма воды, соотношение которых зависит от погодных условий, типа почвы и структуры агроценоза. Основными регуляторами выступают плотность сложения, пористость, содержание органического вещества и структурно-агрегатное состояние почвы, определяющее соотношение макро- и микропор.

Оптимальная плотность (1,10–1,30 г/см³) и высокая доля водопрочных агрегатов обеспечивают максимальную инфильтрацию и удержание влаги в доступной форме, тогда как уплотнение или чрезмерное разрыхление нарушают водный баланс, усиливая испарение или поверхностный сток и снижая влагообеспеченность культур.

В этой системе предшественники являются важным фактором формирования агрофизических свойств почвы, определяя до 30–50% вариации запасов продуктивной влаги и 20–35% изменений плотности и водопроницаемости. Их влияние реализуется через водопотребление культур, изменение структуры почвы, накопление растительных остатков, формирова-

ние биопор и активизацию микробиологических процессов, что в целом определяет эффективность накопления влаги и устойчивость агроэкосистем в условиях изменяющегося климата [1,2].

Чистый пар традиционно рассматривается как один из наиболее эффективных агроприёмов накопления влаги в засушливых условиях, поскольку отсутствие растительности исключает транспирационные потери и обеспечивает максимальное использование атмосферных осадков и талых вод. В результате запасы продуктивной влаги в метровом слое достигают 120–160 мм, что на 30–60 мм выше, чем после культур-предшественников, а в засушливые годы разница может увеличиваться до 60–80 мм [3,4]. При применении приёмов снегозадержания (стерневые кулисы, щитовые заграждения) и снижении испарения в зимне-весенний период влагозапасы дополнительно увеличиваются на 10–20 мм за счёт более равномерного снеготаяния. Коэффициент использования осадков при правильно организованном паре может достигать 70–80%, что существенно выше, чем при возделывании культур.

Однако наряду с этим чистый пар оказывает и негативное воздействие на агрофизическое состояние почвы. Отсутствие растительного покрова и органических остатков усиливает прогревание почвы, повышая температуру верхнего слоя на 3–5 °C и ускоряя минерализацию органического вещества. Потери органического углерода достигают 0,2–0,4% за цикл, что приводит к снижению содержания гумуса и ухудшению структуры почвы. Одновременно уменьшается доля водопрочных агрегатов на 10–20% и снижается устойчивость почвы к размыву и дефляции [5].

Наблюдается уплотнение почвы до 1,25–1,35 г/см³, снижение доли макропор, ухудшение инфильтрации и увеличение поверхностного стока, что снижает накопление и удержание влаги. Дополнительно усиливается испарение в летний период из-за отсутствия мульчирующего слоя. Систематическое использование чистого пара повышает риск ветровой и водной эрозии, приводя к потерям мелкозёма и снижению плодородия почвы.

Таким образом, несмотря на высокую эффективность чистого пара в накоплении влаги, его длительное применение требует ограниченного использования и обязательного сочетания с почвозащитными технологиями, направленными на сохранение структуры почвы и предотвращение деградационных процессов.

Бобовые культуры (горох, нут, чечевица, соя) играют важную роль в регулировании водного режима и улучшении агрофизических свойств почвы благодаря умеренному водопотреблению и выраженному структурообразующему действию корневой системы. После гороха запасы продуктивной влаги в метровом слое составляют 90–120 мм, что на 10–20 мм выше, чем после зерновых культур. При этом плотность почвы снижается до 1,15–1,25 г/см³, а пористость увеличивается на 3–5%. Это связано с формированием развитой сети биопор, повышающих водопроницаемость и обеспечиваю-

щих более эффективное проникновение влаги в почвенный профиль [6].

Нут и чечевица формируют влагозапасы на уровне 85–115 мм и обеспечивают более равномерное распределение влаги по профилю почвы. Соя (85–110 мм) дополнительно улучшает агрофизическое состояние почвы за счёт симбиотической фиксации азота (до 80–120 кг/га), что повышает биологическую активность и улучшает структуру почвы [7]. В результате увеличиваются инфильтрация (на 10–20%) и влагоёмкость (на 5–8%), а также снижается уплотнение за счёт формирования биопор.

Кроме того, бобовые культуры характеризуются относительно низким водопотреблением, что способствует сохранению влаги для последующих культур. Они также обеспечивают поступление органических остатков с благоприятным соотношением углерода и азота, ускоряя гумусообразование и улучшая структуру почвы. В результате повышается водоудерживающая способность почвы, а их вклад в улучшение водного режима составляет 10–18%.

Системы No-till усиливают влияние предшественников на водный режим почвы за счёт сохранения агрофизических и биологических эффектов. В отличие от отвальной обработки, они обеспечивают сохранение растительных остатков и формирование мульчирующего слоя, снижающего испарение, температурные колебания и потери влаги. В условиях No-till испарение уменьшается на 25–40%, а влагозапасы увеличиваются на 15–25 мм [8]. Сохранение пожнивных остатков способствует накоплению органического вещества, улучшению структуры почвы и формированию системы пор, повышая инфильтрацию и равномерность увлажнения профиля. При этом снижается образование почвенной корки, улучшается водопроницаемость и возрастает использование осадков. Также усиливается биологическая активность почвы за счёт сохранения микробных сообществ и формирования биопор..

В сочетании с бобовыми культурами, которые дополнительно способствуют накоплению органического вещества, улучшению структуры и увеличению пористости почвы, системы No-till позволяют формировать устойчивые агроценозы с высокой эффективностью использования влаги. Такое сочетание агротехнических приемов обеспечивает не только увеличение запасов продуктивной влаги, но и повышение их доступности для растений за счет оптимизации агрофизических свойств почвы.

Данные технологии особенно актуальны в регионах с засушливым климатом и повторяющимися засухами в условиях изменения климата, поскольку способствуют снижению потерь влаги, повышению устойчивости агроценозов к водному стрессу и обеспечению более стабильной продуктивности сельскохозяйственных культур.

Научная новизна исследований заключается в том, что впервые в условиях засушливой степи Акмолинской области изучено влияние парового и бобового предшественников на водно-физические свойства почвы, включающие фильтрационную способность почвы.

В связи с этим, целью исследований было изучение влияния различных предшественников на водно-физические свойства почвы и урожайность пшеницы в условиях зернопарового и плодосменного севооборотов.

Задачи исследований:

- определить влияние предшественников на запасы продуктивной влаги;
- оценить их воздействие на агрофизические свойства почвы (плотность и фильтрационную способность);
- установить влияние предшественников на урожайность пшеницы.

Методика проведения исследований

Исследования проводились в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» (Шортандинский район Акмолинской области) в 2015–2017 гг. в длительном стационарном опыте лаборатории биологического земледелия. Запасы продуктивной влаги определяли термостатно-весовым методом по общепринятой агрономической методике с отбором почвенных проб игольчатым буром по слоям 0–10 см. Пробы высушивали при 105 °С до постоянной массы [9]. Плотность почвы (объёмную массу) определяли методом цилиндров Н.А. Качинского с отбором образцов ненарушенного сложения и последующим расчётом отношения массы сухой почвы к объёму цилиндра. Фильтрационную способность пахотного слоя (0–30 см) определяли полевым методом инфильтрации по скорости впитывания фиксированного объёма воды в металлическом цилиндре с расчётом показателя в мм/мин. [10].

Результаты исследований

Плотность сложения является интегральным показателем агрофизического состояния почвы, определяющим соотношение твердой, жидкой и газовой фаз и формирующим водный, воздушный и тепловой режимы. При оптимальных значениях 1,10–1,30 г/см³ формируется сбалансированная пористость, обеспечивающая эффективную инфильтрацию, аэрацию корнеобитаемого слоя и высокую влагоемкость, что способствует накоплению и сохранению продуктивной влаги и нормальному развитию корневой системы.

Повышение плотности до 1,40–1,60 г/см³ приводит к снижению общей пористости на 8–12%, уменьшению доли макропор и снижению фильтрации на 20–40%, что ухудшает инфильтрацию и усиливает поверхностный сток. Одновременно возрастает сопротивление почвы проникновению корней, ухудшается доступ растений к влаге из глубоких горизонтов, а также увеличивается доля менее доступной капиллярно-связанной воды [11].

Чрезмерно рыхлое состояние (менее 1,05 г/см³) также неблагоприятно, поскольку нарушает капиллярные связи, увеличивает долю крупных пор и снижает влагоудерживающую способность. В таких условиях вода быстро проходит через профиль или теряется за счет испарения, что приводит к дефициту продуктивной влаги, особенно в ранние фазы вегетации, а также ограничивает капиллярное поступление влаги из нижних горизонтов [12].

Важно отметить, плотность пахотного слоя почвы (0–30 см) в среднем

была практически одинаковой по вариантам предшественников и составила 1,31 г/см³ после пара и 1,32 г/см³ после гороха, что свидетельствует о незначительном влиянии предшественников на данный показатель в рассматриваемый период (таблица 1).

Запасы продуктивной влаги являются важным агрофизическим показателем, непосредственно характеризующим обеспеченность растений доступной влагой, в отличие от плотности почвы, отражающей её структурное состояние и изменяющейся медленнее. Данный показатель отличается высокой динамичностью и зависит от погодных условий, системы обработки и предшественников. Установлено, что паровые предшественники способствуют накоплению влаги, тогда как иссушающие культуры снижают её содержание в почве.

Проведённые нами исследования подтвердили справедливость данного утверждения. Содержание продуктивной влаги в слое 0–100 см перед посевом было выше после пара (126,2 мм), чем после гороха (108,7 мм), что подтверждает более благоприятные условия накопления влаги при паровом предшественнике. Аналогичная тенденция наблюдалась по годам: в каждый из рассматриваемых лет пар обеспечивал более высокие запасы влаги по сравнению с горохом, за исключением отдельных вариаций по погодным условиям.

Фильтрационная способность почвы характеризует её водопроницаемость и способность пропускать влагу в глубинные горизонты и зависит от пористости, структуры, плотности и гранулометрического состава. Наибольшие значения наблюдаются у хорошо оструктуренных почв с преобладанием макропор, тогда как уплотнение и разрушение структуры снижают водопроницаемость.

По данным ряда исследований, агротехнические приёмы, включая выбор предшественников, существенно влияют на водопроницаемость почвы. Так, бобовые культуры и паровые предшественники способствуют улучшению структуры пахотного слоя и увеличению доли некапиллярных пор, что повышает скорость инфильтрации воды. В противоположность этому, интенсивное механическое воздействие и возделывание культур с высоким уплотняющим эффектом могут снижать фильтрационную способность почвы [10].

В нашем случае, фильтрационная способность почвы имела тенденцию к небольшому увеличению после гороха (0,06 мм/мин) по сравнению с паром (0,05 мм/мин) в среднем за годы исследования, что может указывать на более благоприятное структурное состояние почвы после бобового предшественника. В динамике по годам отмечались незначительные колебания данного показателя.

В целом результаты показывают, что пар как предшественник способствует накоплению большего количества продуктивной влаги, тогда как горох оказывает положительное влияние на водопроницаемость почвы при сопоставимых значениях плотности пахотного слоя.

Таблица 1 - Динамика содержания продуктивной влаги, плотности и фильтрации в слое почвы перед посевом пшеницы в зависимости от предшественников

Показатели	2015 год.		2016 год.		2017 год.		В среднем	
	После пара	После гороха	После пара	После гороха	После пара	После гороха	После пара	После гороха
Плотности (г/см3) пахотного 0-30 см слоя почвы	1,34	1,35	1,35	1,39	1,24	1,23	1,31	1,32
Запасы продуктивной влаги в 0-100 слое (мм) перед посевом	139,0	122,2	116,0	89,7	123,6	114,1	126,2	108,7
Фильтрационная способности (мм/мин) пахотного (0-30 см) слоя	0,06	0,08	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06

С целью более полной оценки агротехнической эффективности предшественников в системе возделывания пшеницы была проанализирована урожайность культуры, позволяющая объективно отразить совокупное влияние изучаемых факторов на её продуктивность (Рисунок 1)

В среднем за рассматриваемый период более высокая урожайность пшеницы отмечена после гороха — 17,7 ц/га, тогда как после пара она составила 16,5 ц/га. Это указывает на преимущество бобового предшественника в формировании продуктивности культуры. При этом в отдельные годы наблюдались колебания показателей, связанные с изменчивостью погодных условий (рисунок 1).

Так, в 2015 году максимальная урожайность была получена после гороха (21,0 ц/га) по сравнению с паром (20,3 ц/га). В 2016 году, напротив, более высокие значения отмечены после пара (17,3 ц/га), тогда как после гороха урожайность снизилась до 13,2 ц/га. В 2017 году также наблюдалось преимущество гороха (15,2 ц/га) по сравнению с паром (15,6 ц/га), хотя различия были незначительными.

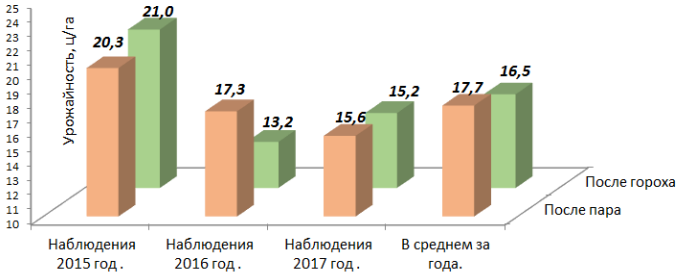


Рисунок 1 – Урожайность пшеницы в зависимости от предшественников

Выводы

В условиях исследуемого региона пар как предшественник обеспечивает более высокие запасы продуктивной влаги, тогда как горох способствует улучшению водопроницаемости почвы. При этом, горох обеспечивает более высокую и стабильную урожайность пшеницы по сравнению с паром. Это связано связано с улучшением азотного режима почвы, активизацией биологических процессов и повышением фильтрационной способности пахотного слоя, что в совокупности создаёт более благоприятные условия для формирования урожая.

Литература

1. Farahani H. J., Peterson G. A., Westfall D. G. Dryland cropping intensification: A fundamental solution to efficient use of precipitation // Advances in agronomy. – 1998. – Т. 64. – С. 197-224.

2. Lal R. Soil water management in the tropics // Advances in Soil Science. – 1983. №1. – С.269-317.

3. Peterson G.A., Schlegel A.J., Tanaka D.L., Jones O.R. Precipitation use efficiency as affected by cropping and tillage systems // Agronomy Journal. – 1996. №8. – С.180-186.

4. Unger P.W., Vigil M.F. Cover crop effects on soil water relationships // Journal of Soil and Water Conservation. – 1998. - №53. – С.200-207.

5. Lal R. Soil degradation by erosion // Land Degradation & Development. – 2001. №12. – С.519-539.

6. Peoples M.B., Herridge D.F., Ladha J.K. Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen // Plant and Soil. – 2009. - №311.- С.1-18.

7. Zahran H.H. Rhizobium-legume symbiosis and nitrogen fixation // Microbiology. – 1999. - №145. - С.593-603.

8. Hobbs P.R., Sayre K., Gupta R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture // Philosophical Transactions of the Royal Society B. - 2008. №363. - С.543-555.

9. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

10. Качинский Н.А. Методы механического и микроагрегатного анализа почвы. — М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 225 с.

11. Hamza M.A., Anderson W.K. Soil compaction in cropping systems // Soil & Tillage Research. – 2005. - №82. _ С.121-145.

12. Dexter A.R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter // Geoderma. – 2004. - №20. - С.201-214.

УДК 631.5:633.11 (571.17)

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЙ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Жусупбеков Е.К., Амангалиев Б.М., Малимбаева А.Д., Батырбек М.Б., Бердібек Е.Б., Мырзахан К

с. Алмалыбак, Казахстан
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»

Введение. Основная обработка почвы – очень мощное средство воздействия на ее свойства и, как следствие, на состояние агрофитоценозов. Обработкой можно вызвать проявление противоположных процессов, соотношение которых зависит от способа и периодичности обработки: оструктуривание-дезагрегация, минерализиция-гумификация, уплотнение-разуплотнение, гомогенизация-гетерогенизация строения почвенного профиля, новообразование или разрушение почвы [1].

Одним из основных показателей физических свойств почвы является плотность (объемная масса). Пахотный слой подвергается уплотнению как под собственным весом, так и от воздействия на него тяжелой почвообрабатывающей техники. Увеличение плотности почвы приводит к недостаточной аэрации корнеобитаемого слоя, а ухудшение аэрации приводит, в свою очередь, к развитию анаэробных процессов, губительных для корневой системы растений. В результате ухудшается питательный режим почв [2].

В условиях степной зоны Алматинской области основным лимитирующим фактором плодородия почвы является почвенная влага. Основой пополнения влагозапасов в почве являются осадки. Степень их усвоения зависит от ряда факторов: агрофона [3], обработки почвы [4] и т. д. Горох - влаголюбивая культура. Результаты исследований Е. И. Чекалиным и др., подтверждают высокую чувствительность культуры гороха к условиям увлажнения. Сортообразцы в их опытах под действием засухи закончили вегетацию на 8 дней раньше по сравнению годами с более благоприятными погодными условиями. При этом длина стебля стала значительно меньше, фотосинтетический потенциал снизился на 75%, число семян - в 2 раза, а масса семян - на 29%. [5] По данным Х. А. Хамокова, при оптимальной

влагообеспеченности урожай семян выше на 17-20%, чем при низкой влагообеспеченности [6].

Новизна исследований. В полузасушливой степной зоне Алматинской области проведены комплексные исследования по влиянию отвальной, минимальной и нулевой обработки, биопрепарата Экстрасол раздельно и в сочетании с фосфорным удобрением на агрофизические свойства светло-каштановой почвы и урожайность гороха.

Цель и задачи исследований. Изучение влияния разных способов основной обработки и удобрений на динамику продуктивной влаги, плотности сложения почвы и урожайность гороха.

Материал и методика. Экспериментальные исследования проводились в 2024-2025 годах на посевах гороха сорта Жасылай усатого морфотипа на территории землепользования ТОО «КазНИИЗиР», расположенный в южной части Алматинской области. В опыте изучались три разных способа основной обработки почвы: отвальная вспашка на глубину 20-22 см, плоскорезная обработка на 10-12 см, нулевая обработка, а также биопрепарат Экстрасол и фосфорное удобрение аммофос. Расчет фосфорного удобрения проводился методом элементарного баланса. Основные обработки почвы проводили после уборки поля предшествующей культуры (сафлор) плугом ПН-4-35, плоскорезом-рыхлителем КПГ-250. Аммофос вносили осенью перед обработкой поля сафлора разбрасывателем удобрений RAUSH в норме 30 кг/га действующего вещества. После уборки предшественника в варианте нулевой обработки почвы проводилось опрыскивание глифосатсодержащими гербицидами - баковая смесь гербицида Триумф Мастер 2 л/га и Эстер Супер 0,2 л/га и ПАФ, Тренд 90 0,2 л/га против сорных растений. Весной проводили боронование тяжелыми боронами БИГ-3А на глубину 8-10 см в два следа. Высевался горох сорта Жасылай с нормой высева 900 тыс. растений на гектар турецкой сеялкой Агромастер. В фазу 3-5 листьев растений гороха проводилась химическая обработка баковой смесью гербицида Легомин в норме 1 л/га + гербицида Терра (1 л/г) + инсектицида Каратошанс (0,2 л/га) + фунгицида Колосаль Про (0,6 л/га) + стимулятор роста Экстрасол (1 л/га).

Почва опытного участка представлена светло-каштановой среднесуглинистой почвой с содержанием физической глиной 35-43% и физического песка – 57-65%. Содержание гумуса в 0-30 см слое почвы – 1,60-1,90% по Тюрину, общего азота по Корнфилду – 0,15%, общего фосфора (ГОСТ 26261-84) – 0,21%, общего калия (ГОСТ 26261-84) – 1,67%, pH почвенной среды-7,8-8,0.

Для определения продуктивной влаги почвы были отобраны почвенные пробы через десятисантиметровые слои до глубины 100 см в фазы всходов, ветвление и цветения гороха. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом согласно ГОСТ 27548-97 с последующим пересчетом % влаги в мм продуктивной влаги послойно в метровом слое почвы.

При определении плотности сложения почвы были послойно отобраны образцы почвы на глубину 0-10, 10-20, 20-30 см через 10 см в начале и конце вегетации культур по методу режущих цилиндров А. Н. Качинского, с объемом 547 см3 (ГОСТ 27593-88).

Результаты исследований. Наблюдения за содержанием продуктивной влаги в почве при возделывании гороха по исследуемым годам (2024, 2025) свидетельствует, что на динамику влагонакопления в большой мере повлияли погодные условия и способы основной обработки. Следует отметить, что запасы продуктивной влаги по исследуемым годам в значительной степени отличаются между собой из-за сильного различия погодно-климатических особенностей в эти годы. Полученные экспериментальные результаты по влагообеспеченности метрового слоя почвы показали, что наибольшее количество ее отмечалось в 2024 году. Это связано с тем, что погодные условия апреля оказались благоприятными, так как уровень среднемесячной температуры воздуха достиг 12,8°С на фоне выпадения значительного количества атмосферных осадков (111,3 мм или 100,6% от нормы) и положительно повлияло на появление дружных всходов гороха и послевсходовый период. В мае сложились также хорошие условия для роста и развития растений гороха. Так, среднемесячная температура воздуха была небольшой 17,6°С на фоне достаточной обеспеченности влагой: количество осадков составило 121,2 мм, что оказалось выше нормы на 123,1%. В конце июня месяца температура воздуха повышалась до невысокой величины +26,9°С, на фоне малого выпадения осадков и сохранившимся запасам влаги в метровом слое почвы от майских дождей, растения гороха не испытывали их недостатка. В начале июля выпала основная часть осадков 57,0 мм и была на уровне среднемноголетнего значения, в связи с чем полная спелость растений гороха наступила в конце второй декады июля.

В апреле 2025 года отмечалось повышение температуры воздуха и было выше среднемноголетнего показателя на 4,8°С, но осадков было значительно меньше всего 57,2 мм, что ниже нормы на 51,7%. Май был теплым и влажным. Осадков выпало 80,4 мм, что составляет 82,0% от среднемноголетнего количества. В июне наблюдалось значительное повышение температуры воздуха до 26,0°С во второй декаде и до 27,1°С в третьей, что ускорило цветение гороха и быстрое созревание семян. Уборка этой культуры из-за высокого температурного режима и почти отсутствия атмосферных осадков проводилась значительно раньше обычных сроков.

Определение продуктивной влаги в почве показало, что в среднем за два года исследований в фазу всходов гороха наибольшее ее количество в метровом слое на фоне внесения препарата Экстрасол и фосфорного удобрения отмечалось при применении плоскорезной обработки – 240,2-242,7 мм, а по нулевой обработке и по вспашке были меньше и существенно не различались соответственно 220,9-224,2 мм и 217,0-220,1 мм. В фазу ветвления гороха влагообеспеченность по всем способам основной обработки

почвы и удобрений уменьшилась, но оставалось очень хорошим в интервале 172,2-202,8 мм. В этот период максимальное количество почвенной влаги содержалось в варианте нулевой обработки почвы (197,7-202,8 мм) за счет лучшего накопления и ее сохранения от испарения с поверхности поля. В варианте плоскорезной обработки влагосодержание почвы было ниже варианта нулевой обработки на 6,8-16,1 мм и на 10,1-18,7 мм больше по сравнению со вспашкой (172,2-176,6 мм). В фазу цветения в летний период из-за отсутствия атмосферных осадков и высоких дневных температур воздуха наблюдалось резкое снижение запасов продуктивной влаги при вспашке на 86,6-95,5 мм, при плоскорезной обработке на 92,5-101,5 мм, при нулевой обработке на 70,2-78,9 мм от предыдущей фазы. При этом наибольшее содержание продуктивной влаги в почве в варианте нулевой обработки сохранилось и составило 123,9-127,7 мм и оценивалось по обеспеченности как удовлетворительная. В варианте плоскорезной обработки количество продуктивной влаги в почве было удовлетворительным и плохим и меньше по сравнению с нулевой обработкой на 30,3-38,3 мм и больше вспашки, то есть контроля на 4,0-12,5 мм (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика содержания продуктивной влаги в почве в период вегетации гороха в зависимости от применения разных способов основной обработки и удобрений, среднее за 2024-2025 годы, мм

Способ основной обработки почвы	Система удобрения	Фаза развития растений		
		Всходы	Ветвление	Цветение
Вспашка на 20-22 см	Без удобрений (контроль)	220,1	176,6	85,4
	Экстрасол	217,0	172,5	84,6
	P_{30} + Экстрасол	217,1	172,2	81,1
Плоскорезная обработка на 10-12 см	Без удобрений (контроль)	242,7	190,9	93,6
	Экстрасол	240,2	186,7	89,9
	P_{30} + Экстрасол	240,5	188,1	89,4
Нулевая обработка	Без удобрений (контроль)	224,2	202,8	127,6
	Экстрасол	220,9	202,3	127,7
	P_{30} + Экстрасол	221,0	197,9	123,9

Значения плотности сложения плотности почвы определяли в начале вегетации и перед уборкой урожая гороха. Результаты исследований, пред-

ставленные в таблице 2 показало, что в среднем за два года определения в фазу всходов гороха рыхловатое состояние почвы наблюдалось при применении вспашки на 20-22 см - 1,15-1,16 г/см^3, при плоскорезной обработке величины плотности почвы увеличивалось до 1,17-1,18 г/см^3 рыхловатого сложения и при нулевой обработке достигало 1,20-1,21 г/см^3 слабо уплотненного состояния на фоне внесения биопрепарата и фосфорного удобрения. От фазы всходов к периоду уборки урожая гороха вследствие иссушения почвы отмечалось повышение ее плотности в варианте вспашки до 1,28-1,29 г/см^3 средне уплотненного состояния, варианте плоскорезной обработки до 1,30-1,31 г/см^3 средне и сильно уплотненного, варианте нулевой обработки до 1,32-1,33 г/см^3 (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика плотности сложения светло-каштановой почвы при вегетации гороха в зависимости от применения разных способов основной обработки и фосфорного удобрения, среднее за 2024-2025 годы, г/ см^3

Способ основной обработки почвы	Система удобрения	Фаза всходы	Качественная оценка	Перед уборкой	Качественная оценка
Вспашка на 20-22 см	Без удобрений (контроль)	1,15	Рыхловатая	1,28	Средне уплотнена
	Экстрасол	1,16	Рыхловатая	1,29	Средне уплотнена
	P_{30} + Экстрасол	1,15	Рыхловатая	1,28	Средне уплотнена
Плоскорезная обработка на 10-12 см	Без удобрений (контроль)	1,17	Рыхловатая	1,30	Средне уплотнена
	Экстрасол	1,17	Рыхловатая	1,31	Сильно уплотнена
	P_{30} + Экстрасол	1,18	Рыхловатая	1,30	Средне уплотнена
Нулевая обработка	Без удобрений (контроль)	1,20	Слабо уплотнена	1,33	Сильно уплотнена
	Экстрасол	1,20	Слабо уплотнена	1,32	Сильно уплотнена
	P_{30} + Экстрасол	1,21	Слабо уплотнена	1,33	Сильно уплотнена

Применение разных способов основной обработки почвы и удобрений повлияли на величину урожайности гороха. Данные таблицы 3 свидетельствуют, что самые лучшие результаты обеспечивало совместное использование биопрепарата Экстрасол и фосфорного удобрения. Урожайность семян гороха сорта Жасылай увеличился по сравнению с контролем по

вспашке на 0,18 т/га, по плоскорезной обработке на 0,32 т/га, по нулевой обработке почвы на 0,07 т/га. Применение фосфорного удобрения повышало урожайность культуры относительного контрольного варианта (без удобрений) при вспашке на 0,16 т/га, при плоскорезной обработке на 0,15 т/га, при нулевой обработке почвы на 0,04 т/га. Наибольшая урожайность этого сорта обеспечивало использование Экстрасола с фосфорным удобрением при плоскорезной обработке почвы и составила 1,43 т/га. Самая низкая урожайность гороха получена при нулевой обработке почвы без применения удобрений – 0,84 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность гороха сорта Жасылай в зависимости от применения биопрепарата Экстрасол, фосфорного удобрения и способов основной обработки почвы, среднее за 2024-2025 годы

Способ основной обработки почвы	Система удобрения	Урожайность, т/га	Прибавка от контроля, т/га	
			т/га	%
Вспашка на 20-22 см	Контроль (без удобрений)	1,07	-	-
	Экстрасол	1,23	0,16	13,1
	P_{30} + Экстрасол	1,25	0,18	14,4
Плоскорезная обработка на 10-12 см	Контроль (без удобрений)	1,11	-	-
	Экстрасол	1,26	0,15	12,0
	P_{30} + Экстрасол	1,43	0,32	22,4
Нулевая обработка	Контроль (без удобрений)	0,84	-	-
	Экстрасол	0,88	0,04	4,6
	P_{30} + Экстрасол	0,91	0,07	7,7
НСР05 (Фактор А – обработка почвы) - 0,16				
НСР05 (Фактор В – удобрения) – 0,19				
НСР05 (Взаимодействие факторов А и В и С) - 0,31				

Выводы.

1. В период вегетации гороха в варианте нулевой обработки почвы отмечалось наибольшее содержание продуктивной влаги (123,9-202,8 мм) в метровом слое по сравнению с другими вариантами обработки, за исключением фазы всходов.

2. С начала вегетации до уборки гороха происходило постепенное увеличение плотности сложения почвы во всех изучаемых вариантах основной обработки и удобрений. Применение отвальной вспашки обеспечивало наименьшую плотность почвы по сравнению с мелкой плоскорезной обработкой и нулевой обработкой и изменялась в пределах 1,15-1,29 г/см3.

3. Применение биопрепарата Экстрасол совместно с фосфорным удобрением при мелкой плоскорезной обработке почвы обеспечивало в среднем за два года исследований наибольшую урожайность семян гороха сорта Жасылай – 1,43 т/га, а прибавка относительно контроля составило 0,32 т/ га, или 22,4 %.

Литература

1. Пыхтин, И.Г., Шутов, Е.В. Систематические отвальные и безотвальные обработки в севообороте и бессменных посевах // Земледелие. – 2004. - № 3. – С. 18-19.

2. Бурлакова, Л.М., Куфаев, А.А., Кудрявцев, А.Е., Тонких, В.В. Влияние обработки почвы на плотность, влажность и урожайность зерна яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2004. - № 4. - С. 20-24.

3. Кирюшин, В.И. Методологическая концепция развития земледелия в Сибири // Земледелие. -1989. - № 12. - С. 7-14.

4. Ren T. Soil water and temperature regimes in winter wheat as affected by crop rotation and row spacing // Soil and Tillage Research,Volume 63, Issue 2, April, 2001. – P. 209-211.

5. Чекалин, Е.И., Кондыков И.В., Амелин А.В. Устойчивость гороха посевного и полевого к экстремальным факторам погоды // Сб. научных материалов: Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве. – Орел. – 2011. – С. 297–303.

6. Хамоков, Х. А. Агробиологические аспекты реализации потенциальной активности бобоворизобиальной системы зернобобовых культур в предгорьях Северного Кавказа: автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09. – Дон. гос. аграр. ун-т. - пос. Персиановский. - 2009. – 41 с.

УДК 633.28:631.81

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ЖИТНЯКА ГРЕБНЕВИДНОГО

[1]Золотарев В.Н., [2]Острикова М.Г.

[1].г. Лобня, Россия

[2]г. Павловск, Россия

[1]ФГНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»)

[2]Воронежская ОС по многолетним травам – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Эффективность кормопроизводства определяется почвенно-климатическими условиями, соответствующим им оптимизированным подбором кормовых культур и технологиями их возделывания. Наиболее актуальным вопрос выбора правильного ассортимента кормовых видов, характеризующихся высокой продуктивностью и адаптивным потенциалом, стоит для аридной зоны. В южных регионах России на долю сельскохозяйственных угодий с засушливыми условиями приходиться 70-90 % площадей [1]. Среди многолетних злаковых трав житняк гребневидный (*Agropyron pectiniforme* Roem. et Schult.) в степных районах является наиболее широко распространенным видом [2-4]. Он выделяется экологической пластичностью, сочетает в себе сравнительно высокую урожайность зеленой массы и семян, а также долголетие (более 10 лет), засухоустойчивость и зимостойкость, высокие кормовые качества, конкурентоспособность при возделывании в травосмесях [5-7]. Особенно ценен житняк гребневидный тем, что в аридных условиях дает ранний весенний пастбищный корм, отличающийся хорошей отавой, протеин которой обладает хорошей переваримостью питательных веществ, полным набором незаменимых аминокислот, высоким содержанием белка, а также используется в сельскохозяйственной практике как мелиорант вновь осваиваемых, в том числе с низким плодородием, и бросовых земель, для агроландшафтного озеленения (газоны разных типов назначения, спортивные площадки, стадионы, урбанизированные территории), рекультивации деградированных земель, придорожного территории и т.д. [8-10].

Для широкого хозяйственного внедрения житняка гребневидного необходима организация его товарного семеноводства, базой которого является разработка зональных сортовых технологий возделывания этой культуры на семена. Среди комплекса агротехнических приемов, определяющих

уровень семенной продуктивности житняка гребневидного, является сбалансированное применение минеральных удобрений, в первую очередь, азотсодержащих [11, 12]. Установлено, что злаковые травы на южных карбонатных черноземах в пахотном слое почвы характеризуются высоким потреблением подвижного фосфора. В связи с этим рекомендуется на многолетних злаковых трав вносить азотные и фосфорные удобрения [13].

Цель и задачи. Выявить эффективность и влияние сроков и норм внесения минерального азотного удобрения на семенных посевах житняка гребневидного первого – второго лет жизни нового сорта Ненароковский в аридных условиях степной зоны Центрально-Черноземного региона.

Новизна исследований. Впервые в аридных условиях степной зоны Центрально-Черноземного региона на выщелоченном, среднемощном, среднесуглинистом черноземе проводится оценка эффективности применения минеральных удобрений на семенных посевах нового сорта житняка гребневидного Ненароковский.

Материал и методика.

Исследования проводили в 2016-2021 гг. на Воронежской опытной станции по многолетним травам, расположенной в степной зоне юга Центрально-Черноземного региона с новым сортом житняка гребневидного Ненароковский. Сорт житняка гребневидного Ненароковский в 2022 году зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ. Новый сорт предназначен для использования в качестве компонента в лугопастбищных травосмесях, в полевом травосеянии для получения зелёного корма, сена, объёмистых концентрированных кормов, а также для посева на эродированных и низкоплодородных землях в аридных условиях. Сорт Ненароковский в конкурсном испытании превысил стандарт по сбору зелёной и сухой массы на 10,4 и 11,7%, соответственно [14].

Опыт закладывался в полевом севообороте на выщелоченном, среднемощном, среднесуглинистом черноземе, содержащим в пахотном слое 4,3% гумуса (по Тюрину); 7,2 мг подвижного фосфора и 12,6 мг калия на 100 г почвы (по Чирикову); pHсол. 6,4.

Агротехника возделывания житняка в опытах – общепринятая для региона. Фоновую дозу фосфорно-калийных удобрений P60K30вносили в III декаде августа после проведения позднелетнего подкашивания травостоя житняка, азотное удобрение (аммиачная селитра, содержание N34,4%) в соответствующих схеме опыта дозах – вручную разбросным методом в два срока:осенью во II декаде сентября и весной на следующий год в фазу отрастания культуры.

Учеты и наблюдения осуществляли согласно общепринятой методике по семеноводству многолетних трав.Учетная площадь одной опытной делянки составляла 10 м^2, повторность 4-х кратная, размещение – рендомизированное. Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли методом дисперсионного анализа на основании методики в описании Б.

А. Доспехова (1985) на ПЭВМ с использованием группы пакета стандартных приложений MicrosoftOffiseWord 2007, Excel 2000.

Результаты исследований.

Житняк гребневидный является многолетним мятликовым растением озимого типа развития. Необходимым этапом перехода многолетних мятликовых трав в генеративную фазу их развития является формирование ими укороченных вегетативных побегов в предыдущий год [11]. Вследствие биологических особенностей развития для перехода побегов в репродуктивное состояние им необходимо в предыдущий год пройти яровизацию и успешно перезимовать. Результаты исследований свидетельствуют, что при внесении фоновых удобрений Р60К30 растения житняка первого года жизни лучше развивались и формировали на 12-15 % больше по сравнению с контролем укороченных вегетативных побегов к окончанию вегетационного сезона (табл. 1). При этом улучшение фосфорно-калийного питания растений способствовало повышению их сохранности в период перезимовки до 78-79 % против 70-73 % на контроле

Таблица 1. Влияние доз и сроков внесения азотного удобрения на интенсивность кущения и сохранность побегов в период перезимовки.

Доза удобрений, срок внесения	Данные за 2016-2017 гг.			Данные за 2020-2021 гг.		
	Кол-во укороч. вегетат. побегов, шт./м²		Гибель побегов в период перезимовки, %	Кол-во укороч. вегетат. побегов, шт./м²		Гибель побегов в период перезимовки, %
	перед уходом в зиму	после перезимовки		перед уходом в зиму	после перезимовки	
Контроль	436	318	27	567	395	30
Р60К30 – фон	488	382	22	652	513	21
фон +N30 осень	509	402	21	677	527	22
фон +N45 осень	514	416	19	680	545	20
фон +N60 осень	512	410	20	674	507	25
фон +N30 весной	485	393	19	657	534	19
фон +N45 весной	482	390	19	660	530	20
фон +N60 весной	489	386	21	669	525	22
фон +N90 весной	507	401	21	689	542	21
фон +N30 осень+ N30 весна	495	396	20	669	522	22
фон +N30 осень + N45весна	502	412	18	687	543	21
НСР05	37,2	35,6	1,8	54,6	47,3	1,82

Исследования показали, что при осеннем внесении N30-60 отмечалось более интенсивное осеннее кущение. В зависимости от гидротермических условий вегетационных сезонов количество укороченных вегетативных

побегов перед уходом в зиму по годам возрастало на 17-18% и на 19-20% по сравнению с контролем. На фоне Р60К30 превышение по побегообразованию было менее выраженным и составило 12-15 % (табл. 1). Следует отметить, что наряду с повышением кустистости осеннее применение азотного удобрения в зависимости от дозы внесения способствовало улучшению перезимовки растений от 5-6 до 8-10 %.

Анализ структуры семенного травостоя первого года пользования выявил положительное влияние минеральных удобрение на формирование отдельных компонентов, определяющих величину урожая семян. Так в первой закладке опыта в зависимости от вида, сроков и доз внесения удобрений отмечалось образование более развитых соцветий житняка, на 6-14 % длиннее, чем на контроле (табл. 2). При весеннем, а также при дробном осеннее-весеннем применении азотного удобрения в дозах N30-90, количество генеративных побегов достоверно превышало контроль на 47-70 %. При этом число колосков в в соцветиях боле выражено образовывалось больше при весеннем использовании азотного удобрения, на 16-32 %. Обсемененность одного колоса увеличивалась от 14 до 102 %. Также отмечено положительное влияние минеральных удобрений на посевные качества семян, масса их 1000 штук возрастала на 7-19%.

Таблица 2. Влияние сроков и норм внесения азотного удобрения на формирование структуры и урожайность семян житняка гребневидного (2017 г.)

Доза удобрений, срок внесения	Кол-во генеративных побегов, шт./м^2	Ст-пень полегания, %	Длина соцветий, мм	Кол-во колосков колосе, шт.	Масса семян со 100 соцветий, г	Масса 1000 семян, г	Урожайность семян, кг/га
Контроль	220	106,2	20	61,8	32	20,7	221
Р60К30 – фон	287	108,7	26	63,7	33	19,4	260
фон +N30 осень	294	110,6	31	65,9	28	21,9	358
фон +N45 осень	299	110,8	34	63,8	39	26,2	404
фон +N60 осень	320	110,5	37	63,1	33	25,1	426
фон +N30 весной	305	107,4	31	67,6	34	23,9	327
фон +N45 весной	327	108,3	34	68,4	38	27,6	431
фон +N60 весной	348	116,4	39	68,7	39	32,9	420
фон +N90 весной	293	119,2	41	69,9	36	28,1	402
фон +N30 осень+ N30 весна	320	114,3	34	70,1	36	30,7	461
фон +N30 осень + N45весна	312	118,4	38	71,9	35	31,7	473
НСР05	25,8	-	-	-	-	1,94	30,9

Наиболее высокая урожайность семян 461-473 кг/га, или 2,1 выше чем на контроле в первой закладке опыта была получена при дробной схеме внесения азотного удобрения в дозах N60 и N75: N 30 осень+ N30 весна или N 30 осень+ N45 весна (табл. 2). Сравнительная оценка однократного применения азотного удобрения выявила его более высокую эффективность при использовании весной в дозах N45 и N60. Прибавка сбора семян составила 90 и 95 %. Увеличение дозы внесения до N90 приводил к снижению фактической урожайности семян вследствие увеличения полегания травостоев до 42 % и увеличением листостебельной массы, сильно затрудняющей обмолот.

Анализ влияния минеральных удобрений на формирование структуры семенного травостоя и урожайность семян житняка гребневидного во второй закладке опыта выявил аналогичные закономерности и динамику изменения величины основных показателей структуры (табл. 3). Также наиболее высокий сбор семян 504-537 кг/га, или в 1,8-1,9 раза больше, чем на контроле обеспечило дробное внесения азотного удобрения в дозах N60 и N75: N 30 осень+ N30 весна или N 30 осень+ N45 весна. Также при однократном применении азотного удобрения более высокая эффективность была получена при его использовании весной в дозах N45 и N60. Прибавка сбора семян составила 61 и 62 %. При осеннем использовании азотного удобрения увеличение фактической урожайности семян было хотя и меньше, 36-50 %, однако также было достоверно существенным.

Таблица 3. Влияние сроков и норм внесения азотного удобрения на формирование структуры и урожайность семян житняка гребневидного (2021 г.)

Доза удобрений, срок внесения	Кол-во генератив-ных побегов, шт./м^2	Степень полегания, %	Длина соцве-тий, мм	Кол-во колосков колосе, шт.	Масса семян со 100 соцветий, г	Масса 1000 семян, г	Урожайность семян, кг/га
Контроль	189	22	64,0	31	18,48	3,00	284
Р60К30 – фон	225	28	68,0	33	20,97	3,00	353
фон +N30 осень	246	32	66,0	32	22,45	3,37	387
фон +N45 осень	287	39	68,6	37	26,79	3,20	418
фон +N60 осень	299	40	65,6	34	25,51	3,21	427
фон +N30 весной	278	33	70,0	39	24,04	3,26	365
фон +N45 весной	314	35	68,2	40	31,00	3,53	457
фон +N60 весной	319	39	69,8	41	33,85	3,51	461

Продолжение таблицы 3

фон +N90 весной	322	42	72,4	35	27,26	3,46	413
фон +N30 осень+ N30 весна	302	34	73,2	36	37,26	3,44	504
фон +N30 осень + N45весна	307	41	72,6	39	36,34	3,42	537
НСР05	25,6	-	-	-	2,05	0,21	37,4

Следует отметить, что применение фосфорного и калийного минеральных удобрений в дозах $P_{60}K_{30}$ на черноземной почве было также эффективным. Рост урожайности семян в первой закладке опыта составил 18%, а во второй – 24% (таблицы 2, 3). При этом прибавка урожайности семян в основном обеспечивалось за счет увеличения количества генеративных стеблей в результате более интенсивного формирования осенних укороченных вегетативных побегов.

Выводы. Таким образом, при возделывании житняка гребневидного нового сорта Ненароковский в аридных условиях степной зоны южной части Центрально-Черноземного региона на выщелоченном, среднемощном, среднесуглинистом черноземе применение минеральных удобрений является высокоэффективным агрономическим приемом. Улучшение развития растений, интенсификация процесса побегообразования и формирование более развитых репродуктивных органов обеспечивают как фосфорно-калийные, так азотное минеральное удобрение. Наиболее высокая урожайность семян обеспечивается при дробной схеме внесения азотного удобрения в дозах N60 и N75: N 30 осень+ N30 весна или N 30 осень+ N45 весна на фоне Р60К30. Прибавка сборов семян житняка при такой схеме применения минеральных удобрений составляет от 1,8-1,9 до 2,1 раза, то есть достигается самая большая эффективность их действия. При невозможности по хозяйственно-организационным или финансовым причинам соблюдения дробной схемы использования удобрений наиболее целесообразно однократное применение N45 или N60, что также позволяет получать высокие урожаи семян житняка.

Литература

1. Турко С. Ю., Рыбашлыкова Л. П. Урожайность Agropyron в зависимости от погодных условий, сортов и способов посева на Юге европейской территории России. Известия НВ АУК. 2022. 2(66). 153-161. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-02-19.

2. Данилова, А. Н. Отбор по комплексу хозяйственно-ценных признаков формообразцов житняка гребневидного во флоре Калбинского Алтая и их

интродукция в Алтайском ботаническом саду / А. Н. Данилова, Е. А. Исакова, А. А. Сумбембаев // Вестник Карагандинского университета. Серия: Биология. Медицина. География. – 2022. – Т. 107, № 3. – С. 33-41. – DOI 10.31489/2022BMG3/33-41. – EDN LRPZZZ

3. Шевчук, Н. И. Характеристика хозяйственно-ценных признаков житняка гребневидного при введении в культуру / Н. И. Шевчук, С. В. Жаркова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 2-2(89). – С. 103-105. – DOI 10.24412/2500-1000-2024-2-2-103-105. – EDN ASNKHV.

4. Формирование хозяйственно-полезных признаков житняка гребневидного в природе и культуре в условиях восточно-казахстанской области / А. Н. Данилова, Н. И. Шевчук, С. В. Жаркова, Е. А. Исакова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 4(234). – С. 10-16. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-234-4-10-16. – EDN HHKHHE.

5. Формирование урожая житняково-бобовых травосмесей при использовании на сено / В. Г. Васин, М. С. Кригер, А. В. Васин, С. А. Васин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 60-69. – DOI 10.55471/19973225_2022_7_4_60. – EDN IXFWQD.

6. Продуктивный потенциал житняка гребневидного в условиях Ставропольского края / М. В. Деревянникова, В. В. Чумакова, В. Ф. Чумаков, Т. М. Миронова // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 3(75). – С. 3-7. – DOI 10.31367/2079-8725-2021-75-3-3-7. – EDN ENPNVR.

7. Изучение коллекции Agropyron Gaerth. По основным хозяйственно-ценным и биологическим признакам в условиях юго-востока Казахстана / Б. А. Айнебекова, С. Т. Доцентанова, А. И. Сейтбатталова, Е. А. Камбарбеков // 3i: Intellect, Idea, Innovation - интеллект, идея, инновация. – 2022. – № 3. – С. 54-62. – DOI 10.52269/22266070_2022_3_54. – EDN WVONOM.

8. Диденко, И. Л. Житняк в интенсификации кормового поля западного Казахстана / И. Л. Диденко, С. Г. Чекалин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4(32). – С. 40-42. – EDN PAXRNB.

9. Новые перспективные виды и сорта кормовых трав для реставрации пастбищ сухостепной зоны Кулунды / М. М. Силантьева, Т. А. Терехина, Н. Ю. Сперанская [и др.] // Вестник алтайской науки. – 2015. – № 1(23). – С. 50-54. – EDN UAOJPL.

10. Исследование влияния различных приемов посева житняка на продуктивность улучшенных пастбищ в аридной зоне Северного Прикаспия / Г. К. Булахтина, А. В. Кудряшов, Н. И. Кудряшова [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 103-112. – DOI 10.22363/2312-797X-2018-13-2-103-112. – EDN OTUQZF.

11. Золотарев, В. Н. Оптимизация использования минеральных удобрений

на семенных посевах житняка гребневидного / В. Н. Золотарев, М. Г. Острикова // Кормопроизводство. – 2024. – № 10. – С. 3-6. – DOI 10.30906/1562-0417-2024-10-3-6. – EDN UADUFE.

12. Золотарев, В. Н. Дифференцированное применение удобрений на семенных посевах житняка гребневидного в условиях степной зоны Центрально-Черноземного района / В. Н. Золотарев, М. Г. Острикова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 4(77). – С. 54-63. – DOI 10.31677/2072-6724-2025-77-4-54-63. – EDN WUJPKF.

13. Урожайность многолетних злаковых и бобовых трав и их воздействие на плодородие почвы в степной зоне Северного Казахстана / Н. И. Филиппова, Е. И. Парсаев, Т. М. Коберницкая, Н. М. Мустафина // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2023. – № 4(119). – С. 35-46. – DOI 10.51452/kazatu.2023.4(119).1521. – EDN EUZOED.

14. Сапрыкин, С. В. Результаты селекции основных видов многолетних трав для условий степи Центрально-Чернозёмного региона / С. В. Сапрыкин // Кормопроизводство. – 2022. – № 6. – С. 38-43. – EDN CAGQGN.

УДК 631.417

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА ПОЧВЫ И ЕГО ЛАБИЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ АГРОТЕХНОЛОГИЙ И УДОБРЕНИЙ

Зуева Н.Б.

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Органическое вещество почвы является ключевым фактором, определяющим ее плодородие, биологическую активность и устойчивость агроэкосистем. Центральное место в его составе занимает органический углерод, который выполняет важные экологические и агрономические функции, включая аккумуляцию питательных веществ, формирование структуры почвы и регулирование углеродного цикла. Значение органического углерода как индикатора качества почв подтверждается многочисленными исследованиями.

Особое внимание в современных исследованиях уделяется лабильным фракциям органического углерода, которые отличаются высокой скоростью трансформации и чувствительностью к изменениям агротехнических условий. По данным российских исследований, именно лабильные формы углерода являются информативными индикаторами изменений состояния почвы под воздействием агротехнологий [1].

Важную роль в формировании содержания подвижных частей органического вещества играют системы обработки почвы. В работах российских исследователей показано, что интенсивная отвальная обработка приводит к снижению содержания органического вещества вследствие усиления процессов минерализации и разрушения почвенной структуры, тогда как минимальные и нулевые технологии способствуют накоплению углерода и улучшению агрофизических свойств почвы [2]. Аналогичные выводы получены в исследованиях М. Комиссарова и соавт., где установлено, что характер землепользования существенно влияет на запасы органического углерода в почвах различных типов [3].

Существенное влияние на динамику органического углерода оказывает применение минеральных удобрений. Согласно работам Я. Кузякова, удобрения могут как способствовать накоплению углерода за счет увеличения поступления растительных остатков, так и усиливать процессы минерализации вследствие активации микробиологических процессов.

В отечественных исследованиях также подчеркивается, что эффект удобрений определяется их дозой, сочетанием элементов питания и системой обработки почвы.

Несмотря на значительное количество работ, посвященных оценке содержания органического углерода, вопросы трансформации его лабильных частей при комплексном воздействии технологий возделывания и минеральных удобрений остаются недостаточно изученными. Это особенно актуально для конкретных почвенно-климатических условий, где реакции почвенной системы могут существенно различаться.

Целью исследования является изучение трансформации органического углерода и его лабильных частей в почве под влиянием агротехнологий и минеральных удобрений.

С целью оценки влияния современных агротехнологий и минеральных удобрений на почвенный органический углерод и его подвижные компоненты, в 2025 году были проведены полевые исследования. Исследования проводили на базе многолетних стационаров лаборатории агрохимии и удобрений ТОО «НПЦ зернового хозяйства имени А. И. Бараева» (участок № 9), расположенных в южной карбонатной черноземной зоне Акмолинской области. В рамках четырехпольного севооборота (горох – пшеница – лен – пшеница) сравнивались нулевая и традиционная системы земледелия при возделывании пшеницы по гороху. Исследовались различные режимы удобрения: полный контроль (без внесения), применение аммофоса (P20), а также комбинированное внесение аммиачной селитры (N30 весной) и аммофоса (P20 при посеве).

Отбор образцов почвы в слое 0-20 см осуществлялся в ключевые фазы развития растений (всходы и полная зрелость) согласно ГОСТ 28168-89. Для анализа были использованы следующие методы: метод Дюма на анализаторе Primacs C/N для определения общего органического углерода (Сорг), метод Коновой–Бельчиковой для углерода лабильного гумуса (Слаб), водная экстракция для водорастворимого углерода (Свод) и метод Ганжара для оценки углерода легкоразлагаемого органического вещества (детрита) (Слов).

Содержание органического вещества и его лабильных частей варьировало в зависимости от применяемой технологии обработки почвы и варианта удобрений (таблица 1).

При традиционной технологии содержание органического углерода (Сорг) находилось в пределах 1,58–1,75%. Минимальное значение отмечено в контроле (1,58 ± 0,10%), тогда как внесение фосфора (P20) способствовало увеличению показателя до 1,75 ± 0,03%. При совместном внесении азота и фосфора (N30P20) содержание Сорг составило 1,65 ± 0,16%, что несколько ниже по сравнению с вариантом с аммофосом (P20).

Таблица 1 — Содержание органического вещества и его лабильных составляющих в среднем за вегетацию пшеницы, %

Вариант	Сорг	Слаб	Свод	Слов
Традиционная технология				
Контроль (без удобрений)	1,58 ± 0,10	0,48 ± 0,00	0,093 ± 0,019	0,172 ± 0,024
Аммофос Р20	1,75 ± 0,03	0,52 ± 0,07	0,090 ± 0,037	0,156 ± 0,002
Аммофос + аммиачная селитра N30P20	1,65 ± 0,16	0,47 ± 0,03	0,108 ± 0,050	0,157 ± 0,013
Нулевая технология				
Контроль (без удобрений)	1,55 ± 0,01	0,46 ± 0,10	0,095 ± 0,026	0,177 ± 0,053
Аммофос Р20	1,68 ± 0,02	0,53 ± 0,03	0,093 ± 0,061	0,210 ± 0,079
Аммофос + аммиачная селитра N30P20	1,75 ± 0,09	0,54 ± 0,06	0,075 ± 0,043	0,192 ± 0,044

Аналогичная тенденция наблюдалась для углерода лабильного гумуса (Слаб): максимальное значение зафиксировано при внесении аммофоса в дозе Р20 (0,52 ± 0,07%), а минимальное при совместном внесении аммофоса и аммиачной селитры в дозе N30P20 (0,47 ± 0,03%).

Содержание водорастворимого углерода почвы (Свод) при традиционной технологии изменялось незначительно (0,090–0,108%), с наибольшим значением при совместном внесении аммофоса и аммиачной селитры. Углерод легкоразлагаемого органического вещества (Слов) варьировала от 0,156 до 0,172%, при этом контроль характеризовался несколько более высоким уровнем по сравнению с удобренными вариантами.

При нулевой технологии наблюдалось некоторое увеличение содержания органического углерода по сравнению с традиционной технологией возделывания. Максимальное значение Сорг (1,75 ± 0,09%) отмечено в варианте при совместном внесении аммофоса и аммиачной селитры в дозе N30P20, тогда как в контроле оно составило 1,55 ± 0,01%.

Содержание лабильного углерода (Слаб) при нулевой технологии было выше, чем при традиционной, и достигало максимума в варианте при совместном внесении аммофоса и аммиачной селитры в дозе N30P20 (0,54 ± 0,06%).

Содержание Свод при нулевой технологии имела тенденцию к снижению при внесении удобрений, особенно в варианте при совместном внесении аммофоса и аммиачной селитры в дозе N30P20 (0,075 ± 0,043%). В то же время содержание Слов увеличивалось, достигая максимума при внесении аммофоса в дозе Р20 (0,210 ± 0,079%).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что технологии возделывания и система минерального питания оказывают разнонаправленное влияние на содержание органического углерода и его лабильных состав-

ляющих в почве. Выявленные закономерности в целом согласуются с современными представлениями о трансформации почвенного органического вещества [4, 5].

При традиционной технологии более высокое содержание Сорг в варианте с внесением фосфора (P20) по сравнению с контролем может быть связано с усилением роста растений и увеличением поступления растительных остатков в почву. Подобные результаты отмечены в работах Я. Кузякова [6], где показано, что минеральные удобрения способны увеличивать приток углерода в почву за счет стимуляции первичной продукции. Однако снижение содержания органического углерода почвы при совместном внесении азота и фосфора (N30P20) по сравнению с вариантом внесении фосфора в дозе P20, вероятно, обусловлено усилением микробиологической минерализации органического вещества, что также подтверждается данными Lal R. [7] о возможном ускорении разложения органического вещества при повышении доступности азота.

Изменение лабильного углерода (Слаб) отражает высокую чувствительность этой формы углерода к агротехническим воздействиям. Максимальные значения в варианте при внесении аммофоса (P20) при традиционной технологии указывают на активизацию процессов накопления доступных форм углерода, тогда как снижение в варианте при совместном внесении аммофоса и аммиачной селитры в дозе N30P20 может быть связано с их более интенсивным использованием почвенной микробиотой. Аналогичные выводы представлены в исследованиях J. Six и соавт. [8], где подчеркивается, что лабильные составляющие органического углерода являются индикаторами баланса между поступлением и минерализацией органического вещества.

Незначительная вариабельность водорастворимого углерода (Свод) при традиционной технологии свидетельствует о стабильности быстро обмениваемого пула углерода, некоторое увеличение в варианте при внесении удобрений аммофоса и аммиачной селитры в дозе N30P20 может указывать на усиление процессов разложения органических соединений. В то же время более высокие значения углерода детрита в контроле могут быть связаны с меньшей интенсивностью минерализационных процессов при отсутствии удобрений, что согласуется с положениями о равновесии гумусовых веществ [9, 10].

При нулевой технологии отмечена тенденция к увеличению содержания общего органического углерода и его лабильных форм. Это подтверждает данные о том, что системы минимальной обработки способствуют накоплению органического вещества за счет снижения аэрации и замедления минерализации [7, 11]. Более высокие значения углерода лабильного гумуса при нулевой технологии, особенно в варианте совместным внесением аммиачной селитры с аммофосом в дозе N30P20, свидетельствуют об уси-

лении поступления органических остатков и их частичной стабилизации в поверхностном слое почвы.

Снижение содержания водорастворимого углерода при внесении удобрений в условиях нулевой технологии, вероятно, связано с более интенсивным вовлечением водорастворимых соединений в микробиологический метаболизм. Одновременно увеличение содержания углерода легкоразлагаемого органического вещества, особенно при внесении аммофоса в дозе P20, может свидетельствовать о перераспределении углерода в сторону менее подвижных, но еще достаточно активных форм. Подобные процессы трансформации органического вещества и дифференциации его составляющихся подробно рассмотрены в работах российских исследователей [4, 12, 13].

В целом установлено, что применение нулевой технологии способствует накоплению органического углерода почвы и его подвижных частей, особенно при использовании минеральных удобрений.

В результате проведенных исследований установлено, что технологии возделывания и минеральные удобрения оказывают значительное влияние на содержание органического углерода и его лабильных составляющих в почве.

При традиционной технологии внесение фосфорных удобрений (P20) способствует увеличению содержания общего органического углерода, тогда как совместное применение азота и фосфора (N30P20) может сопровождаться его относительным снижением, вероятно, вследствие усиления процессов минерализации. Углерод лабильного гумуса проявляет сходную реакцию на систему удобрения.

Установлено, что нулевая технология обеспечивает более высокое накопление органического углерода по сравнению с традиционной системой. Максимальные значения общего и лабильного углерода отмечены при сочетании нулевой технологии с внесением аммофоса и аммиачной селитры (N30P20). При этом наблюдается перераспределение углерода, снижение водорастворимого углерода и увеличение менее подвижных форм, что свидетельствует о повышении устойчивости органического вещества.

Таким образом, применение нулевой технологии в сочетании с минеральными удобрениями является эффективным приемом регулирования содержания органического углерода почвы и может быть рекомендовано для повышения ее плодородия и устойчивости агроэкосистем.

Благодарность Работа была выполнена в рамках ПЦФ «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстан», номер ИРН BR22885719.

Литература

1. Тимофеева М.В., Юдина А.В. Перманганат-окисляемый углерод в гумусовых горизонтах почв Европейской территории России // Почвоведение. - 2025. - №4. - С. 514-527. doi: 10.31857/S0032180X25040066

2. Накапливая углерод: российские ученые выяснили, как повысить плодородность почвы https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-podvedomstvennykh-uchrezhdeniy/51608/ обращение 20.04.2026

3. М. А. Комиссаров1,2, М. М. Айвазян1,2, И. М. Габбасова1,2, Т.Т. Гарипов1,2, Р. Р. Сулейманов1,2, Н. И.Федоров1,2, Д. И. Рухович Содержание и запасы органического углерода в почвахзалежей лесостепи Южного Предуралья// Почвы и окружающая среда. 2024. Том 7. No 3/ The Journal of Soils and Environment. 2024. Vol.7.No. 3.

4. Семенов В.М., Лебедева Т.Н., Соколов Д.А., Зинякова Н.Б. Фракции органического углерода почвы и методы их определения // Почвоведение. – 2023. – № 9. – С. 1155–1172. DOI: 10.1134/S1064229323090093

5. Семенов В.М., Лебедева Т.Н., Лопес де Гереню В.О., Курганова И.Н. Пулы и фракции органического углерода в почве: структура, функции и методы определения // Почвы и окружающая среда. – 2023. – Т. 6, № 1. – Ст. e199. DOI: 10.31251/pos.v6i1.199.

6 Kuzyakov Y. Review of factors affecting rhizodeposition // Journal of Plant Nutrition and Soil Science. – 2000. – Vol. 163. – P. 421–431. DOI: 10.1002/1522-2624(200008)163:4<421::AID-JPLN421>3.0.CO;2-6

7 Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security // Science. – 2004. – Vol. 304. – P. 1623–1627. DOI: 10.1126/science.1097396

8 Six J., Conant R.T., Paul E.A., Paustian K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils // Plant and Soil. – 2002. – Vol. 241. – P. 155–176. DOI: 10.1023/A:1016125726789.

9 Кононова М.М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 314 с.

10 Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.

11 Когут Б.М. Принципы и методы оценки трансформированного органического вещества пахотных почв // Почвоведение. – 2003. – № 3. – С. 308–316.

12 Шамрикова Е.В., Ванчикова Е.В., Кызюрова Е.В., Жангуров Е.В. Методы определения органического углерода в почвах (обзор) // Почвоведение. – 2024. – № 3. – С. 380–394. DOI: 10.1134/S1064229324030105.

13 Ларионова А.А., Золотарева Б.Н., Евдокимов И.В. и др. Идентификация лабильных и стабильных пулов органического вещества почвы // Почвоведение. – 2011. – № 6. – С. 685–698. DOI: 10.1134/S1064229311060094

УДК 633.11;631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТА КАЛИЯ ВР20 ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Келлер Э.Н., Заболотских В.В.

п. Научный, Казахстан
ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Яровая пшеница занимает ведущее место в структуре зернового производства Республики Казахстан и имеет стратегическое значение для обеспечения продовольственной безопасности страны. Особенно велика её роль в северных регионах, где сосредоточены основные площади возделывания данной культуры. Вместе с тем природно-климатические условия Северного Казахстана отличаются высокой контрастностью: недостаток влаги в период вегетации, резкие температурные колебания, суховеи и нестабильность погодных условий существенно ограничивают реализацию потенциальной продуктивности растений.

В современных условиях особую актуальность приобретает поиск агротехнологических решений, позволяющих не только повысить урожайность, но и улучшить качественные показатели зерна при сохранении плодородия почв и снижении химической нагрузки на агроценоз. Одним из перспективных направлений является использование биостимуляторов и препаратов на основе гуминовых веществ.

Гумат калия относится к числу органоминеральных соединений, обладающих выраженным физиологическим и агрохимическим действием. Его применение способствует активизации корневого питания, улучшению усвоения макро- и микроэлементов, усилению ферментативной активности и повышению устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды. Кроме того, гуминовые препараты положительно влияют на структуру почвы, водный режим и биологическую активность ризосферы.

Особый интерес представляет препарат Гумат калия ВР20, который сочетает ростостимулирующее, антистрессовое и адаптогенное действие. Эффективность его применения определяется не только химическим составом, но и технологией использования: способом внесения, нормой расхода, фазой обработки и кратностью применения.

Предпосевная обработка семян позволяет активизировать начальные этапы органогенеза и повысить полевую всхожесть, тогда как листовые

обработки в период вегетации направлены на поддержание физиологической активности растений в критические фазы формирования урожая. Однако степень эффективности различных схем применения гумата калия в условиях Северного Казахстана изучена недостаточно полно.

В связи с этим целью настоящей работы являлось определение наиболее результативного способа применения Гумата калия ВР20 при возделывании яровой пшеницы. В задачи исследований входило изучение влияния различных норм предпосевной обработки семян, а также их сочетания с обработками в фазах кущения и колошения на урожайность культуры и основные показатели качества зерна.

Полученные результаты позволяют обосновать практические рекомендации по использованию гуминовых препаратов в технологиях возделывания яровой пшеницы применительно к почвенно-климатическим условиям Северного Казахстана

Исследования проводились на территории землепользования Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева (50064/N; 71002/E), в 2025 году. Почва участка – чернозем южный карбонатный тяжелосуглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса 3,6, валового азота - 0,2 и валового фосфора – 0,1%. В рамках исследования была проведена оценка эффективности биологического удобрения «Гумат калия ВР20» (группа компаний «Сахалинские гуматы») при возделывании яровой пшеницы. Опыт был заложен по стерневому фону с зяблевой обработкой. Агротехника в опыте общепринятая для зоны проведения исследований. Все наблюдения проводились согласно методике полевых и лабораторных исследований.

В опыте изучались варианты предпосевной обработки семян различными нормами препарата, а также их сочетание с обработками растений в период вегетации — в фазе кущения и колошения. Контрольным вариантом служила обработка семян протравителем без применения гумата калия. Учёт урожайности проводился по трёхкратной повторности с последующим расчётом средней урожайности. Достоверность различий оценивалась по $НСР_{05}$.

Результаты исследований показали, что применение гумата калия ВР20 оказало различное влияние на формирование урожайности яровой пшеницы в зависимости от нормы и способа применения препарата (табл. 1).

На контрольном варианте урожайность составила 21,1 ц/га. Обработка чистых семян препаратом в норме 2,0 л/т без протравителя позволила получить урожайность 21,4 ц/га, что незначительно превышало контроль.

При обработке семян гуматом калия наблюдалось увеличение урожайности при повышении нормы препарата. Так, при норме 1,3 л/т урожайность составила 21,0 ц/га, что практически соответствовало контролю. Повышение нормы до 1,6 л/т способствовало увеличению урожайности до 24,2 ц/га, что на 3,1 ц/га выше контроля. Наиболее высокий показатель уро-

жайности среди вариантов с обработкой только семян был получен при норме 2,0 л/т — 25,3 ц/га, что превышает контрольный вариант на 4,2 ц/га и является достоверным при $НСР_{05}$ = 2,1 ц/га.

Таблица 1 – Влияние биологических удобрений Гумат калия ВР20 на урожайность яровой пшеницы, поле№3, 2025 г.

Вариант	Урожайность яровой пшеницы, ц/га			
	1	2	3	среднее
«К» Обработка протравителем семян без препарата	21,2	21,4	20,6	21,1
Обработка чистых семян препаратом 2,0 л/т, без протравителя	22,1	21,1	20,8	21,4
Обработка семян 1,3 л/т	19,6	22,2	21,1	21,0
Обработка семян 1,6	24,5	24,1	24,0	24,2
Обработка семян 2,0	25,6	25,8	24,5	25,3
Обр.-ка семян 1,3 л/т+кущение 0,3 л/га	20,8	17,1	20,6	19,5
Обр.-ка семян 1,6 л/т+кущение 0,6 л/га	21,3	18,1	19,7	19,7
Обр.-ка семян 2,0 л/т+кущение 1,0 л/га	21,6	21,2	22,5	21,8
Обр.-ка семян 1,3 л/т+кущение 0,3+ колошение 0,3 л/га	19,4	21,7	16,9	19,3
Обр.-ка семян 1,6 л/т+кущение 0,6+ колошение 0,6 л/га	23,6	23,2	23,7	23,5
Обр.-ка семян 2,0 л/т+кущение 1,0+ колошение 1,0 л/га	24,0	24,7	24,6	24,4
$НСР_{05}$				2,1

Изучение совместного применения предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в фазе кущения показало менее выраженный эффект. Так, при обработке семян нормой 1,3 л/т с последующим опрыскиванием в фазе кущения 0,3 л/га урожайность составила 19,5 ц/га, что оказалось ниже контрольного варианта. Аналогичная тенденция наблюдалась и при норме 1,6 л/т + 0,6 л/га, где урожайность составила 19,7 ц/га. Более высокая урожайность отмечена при применении 2,0 л/т + 1,0 л/га, где показатель достиг 21,8 ц/га, однако достоверного превышения контроля не установлено.

При проведении двух вегетационных обработок (в фазах кущения и колошения) эффективность препарата зависела от нормы его применения. Минимальные нормы (1,3 л/т + 0,3 + 0,3 л/га) обеспечили урожайность 19,3 ц/га, что ниже контроля. При увеличении нормы до 1,6 л/т + 0,6 + 0,6 л/га урожайность возросла до 23,5 ц/га, что на 2,4 ц/га выше контрольного вари-

анта и близко к уровню достоверности. Максимальная урожайность среди вариантов с вегетационными обработками получена при норме 2,0 л/т + 1,0 + 1,0 л/га, где она составила 24,4 ц/га, что превышает контроль на 3,3 ц/га.

Таким образом, результаты исследований показали, что наиболее эффективным способом применения гумата калия ВР20 является предпосевная обработка семян в норме 2,0 л/т, обеспечившая максимальную урожайность яровой пшеницы — 25,3 ц/га. Применение препарата в сочетании с вегетационными обработками также способствовало увеличению урожайности, однако эффект в значительной степени зависел от нормы препарата.

Результаты исследования влияния гумата калия на биохимические показатели зерна яровой пшеницы представлены в таблице 2. Полученные данные показывают, что различные способы применения гумата калия оказали значительное влияние на качественные показатели зерна.

Таблица 2 – Влияние Гумата калия на биохимические показатели зерна яровой пшеницы

Вариант	Белок, %	Азот, %	Натура, г/л	Клейковина, %	Кач-во клейковины, ед	м1000 семян, г	Стекловидность%
КП1 (протравитель без гумата)	11,41	2,0	777	19,9	70	39,9	48
К1(гумат без протравителя)	11,6	2,04	794	21,3	77	39,5	54
С1н	11,39	2,0	788	20,0	74	40,1	52
С2н	11,6	2,04	789	20,2	68	39,0	51
С3н	11,45	2,01	781	20,2	71	39,9	52
СВ1н	11,44	2,01	786	18,7	68	40,2	52
СВ2н	12,02	2,11	802	21,6	76	41,4	51
СВ3н	11,98	2,1	799	22,2	74	42,3	52
СВВ1н	12,13	2,13	791	23,0	77	43,2	60
СВВ2н	11,24	1,97	807	18,8	71	43,5	51
Свв3н	12,24	2,15	806	22,0	66	43,4	60

Содержание белка в зерне варьировало в пределах 11,24–12,24%. В контрольном варианте с протравителем без применения гумата калия данный показатель составил 11,41%. Применение гумата калия без протравителя способствовало увеличению содержания белка до 11,6%. Наиболее высокое содержание белка отмечено в варианте СВВ3н – 12,24%, что превышает

контроль на 0,83%. Высокие значения также зафиксированы в вариантах СВВ1н (12,13%) и СВ2н (12,02%).

Содержание азота в зерне изменялось в диапазоне 1,97–2,15%. Минимальное значение отмечено в варианте СВВ2н (1,97%), тогда как максимальный показатель (2,15%) наблюдался в варианте СВВ3н, что коррелирует с повышенным содержанием белка.

Показатель натуры зерна находился в пределах 777–807 г/л. Наименьшее значение зафиксировано в контрольном варианте (777 г/л), тогда как наибольшая натура зерна отмечена в варианте СВВ2н – 807 г/л, а также в варианте СВВ3н – 806 г/л, что свидетельствует о формировании более выполненного зерна при применении гумата калия.

Содержание сырой клейковины в зерне изменялось от 18,7 до 23,0%. В контрольном варианте данный показатель составил 19,9%. Наибольшее содержание клейковины наблюдалось в варианте СВВ1н – 23,0%, что на 3,1%выше контроля. Высокие значения также отмечены в вариантах СВ3н (22,2%) и СВВ3н (22,0%).

Качество клейковины варьировало в пределах 66–77 ед.. Наиболее высокие показатели качества клейковины зафиксированы в вариантах К1 (77 ед.) и СВВ1н (77 ед.), что свидетельствует о формировании клейковины хорошего качества.

Масса 1000 семян увеличивалась при применении гумата калия и составляла 39,0–43,5 г. Наибольшее значение отмечено в варианте СВВ2н – 43,5 г, а также в вариантах СВВ3н – 43,4 г и СВВ1н – 43,2 г, что свидетельствует о формировании более крупного зерна.

Показатель стекловидности зерна изменялся от 48 до 60%. В контрольном варианте он составил 48 %, тогда как максимальные значения (60%) отмечены в вариантах СВВ1н и СВВ3н, что указывает на улучшение технологических свойств зерна.

Таким образом, применение гумата калия оказало положительное влияние на биохимические и технологические показатели зерна яровой пшеницы. Наиболее выраженный эффект отмечен в вариантах с комбинированным применением препарата, где наблюдалось увеличение содержания белка, клейковины, массы 1000 зерен и стекловидности.

Эти результаты согласуются с многочисленными международными исследованиями, показывающими, что гуминовые вещества являются эффективными биостимуляторами растений, способствующими улучшению питания растений, активизации метаболических процессов и повышению урожайности и качества продукции.[3]

Полученные в условиях данного года положительные результаты применения Гумата калия ВР20 на яровой пшенице свидетельствуют о его высокой биостимулирующей активности и потенциале для повышения продуктивности культуры. Применение препарата способствовало улучшению

всхожести семян, активизации метаболических процессов в растениях и повышению показателей урожайности, что согласуется с данными исследований, показывающих эффективность гуминовых веществ как стимуляторов роста и развития растений.[4]

Для более точного и устойчивого определения эффективности Гумата калия ВР20 необходимы дальнейшие комплексные исследования с учётом влияния различных метеорологических условий периода вегетации, включая засушливые и влажные годы. Рекомендуется также расширить диапазон дозировок препарата как при обработке семян, так и при листовом внесении, чтобы выявить оптимальные условия применения для достижения максимальной биологической и экономической отдачи.[5]

Таким образом, результаты настоящего исследования подчеркивают научную и практическую значимость использования гуматов в системе биологизации земледелия, открывая перспективы для повышения урожайности и качества зерновой продукции при минимизации химической нагрузки на агроценоз. Дальнейшие многолетние и многопогодные испытания позволят сформулировать рекомендации по рациональному применению гуматов для повышения стабильности и устойчивости урожая яровой пшеницы в условиях Северного Казахстана.

Литература

1. Бараев А.И., Бакаев Н.М., Веденеева М.Л. Яровая пшеница. М.: Колос, 1978. 429 с.

2. Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И., Ягодин Б.А. Агрохимия. М.: Колос, 2002. 584 с.

3. Нарди С., Карлетти П., Пиццегелло Д., Муколо А. Гуминовые вещества как биостимуляторы и регуляторы роста растений // В: Биостимуляторы в растениеводстве. Амстердам: Elsevier, 2017. P. 145–173.

4. Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., Jones D.L., Nebbioso A., Mazzei P. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture // Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 196. P. 15–27.

5. Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., Vianello A. Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters // Molecules. 2021. Vol. 26, No. 3. P. 1–28.

УДК 631.53.027.2

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ ДОЗ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ

Комаров А.А[1]., Ирмулатов Б.Р2,[3]., Нугразиев Р.Е.[3], Черный А.А.

[1]Санкт-Петербург, Россия
[2]п. Научный, Казахстан
[3]Кокшетау, Казахстан
[1]ФГБНУ Агрофизический институт
[2]ТОО «НПЦ зернового хозяйства имени А.И. Бараева»,
[3]НАО «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова».

Введение.

Как известно, в полевых условиях семена попадают в почву, обычно заселенную грибами и бактериями, в том числе и возбудителями болезней. Неблагоприятное воздействие на рост и развитие растений оказывают также пониженные температуры и их перепады на ранних этапах отогенеза. В силу этого всходы оказываются очень слабыми, поздно пробиваются на поверхность почвы, легко повреждаются вредителями, плохо растут и развиваются. Кроме того, при прорастании семена культурных растений конкурируют с аборигенными видами, которые лучше адаптированы к условиям местности.

В целях устранения этих негативных явлений практикуется предпосевная обработка семян средствами, призванными устранить негативное действие. Предпосевная обработка семян - это процесс нанесения активных ингредиентов на семена в целях поддержания прорастания и/или роста большого разнообразия культур. Типичные примеры включают применение пестицидов, таких как фунгициды, инсектициды и регуляторы роста растений.

Для повышения устойчивости растений к болезням и вредителям известны способы предпосевной обработки семян химическими препаратами, такими как ТМТД, фентирамом, тигамом и др. [1].

Не смотря на эффективность действия указанные препараты обладают рядом существенных недостатков. Так, ТМТД-тетраметилтиурамидисульфид органический дезинфектант. Тигам состоит из 50% ТМТД и 20% гаммоизомера ГХЦГ гексахлоран один из аналогов ДДТ - препарата, запрещенного к применению. Фентиурам включают 40% ТМТД и 10% ТХФМ + 20% гаммаизомера ГХДГ, т. е. данные препараты сильные яды, что ограничивает их применение в сельском хозяйстве. Однако они до сих пор применяются в практике сельскохозяйственного производства, хотя не обеспечивают

комплексную защиту возделываемых культур от воздействия неблагоприятных факторов, что требует дополнительных химических обработок.

В связи с адаптацией вредителей и патагенов к условиям производства и развитием химического производства в настоящее время все шире используются новые, более эффективные химические средства предпосевной обработки семян.

В настоящее время в качестве протравителя семян зерновых культур применяют комплекс препаратов широкого спектра действия, таких как Иншур Перформ и Табу [2]. Защитный пестицид Иншур Перформ принадлежит к химическому классу стробилуринов и триазолов. В составе действующих веществ содержится пираклостробин (40 г/л) и тритиконазол (80 г/л), которые оказывают действие как пестицид, фунгицид. Кроме того этот двухкомпонентный фунгицидный протравитель обладает выраженным физиологическим эффектом. Зарегистрирован в государственном реестре агрохимикатов, разрешенных для применения в РФ № 2216-11-107-287-0-1-0-0 и странах СНГ. Оценку повреждения растений проводили по стандартной методике защиты растений путем вскрытия растений с определением скрытостебельных вредителей.

В связи с выраженной токсичностью протравителей Иншур Перформ и Табу была поставлена задача обеспечить комплексную высокоэффективную защиту семян и всходов путем уменьшения пестицидной нагрузки ядохимикатов-протравителей не менее чем на 50%.

Объекты и методы

Для протравливания семян использовалось обычное устройство, подходящее для этих целей, такое как смеситель для твердых или твердых/жидких ингредиентов. Процесс протравливания осуществляют до тех пор, пока препарат не будет однородно распространен на семенах. Таким образом, препарат может быть нанесен на семена с помощью любой стандартной методики обработки семян, включая, но не ограничиваясь смешиванием в емкости, механическим нанесением, смешиванием в барабане, распылением, и погружением.

В исследованиях использовались полимерные удобрения регулярного строения типа «Витанолл» и нерегулярного строения – гуминовый препарат из торфа «Стимулайф». Описание удобрений и препаратов «Витанолл» и «Стимулайф» представлено в работе [3].

«Витанолл-микро». Жидкое минеральное полимерное удобрение с дополнительными микроэлементами. Используется для предпосевной обработки семян, корневой и некорневой подкормки сельскохозяйственных культур. Состав: Сера 2 %, Магний (MgO) 2 %, Цинк (Zn) 2 %, Марганец (Mn) 2 %, Железо (Fe) 0,3 %, Медь (Cu) 0,3 %, Бор (B) 0,3 %, Молибден (Mo) 0,1%.

На рисунке 1 представлены используемые средства предпосевной обработки семян.



Рисунок 1 - Средства обработки семян в эксперименте



Рисунок 2 - Процесс обработки семян протравителями и технические средства.

Полевые исследования проводились на участке поля №10 опытного полигона в условиях полигона Шортандинского района Акмолинской области. Опытный участок расположен в подзоне черноземов южных карбонатных тяжелосуглинистого механического состава. Координаты поля N51°58522; E71°07360. В опытах используют семена пшеницы сорта Астана 2.

Посев обработанных разными препаратами семян проводился на опытном поле с шириной 25 м по всей длине гона (600 м). Норма высева семян — стандартная для зоны возделывания — 130 кг/га.

Протравливание семян осуществляли с использованием стандартных технических средств по следующей схеме:

1. Фон (контроль) – стандартная технология предпосевной обработки семян, включая протравители «Табу» и «Иншур перфом».

2. Фон + «Витанолл «Инскустатор» 1% раствор. При этом доза протравителей снижена в 2 раза.

3. Фон + «Витанолл с микроэлементами» (100 мл на тонну семян). Доза протравителей снижена в 2 раза.

4. Фон + «Витанолл «Инкрустатор» + «Стимулайф» (50 мл на тонну семян).

Результаты и их обсуждение

На рисунке 2 представлен процесс обработки семян протравителями. Видно, что при использовании прилипателя-смачивателя «Витанолла» протравитель с них не осыпается и семена имеют более насыщенный красный цвет (левая часть кучи), что указывает на лучшее распределение и прилипание протравителей к семени. Однако, доза протравителя в этом случае оказывается избыточной. Поэтому решено было уменьшить дозу протравителя в 2 раза. Вариант с уменьшенной дозой протравителя в 2 раза с добавкой «Витанолла» на правой части кучи (рис.2). Здесь представлен эффект эмерджентности (неожиданный супер-эффект) после обработки семян протравителями с добавками.

В таблице 1 представлено изменение повреждаемостью растений яровой пшеницы скрытостебельными вредителями после их обработки Витаноллом и препаратами-аналогами.

Таблица 1 - Поврежденность растений яровой пшеницы вредителями

Вариант опыта	Кол-во растений и стеблей	Повреждено стеблей, шт.			Повреждено стеблей, %.		
		главных	боковых	всего	главных	боковых	всего
Поврежденность стеблей стеблевыми блошками							
фон	32/73	12	17	29	37,5	41,4	39,7
Фон + «Витанолл инкрустатор»	26/67	5	2	7	19,2	4,8	10,4
фон + «Витанолл с микроэлементами»	26/61	5	9	14	19,2	25,7	22,9
фон + «Витанолл инкрустатор» + «Стимулайф»	33/102	8	10	18	24,2	14,5	17,6
Поврежденность стеблей шведскими мухами							
фон	32/73	1	5	6	3,1	12,2	8,3
Фон + «Витанолл инкрустатор»	26/67	0	0	0	0	0	0
фон + «Витанолл с микроэлементами»	26/61	0	1	1	0	2,8	1,6

Продолжение таблицы 1

фон + «Витанолл инкрустатор» + «Стимулайф»	33/102	1	7	8	3,0	10,2	7,8
Поврежденность стеблей гессенской мухой							
фон	32/73	2	7	9	6,2	17,0	12,3
Фон + «Витанолл инкрустатор»	26/67	2	1	3	7,6	2,4	4,4
фон + «Витанолл с микроэлементами»	26/61	4	6	10	15,3	17,1	16,3
фон + «Витанолл инкрустатор» + «Стимулайф»	33/102	8	7	15	24,2	10,1	14,7

В результате энтомологической оценки по вскрытию растений установлено, что скрытостебельные вредители повреждали все поля яровой пшеницы. Так, уровень поврежденности растений стеблевыми блошками главных стеблей составляет от 6,6 до 37,5%, боковых от 4,8 до 41,4%. Заселенность растений шведскими мухами отмечалась на главных стеблях от 0 до 7,4%, на боковых стеблях от 0 до 17,3%. Гессенской мухой были повреждены, как главные, так и боковые стебли, поврежденность главных стеблей составляла от 6,2 до 24,2%, боковых от 2,7 до 17,3%.

Таким образом, на стадии протравливания семян можно выделить управляющие приемы экологизации и высокой экономической эффективности. При этом, даже сокращение доз протравителей в 2 раза (за счет новых средств типа «Витанолл» и «Стимулайф») индекс вегетации растений не только не уменьшается, но и возрастает, существенно уменьшается поражаемость растений вредителями, что характеризует проявление неожиданного супер эффекта. В результате применения заявляемых средств обеспечивается лучшее торсионное покрытие площади поля и интенсификация ростовых процессов на обработанных вариантах.

Существенное уменьшение повреждение растений вредителями отмечена в случае использования «Витаннолла-смачивателя»: была лучшей среди всех вариантов и по всем показателям. Следовательно, здесь наблюдается неожиданный супер-эффект эмерджентности за счет использования в композиции с протравителями препарата «Витанолл».

Выводы

Поставленная задача решается тем, что семена (например пшеницы) перед посевом обрабатывают комплексом протравителей семян, включая Иншур Перформ в половинной от рекомендуемой дозы, т.е. в дозе 0,2 л водной суспензией на 1 тонну семян и Табу в половинной от рекоменду-

емой дозы, т.е в дозе 0,2 л водной суспензии на 1 тонну семян в качества активатора при протравливании семян используют «Витанолл» и «Стимулайф».

Экономический эффект за счет использования «Витанолла» и «Стимулайфа» определяется снижением доз применяемых средств защиты растений против вредителей на 50% и составляет от 1 до 5 тыс. руб/га.

Экологический эффект определяется снижением действия вредоносных энтомофагов и других источников падения урожайности растений в 4-8 раз. Что обеспечивает получение качественного и высокого урожая. Сохраненная урожайность составляет от 1 до 8 ц/га.

Литература.

1. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, регуляторов роста растений, разрешенных к применению в сельском хозяйстве на 1986-1990 гг., М, 1987.

2. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации 2019. Версия 11 (15.10.2019 г.) // https://www.agroxxi.ru/goshandbook).

3. Комаров А.А., Комаров А.А. Перспективы использования комплексных агрохимикатов для дифференцированного внесения в качестве средств управления ростом и развитием растений. Агрохимический вестник. 2018. - № 6.- с. 34-38.

УДК 631.5, 631.87

ПОЧВЕННО-РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА, СПОСОБСТВУЮЩАЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЫ

Костаков А.К., Тагаев А.М., Махмаджанов С.П., Дуйсен О.К., Базарбай З.К., Махмаджанов Д.С.

п. Атакент, Казахстан

ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства»

Введение. В Туркестанской области имеются необходимые почвенно-климатические условия для его возделывания хлопчатника: обилие солнечного света, наличие орошаемой земли, поливной воды и трудовых ресурсов. Климат - теплый и влажный. Хлопчатник хорошо растет в регионах с продолжительными безморозными периодами, а также с изобилием тепла и солнечного света.

В настоящее время необходимы кардинальные изменения в плантациях, где выращивают хлопок. Производители «белого золота» требуют применения новых интенсивных технологий, повышающих плодородие почвы, улучщающих хлопкового волокна, урожайность и снижающих затраты. Однако, из года в год увеличивается площадь средне - и сильно засоленных земель области. Площадь незасоленных почв на этой орошаемой территории сокращается. Негативные последствия вторичного засоления негативно сказываются на урожайности хлопчатника, возделываемых на орошаемых землях Туркестанской области.

В сельском хозяйстве Туркестанской области вся сельскохозяйственная продукция получается в результате применения только химических веществ и пестицидов. В последние годы, в орошаемых землях не применяются органические и другие органо-биологических удобрений, исходя из этого, в сероземных почвах прогрессируют дегумификации и ведёт к её деградации почвы.

Засоленный стресс отрицательно влияет на физико-биохимические свойства почвы, а, следовательно, на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Растения, выращенные на засоленных почвах, испытывают дефицит питательных веществ, поэтому полеводы добавляют больше удобрений, увеличивая загрязнение окружающей среды и себестоимость производства. Дефицит питательных веществ является побочным эффек-

том засоления почвы и может быть результатом ощелачивания почвы и конкуренции ионов. В почвах, подверженных засолению, увеличение содержания Na+ приводит к дефлокуляции глинистых частиц, таким образом, уменьшая гидравлическую проводимость и способность почвы к инфильтрации воды, следовательно, влагоудерживающая способность снижается. Следовательно, засоление почвы влияет на биологическую активность почвы и урожайность сельскохозяйственных культур [1-4].

Органические мелиоранты улучшают использование питательных веществ растениями и снижают потери питательных веществ за счет улучшения удержания влаги в почве. Таким образом, органические мелиоранты из компоста положительно повышают урожайность сельскохозяйственных культур [5,6].

Поэтому одной из актуальных проблем хлопководства Туркестанской области является борьба с почвенной деградацией и улучшение мелиоративного состояния земель хлопковых плантаций, на основе применения органо-биологических мелиорантов нового поколения, способствующих предотвращении процессов деградации и повышению плодородия почв в условиях прогрессирующей дегумификации почв Туркестанской области

В Концепции развития АПК РК на 2021 – 2030 годы, отмечено, что не на должном уровне идет процесс диверсификации в растениеводческой отрасли. Крайне медленными темпами идут расширение орошаемых земель и внедрение современных влагосберегающих технологий. Имеются недостатки в работе по сохранению плодородия почвы. Объемы вносимых минеральных удобрений составляют только 23% от научно-обоснованных норм, а по органическим – всего лишь 1,2 % [7].

В Послании Президента страны Касым-Жомарта Токаева от 08.09.2025г., «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию», особое внимание обращено на сельское хозяйство. Президент подчеркнул, что сельскохозяйственную отрасль необходимо вывести на новый уровень. Во многих регионах есть вертикально интегрированные агропредприятия. Для этих предприятий характерно широкое использование цифровых технологий, позволяющих повысить эффективность производства. Подобные меры создадут основу для более широкого применения в сельском хозяйстве инноваций и научных разработок [8].

Новизна исследований. Новизной исследовательской работы является почвенно-ресурсосберегающая технология выращивания хлопчатника, основанная на рациональном использовании высокотехнологичных органо-биологических мелиорантов нового поколения, способствующих предотвращению процессов деградации и повышению плодородия почв.

Исследовательская работа направлена на рациональное и эффективное использование орошаемых земель в условиях нарастающей дегуми-

фикации и подверженных вторичному засолению почвы и экономически стимулировать сельскохозяйственных товаропроизводителей в максимально эффективном использовании орошаемых земель.

Цель и задачи. Разработка почвенно-ресурсосберегающей технологии выращивания хлопчатника с применением высокотехнологичных органо-биологических мелиорантов, способствующих предотвращении процессов деградации и повышению плодородия почв в условиях прогрессирующей дегумификации почв Туркестанской области.

Задачи исследований:

-выявить агромелиоративную роль высокотехнологичных органо-биологических мелиорантов нового поколения на динамику изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы;

-изучить влияние высокотехнологичных органо-биологических мелиорантов на рост, развития и на урожайность хлопчатника;

Материал и методика. Полевые опыты и экспериментальные исследования проведены общепринятыми классическими приемами: экспериментом и наблюдением. Выдержаны все методические требования, предъявляемые к методике закладки полевых экспериментов по методике СоюзНИХИ (Ташкент), принятой в условиях орошения для полевых и вегетационных опытов с хлопчатником [9].

Научные исследования проводились в соответствии со схемой опыта:

Вариант-1.Контроль. Традиционная технология возделывания хлопчатника (не применяются органо-биологические удобрения).

Вариант-2.Рекультивация земель. Применение органомелиоранта 2,5/1,5 тн/га. Применение Soil conditioner - 250/150 кг/га

Вариант-3.Рекультивация земель. Применение органомелиоранта 3,0/1,0 тн/га. Применение Soil conditioner - 300/100 кг/га.

Вариант 4. Рекультивация земель. Применение органомелиоранта 3,5/0,5 тн/га. Применение Soil conditioner - 350/50 кг/га.

Общая площадь опыта 2304 м^2. Размер делянок 7,2 м (ширина) х 20 м (длина) = 144 м^2. 144 м^2 х 4 вариантов = 576 м^2. 576 м^2 х 4 повторности = 2304 м^2. Сорт хлопчатника, отечественный Мактаарал-5027.

Результаты исследований.

В результате проведенных нами исследований установлено, что при использовании органо-биологических мелиорантов, показатели объемной массы почвы существенно изменяются.

Общая закономерность здесь заключается в том, что в контрольном варианте (вариант-1), в котором не использовались органо-биологические мелиоранты, было обнаружено ухудшение объемной массы (таблица 1).

Таблица 1 - Влияние применения органических мелиорантов на объемную массу почвы, г/см3

Слой почвы см	Варианты опыта							
	Традиционная технология (без органики)		Рекультивация земель. Применение органомелиоранта 2,5/1,5 тн/га. Применение Soil conditioner - 250/150 кг/га		Рекультивация земель. Применение органомелиоранта 3,0/1,0 тн/ га. Применение Soil conditioner - 300/100 кг/га		Рекультивация земель. Применение органомелиоранта 3,5/0,5 тн/га. Применение Soil conditioner – 350/50 кг/га	
Сроки	в начале вегетации	в конце вегетации	в начале вегетации	в конце вегетации	в начале вегетации	в конце вегетации	в начале вегетации	в конце вегетации
0-10	1,37	1,38	1,34	1,35	1,34	1,35	1,31	1,32
10-20	1,42	1,42	1,38	1,38	1,35	1,35	1,32	1,33
20-30	1,51	1,53	1,41	1,43	1,37	1,38	1,33	1,34
0-30	1,43	1,45	1,37	1,39	1,35	1,36	1,32	1,33

В целом во всех горизонтах почвы, содержание объемной массы почвы стало более плотной, как в начале, так и в конце вегетации. Например, в слоях почвы 0-10см, 10-20см и 20-30 см, весной было 1,37 г/см^3, 1,42 г/см^3 и 1,51 г/см^3, а осенью 1,38 г/см^3, 1,45 г/см^3 и 1,53 г/см^3 соответственно слоям почвы.

Оптимальный уровень объемной массы почвы (вариант 4) выявлен на фоне рекультивации земель, с применением органомелиоранта под основную обработку в норме 3,5 тн/га, почвоулучшителя 350 кг/га и применение весной при чизелевании органо-мелиоранта в норме 0,5 тн/га и почвоулучшителя 50 кг/га, было установлено, что показатели объемной массы почвы весной в слое 0-10 см составила 1,31 г/см^3, с глубиной в слое 10-20 см, ее показатели было 1,32 г/см^3, в слое 20-30 см 1,33 г/см^3. А в конце вегетации, объемная масса почвы составила в слое 0-10 см составила 1,32 г/см^3, с глубиной в слое 10-20 см, ее показатели было 1,33 г/см^3 и в слое 20-30 см-1,34 г/см^3.

Если привести в пример по пахотному 0-30 см слоя почвы, выявлено сезонные изменения показателей объемной массы почвы (рисунок 1).

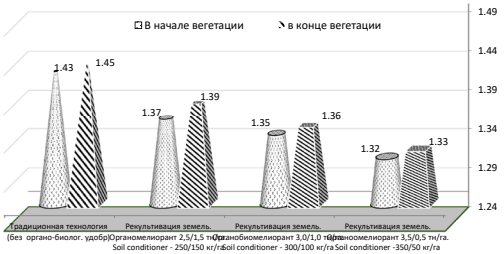


Рисунок 1 – Изменение объемной массы почвы, г/см^3 (0-30 см)

Применения органических мелиорантов (вариант 4) на фоне рекультивации земель, в начале вегетации обусловливала улучшение объемной массы, например, оптимальная плотность сложения почвы, весной в слое 0-30 см составила 1,32 г/см^3, что на 0,11 г/см^3 или на 8,0% улучшилось, по сравнению с вариантом, где не было применено рекультивации земель и органо-биологических мелиорантов.

Гумусное состояние почв - важнейший показатель количественной оценки плодородия. Характеризуется набором показателей, отражающих уровень накопления гумуса в почве, его профильное распределение, качественный состав и миграционную способность. Запас органического вещества почвы является ключевым показателем плодородия.

Поэтому основным направлением наших исследований является, получение стабильных экологически чистых продуктов хлопчатника, на основе применение органо- биологических удобрений нового поколения, способствующих предотвращении процессов деградации почвы, уменьшении норм минеральных удобрений и повышению плодородия почв в условиях прогрессирующей дегумификации почв Туркестанской области.

Как показали результаты исследований, внесение органических мелиорантов на фоне рекульивции земель заметно повлияло на изменение показателей плодородия светлых сероземов, в частности на содержание гумуса (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние различных норм внесения органических мелиорантов на гумусное состояние почвы, %

Слой почвы, см	Варианты опыта							
	Традиционная технология (без органики)		Рекультивация земель. Применение органомелиоранта 2,5/1,5 тн/га. Применение Soil conditioner - 250/150 кг/га		Рекультивация земель. Применение органомелиоранта 3,0/1,0 тн/ га. Применение Soil conditioner - 300/100 кг/га		Рекультивация земель. Применение органомелиоранта 3,5/0,5 тн/га. Применение Soil conditioner – 350/50 кг/га	
Сроки	в начале вегетации	в конце вегетации	в начале вегетации	в конце вегетации	в начале вегетации	в конце вегетации	в начале вегетации	в конце вегетации
0-20	0,754	0,750	0,790	0,779	0,810	0,780	0,842	0,822
20-40	0,713	0,706	0,738	0,726	0,750	0,732	0,769	0,750
40-60	0,414	0,402	0,428	0,406	0,448	0,428	0,442	0,420
0-60	0,627	0,619	0,652	0,637	0,669	0,646	0,684	0,664
Откл. от контроля, 0-60, %	+	+	3,8%	2,8%	6,2%	4,1%	8,3%	6,8%

По результатам исследования установлено снижение количества органического вещества в почве на варианте традиционной технологии возделывания хлопчатника, где не применялись органические удобрения (контроль). Применялись к хлопчатнику только азотные удобрения в количестве 140 кг/га в д.в. (400 кг/га физ.вес.). В пахотном 0-20 см слое почвы на посевах хлопчатника за период с момента закладки опыта и до его окончания содержание гумуса снизилось. Так, если в начале вегатации его содержание было в слое 0-20 см 0,754%, в слое 20-40 см -0,713%, и было обнаружено, что она уменьшалась к концу вегетации, в слое 0-20 см 0,750%, в слое 20-40 см -0,706%.

В вариантах с внесением органо-биологических мелиорантов, содержание органического вещества в почве повышается в сравнении с контролем. При этом в зависимости от внесения органики содержание гумуса изменяется по-разному.

Выявлен более высокий состав органических веществ в почве обнаружено в варианте 4, чем у других вариантов. Более активно протекал процесс гумусообразования в почве, оно обнаружено в начале вегетации, при применении органомелиоранта под основную обработку в норме 3,5 тн/ га, почвоулучшителя 350 кг/га и применение весной при чизелевании органо-биомелиоранта в норме 0,5 тн/га и почвоулучшителя 50 кг/ га, что ннибольшее содержание гумуса, в слое 0-20 см доходило до 0,842%, а по профилю вниз 20-40 см слое составил 0,769% и глубже в горизонте 40-60 см составил 0,442, а в конце вегетации, содержание гумуса обнаружены в количестве 0,822%; 0,750% и 0,420% соответственно горизонтам почвы (рисунок 2).

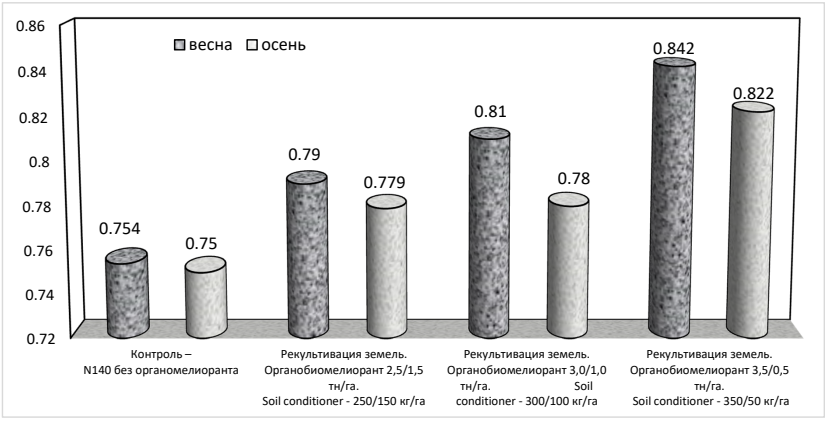


Рисунок 2 – Динамика изменения состава органического вещества в почве, 0-20 см, %

Органические мелиоранты не только повышают запас элементов питания, но и, что особенно важно, увеличивают содержание гумуса, улучшают физические свойства почвы: способствуют накоплению и сохранению влаги, улучшению воздушного режима в ней, развитию микроорганизмов. Органические мелиоранты – это эффективное питание от самой природы, они безопасны и помогают получить экологически чистые урожаи. Органика естественным образом преобразует структуру почвы, стимулирует жизнедеятельность полезных микроорганизмов.

Выводы. Применение органо-биологических мелиорантов на фоне рекультивации земель, приводит к снижению объемной массы почвы, например, весной в слое 0-30 см составило 1,32 г/см3, что свидетельствует о снижении плотности почвы на 0,11 г/см3 по сравнению с контрольным вариантом – без применения органо-биологических мелиорантов.

Выявлен более высокий состав органических веществ в почве обнаружено в варианте 4, чем у других вариантов. Более активно протекал процесс гумусообразования в почве, обнаружено в начале вегетации, при применении органомелиоранта под основную обработку в норме 3,5 тн/га, почвоулучшителя 350 кг/га и применение весной при чизелевании органо-мелиоранта в норме 0,5 тн/га и почвоулучшителя 50 кг/га, что наибольшее содержание гумуса, в слое 0-20 см доходило до 0,842%, а в конце вегетации, содержание гумуса обнаружены в количестве 0,822%.

Для предотвращении процессов деградации почвы в условиях прогрессирующей дегумификации почв Туркестанской области, были рационально использованы органо-биологические мелиоранты. Применение органо-биологических удобрений на фоне рекультивации земель, улучшает агрофизические и агрохимические условия корневой зоны растения, снижает засоление почвы, способствует равномерному увлажнению почвы, а также способствует накоплению органических веществ в почве и предотвращению деградационных процессов в почве.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке МСХ РК в рамках научно-технической программы BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана»

Литература

1 S. Morsy, I.S. Elbasyoni, S. Baenziger, A.M. Abdallah. Gypsum amendment influences performance and mineral absorption in wheat cultivars grown in normal and saline-sodic soils. J. Agron. Crop Sci., 2 (2022), pp. 1-18

2 M. Mahmoodabadi, N. Yazdanpanah, L.R. Sinobas, E. Pazira, A. Neshat Reclama-

tion of calcareous saline sodic soil with different amendments (I): Redistribution of soluble cations within the soil profile/ Agric. Water Manag., 120 (2013), pp. 30-38.

3 A. Abdallah, F. Ugolini, S. Baronti, A.Maienza, F. Camilli, L.Bonora, F. Martelli, J. Primicerio, F. Ungaro / The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil / Int. J. Recycl. Org. Waste Agric., 8(2019).

4 K.M. Rath, J. Rousk / Salt effects on the soil microbial decomposer community and their role in organic carbon cycling: A review. Soil Biol. Biochem., 81 (2015), pp. 108-123,

5 Zaghloul, R., 2020. Efficiency of some organic manures and bio-fertilization with Azospirillum brasilense for wheat manuring. 34, 627-640.

6 Gabrijel Ondrasek, Helena, B., Begić; Monika Zovko; Lana Filipović; Cristian Meriño-Gergichevich; Radovan Savić; Zed Rengel. 2019. Biogeochemistry of soil organic matter in agroecosystems & environmental implications. Science of The Total Environment. Volume 658, 25 March 2019, Pages 1559-1573.

7 Концепция развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021-2030 годы. Постановление Правительства РК от 30 декабря 2021 года № 960.

8 В новом Послании Президента страны Касым-Жомарта Токаева от 08.09.2025г., «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию». 08 сентября 2025 г. Астана.

9 Имамалиев А.И. Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1981. - 225 с.

УДК 630.232.43

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УКОРЕНЕНИЕ ЧЕРЕНКОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТОПОЛЯ

Крючков С.Н., Солонкин А.В., Соломенцева А.С., Романенко А.К., Егоров С. А., Горбушова Д.С.

г. Волгоград, Россия

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

Введение. Для эффективного решения вопросов в области агролесомелиорации и городского озеленения, особенно в условиях засушливого климата, ка, например, в Волгоградской области, первостепенным является быстрое создание жизнеспособных древесных культур [1]. Вегетативное размножение, в частности укоренение черенков (включая зеленые), представляется одним из наиболее многообещающих направлений для достижения этой цели. Такой подход позволяет в короткие сроки получить посадочный материал, идентичный родительскому образцу.

Тополь занимает значимое место среди деревьев применяемых для агролесомелиоративных нужд. Его важность определяется совокупностью превосходных качеств: быстрым ростом, высокой стойкостью к неблагоприятному воздействию окружающей среды, способностью укреплять грунты, а также эффективностью в создании защитных полос и существенным вкладом в озеленение и восстановление деградированных участков [2].

Использование общепринятых методов размножения семенным путем сопряжено с рядом ограничений. К ним относятся: большой временной интервал, требующий для получения саженцев, пригодных для посадки, и вероятность утраты ценных биологических и хозяйственных свойств из-за естественной изменчивости потомства.

В противоположность этому, вегетативное размножение черенковым методом успешно обходит указанные проблемы [3-9]. Оно гарантирует сохранение видовых характеристик, что способствует широкомасштабному производству генетически однородного посадочного материала в сжатые сроки.

Следовательно, одной из главных научно-практических задач определяется оптимизация процесса укоренения тополевых черенков путем использования стимуляторов роста. Так как есть опыт их использования на других древесных культурах [3-9]. А успешное достижение цели с черенка-

ми тополя предоставит новые возможности для размножения этой ценной породы и раскроет новые перспективы ее использования в проектах по борьбе с опустыниванием и улучшению экологического состояния, особенно в регионах с экстремальными климатическими условиями [1].

Новизна исследования. Оценка приживаемости сортов тополя для насаждений различного назначения с применением перспективных биостимуляторов роста «Гетороауксин» и «Корневин» в Волгоградской области.

Цель исследования – анализ влияния регуляторов роста «Корневин» и «Гетероауксин» на успешность укоренения зеленых и одревесневших черенков тополя разных видов.

Задачи: сравнить динамику укоренения тополя пирамидального и тополя Болле в контрольных и опытных вариантах; оценить эффективность используемых стимуляторов для каждого вида; выявить наиболее перспективный вариант обработки для массового размножения тополя.

Материал и методика. Исследование проводилось с июня по сентябрь 2025 года. Объекты тополь пирамидальный (обычные и зеленные черенки); тополь Болле[10]. В опыте использовались три варианта обработки: контроль, «Корневин» и «Гетероауксин» [6, 7, 8]. Черенки высаживались в открытый грунт по схеме: 20-20 см, 10 см расстояние между растениями, 20 см расстояние между рядами [11], перед высадкой опытные образцы на сутки замачивались в воде (контроль), в «Корневине» 0,2 г/10л и перед посадкой опудривали препаратом нижний срез, третий вариант опыта включал «Гетероауксин» в дозировке 0,2г/10л, с замачиванием. Полив растений стимуляторами по вариантам осуществлялся каждые 2 недели. Учёт приживаемости проводился путём подсчёта живых укоренённых черенков на каждую дату наблюдения [11, 12].

Для анализа изменчивости приживаемости черенков в ходе эксперимента по различным вариантам мы использовали уравнение дисперсии (σ^2):

$$\sigma^2 = \Sigma(x_i - \bar{x})^2/n$$

где:

n – число временных точек наблюдений (5 дат).

x_i – значение приживаемости черенков в i-й момент времени, шт.

$\bar{x}$ – среднее значение приживаемости за весь период наблюдений, шт.

Вычисления и обработка результатов опыта были выполнены с помощью программы Microsoft Excel и Statistica [11].

Результаты и обсуждение. Анализируя динамику приживаемости черенков, представленную в таблице 1, вариант с зелёными черенками показывает резкий выпад растений (усыхание), как и вариант с тополем Болле. Посадка тополя пирамидального одревесневшими черенками показала более плавную динамику, и, как следствие, хорошую приживаемость в конце опыта.

Таблица 1 - Приживаемость черенков тополя по вариантам

Дата Вариант	06.06.2025	27.06.2025	17.07.2025	20.08.2025	18.09.2025	$\bar{x}$, шт	σ2
Тополь пирамидальный Populus piramidalis (зелёные черенки)							
Контроль	30	10	6	1	0	9,4	119,04
«Корневин»	30	19	12	10	9	16,0	54,4
«Гетероауксин»	30	13	13	6	5	13,4	84,24
Тополь пирамидальный Populus piramidalis одревесневшие черенки							
Контроль	30	25	23	22	21	24,2	10,96
«Корневин»	30	26	22	22	22	24,4	9,44
«Гетероауксин»	30	20	19	17	17	20,6	21,84
Тополь Болле Populus Bolleana одревесневшие черенки							
Контроль	30	10	5	2	2	9,8	117,76
«Корневин»	30	7	3	3	3	9,2	129,36
«Гетероауксин»	30	6	3	3	3	9,0	130,8

**Примечание. $\bar{x}$ – средняя приживаемость за период наблюдений (5 сроков), шт.; σ2 – дисперсия приживаемости.*

Лучший результат приживаемости показал тополь пирамидальный при посадке одревесневшими черенками во всех вариантах обработки – контроль 70%, Корневин 73,3%, Гетероауксин 56%. Этот же вид при испытании посадки зелеными черенками показал средний результат с использованием стимуляторов, а контроль погиб полностью. «Корневин» в дозе 30%, «Гетероауксин» в дозе 16,7% у Тополя Болле (контроль 6,7%) показали приживаемость в 10%, хотя динамика роста опытных растений отличалась.

Анализ вариабельности приживаемости черенков тополей показал, что более стабильным и предсказуемым укоренением в опыте отличается тополь пирамидальный с показателями дисперсионного коэффициента 9,44-21,84. Его приживаемость снижается более стабильно и равномерно. Тополь Болле, напротив, показывает большую вариабельность результатов в контрольной группе с показателями дисперсии 117-119.

Препарат «Корневин» в вариантах контроля способен более выраженно стабилизировать процент укоренения одревесневших черенков, что, предположительно, подтверждает их высокий процент адаптации к сложным природно-климатическим условиям.

Во всех вариантах опыта наибольшую вариабельность показывает тополь Болле, что говорит о его слабой способности к размножению одревесневшими черенками независимо от применения биостимуляторов роста.

Выводы. Результаты исследования показали, что применение обработки зеленых черенков биостимуляторами роста в варианте с тополем пирамидальным имеет положительный эффект. Обработка препаратом «Корневин» способствовала его лучшей приживаемости и уменьшению коэффициента дисперсии. Вариант с обработкой черенков тополя Болле требует дальнейшего изучения и подбора препаратов для стимуляции роста и укоренения. Полученные в ходе исследования результаты имеют большое практическое значение для лесного питомниководства, позволяя повысить результативность укоренения растений.

Литература

1 Солонкин А. В., и др. Агролесомелиорация в засушливых регионах России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2020. – № 2 (58). – С. 15-24.

2 Колесников А. И. Декоративная дендрология. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 704 с.

3 Иванов А. С., Петрова М. В. Оценка эффективности препаратов: циркон, гетероауксин и корневин при вегетативном размножении // Лесохозяйственная информация. – 2025. – № 3. – С. 45-52.

4 Смирнов Д. К., Козлова Е. А., Васильев П. Н. Инновационные технологии вегетативного размножения древесных растений // Вестник лесотехнического университета. – 2025. – № 2. – С. 112-120.

5 Николаев Л. М., Орлова Т. И. Эффективность стимуляторов роста при вегетативном размножении древесных кустарников // Известия сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 4. – С. 78-85.

6 Белова Н. Г., Фёдоров С. В. Эффективность использования природных стимуляторов на укореняемость черенков чубушника // Садоводство и виноградарство. – 2025. – № 1. – С. 33-39.

7 Захаров В. П., Антонова Ю. Д. Влияние регуляторов роста на качество укоренения черенков и развитие саженцев маслины (Olea europea L.) // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. – Т. 67. – С. 95-102.

8 Лебедева А. Р., Морозов И. В. Применение стимуляторов роста при вегетативном размножении декоративных форм вида Thuja plicata // Ботанические исследования. – 2020. – № 5. – С. 67-74.

9 Волкова Е. С., Павлов А. А. Влияние стимуляторов роста на процессы ризогенеза зелёных черенков // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 8. – С. 134-140.

10 Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений (Официальное издание). Москва – 2025.

11 Методические указания по вегетативному размножению древесных и кустарниковых пород.– М.: ВНИИЛМ, 2018. – 48 с.

12 Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

ӘОЖ 631.112:33. (574.2)

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ШАРУАШЫЛЫҚТАРДА ЕҢ ЖОҒАРЫ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІК БЕРЕТІН ӨНІМДІ АУЫСПАЛЫ ЕГІСТЕРІ

Қияс А. А., Ахметова Г.К., Беген Т.А.

Научный кенті, Қазақстан
А.И. Бараев атындағы АШҒӨО, ЖШС

Кіріспе. Солтүстік Қазақстан өңірі еліміздің астықты аймақтарының бірі болып табылады және егіншілік пен мал шаруашылығы жақсы дамыған. Ал өсімдік шаруашылығында астық өндірісін өндіруде әртараптандыру – ауыл шаруашылығының ірі саласы бірі болып табылады. Өңірлердегі өңделген жер ресурстарын тиімді пайдалану мен оларды басқару аграрлық сектордың дамуы және шаруашылықтардың тиімді экомикалық тұрақтылықты қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады және аймақтардағы ауыл шаруашылығы жерлерлерін тиімді пайдалану мен басқару негізгі мәселелердің бірі. Сондықтан ең аз қаржылық шығындармен және қоршаған ортаны қорғаумен жоғары сапалы өнімді өндіру үшін қарқынды егіншілікті дамытуға және оларды зерттеу және өндірістік жағдайларда сынауға көп көңіл бөлу қажет [1]. Қарқынды егіншіліктің маңызды құрамдас бөлігі ауыспалы егістегі дақылдарды әртараптандыру болып табылады. Ауыспалы егіс ротациясындағы дақылдардың әртүрлілігі мини-тилльді немесе ноу-тилльді өңдеуден кейін арамшөптермен және топырақта қоректік заттардың жоғалумауымен күресу үшін қажет. Ресурстардың жетіспеушілігімен жоғары өнімділікті алу мәселесі топырақ құнарлылығын жұмылдыру және әртүрлі ауыспалы егістерді пайдалану арқылы шешіледі. Мысалы, ауыспалы егістегі таза сүрі жер үлесінің шамадан тыс артуы минералдануына алып келеді, эрозия және дефляция процестерінің күшеюіне байланысты топырақ құнарлылығының төмендеуіне әкелуі мүмкін [2, 3, 4]. Ауыспалы егіс жай ғана уақыт пен кеңістік бойынша әртүрлі дақылдарды алмастыруды қамтиды, ал ауыспалы егіс ғылыми негізделген және бұл жерде ауыспалы егістің мәні бар. Бұл ауыспалы егіс әр дақылға арналған ұсыныстарға сәйкес бұрынғы орындарына оралумен дақылдарды кезектесіп ауыстырып отыруды, әрбір дақыл үшін ең жақсы алғы дақылдарды орнын анықтауды, орнықтыруды және т.б. [5].

Зерттеу жаңалығы. Өңірдегі ауыспалы егістер негізінен таза сүрі жер танабы мен дәнді дақылдардан кейінгі аңыздық алғы дақылдарда (70-80%) кезектесіп орналасқан. Сондықтан өңделген егістік жерлерді пайдалану

егістік құрылымындағы ауыл шаруашылығы өсімдіктері мен рентабельді дақылдарымен арақатынасы зерттелді. Агроклиматтық әлеует пен нарық конъюнктурасын ескере отырып, Ақмола облысының әр түрлі агроклиматтық аймақтарында өңделген егістік жерлерді тиімді пайдалану құрылымы әзірленді. Өңірдегі өңделген ауыл шаруашылығы егістік танаптарында өнімді ауыспалы жүйесі егіс кестесінде дәнді дақылдардың үлесін 55% - ға, дәнді-бұршақ дақылдары 10% - ға, майлы дақылдары 10% – ға, мал азықтық дақылдары 10%, әр түрлі парларды 5% және басқа да ауылшаруашылық дақылдарының үлестерін 10% дейін болуы үшін далалық тәжірибе қойылып ғылыми негізде анықтау бойынша ғылыми зерттеу жұмыстары жүргізілді. Дәнді дақылдар көлемін үлесін біртіндеп азайту және дақылдарды әртараптандыру арқылы өнімді ауыспалы егістер жүйесі принципіне сәйкес әр түрлі ауыл шаруашылық дақылдарымен кезектесіп орындарын алмастыру арқылы жүзеге асады. Мысалы, ауыспалы егістегі таза сүрі жер танабы орнын алмастыруға болады. Бір ескеретіні өнімді ауыспалы егісте таза сүрі жер танабы болмайды. Жүргізілген ғылыми жұмыстардың және көпжылдық алынған деректердің нәтижесі бойынша өңделген жерлердегі өнімді ауыспалы егістердің танаптарында әр түрлі ауылшаруашылығы дақылдарын биологиялық ерекшеліктеріне қарай тиімді орналастыру арқылы өсіруге болатыны анықталып дәлелденді. Нәтижесінде дәнді дақылдардың, бұршақ, майлы және жарма алқаптарының көлемін одан әрі кеңейту арқылы біз нарықтағы сұраныста сапалы клейковина (ұлпа), сұйық май, және жарма өнімдері алынып және тауар өндіріушілер өндірісінде экономикалық тиімді болатын үлесі қарастырылды.

Ғылыми жұмыстардың мақсаты мен міндеттері. Әр түрлі өнімді ауыспалы егістерде дәнді, майлы, бұршақ және жарма дақылдардың оңтайлы қолайлы кестесін жасау және ауыл шаруашылық дақылдарын өсіру арқылы егістік танаптарының біршама мүмкіндіктерін іске асырып, тиімді максималды жоғары экономикалық пайдалыққа қол жеткізу. Өнімді ауыспалы егіс құрылымына негізгі дақыл жаздық бидайды таза сүрі жер танабына және аңыздық алғы дақылдарда өсіргеннен кейін тиімді ылғал қорына, арамшөптермен ластануына, астықтың өнімділігі мен экономикаға өзара қалай әсері ететіні ғылыми зерттеуде міндеттелді.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Ғылыми зерттеулер А. И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми – өндірістік орталығында орналасқан ауыспалы егіс зертханасының көпжылдық стационарлық учаскесіндегі қойылды. Тәжірибе жұмыстары 2021-2025 жылдары оңтүстік қара топырақта жүргізілді. Қара шіріктің мөлшері беткі топырақ қабатында – 3,6% құрайды. Тәжірибе учаскесіндегі ауыспалы егіс кестелеріндеге ауыл шаруашылығы дақылдары ретпен қатарласып орналасқан және 3-қайталаудан тұрады, тәжірибе танаптардағы мөлтек көлемі 240 шаршы метр. 1) 6 – танапты парлы – астықты ауыспалы егісі болды (бақылау). Кестемен орналасуы бойынша 1-ші танап таза сүрі жер танабы; 2-ші танап жаздық бидай; 3-ші

танап жаздық бидай; 4-ші танап жаздық бидай; 5-ші танап жаздық бидай; 6-шы танап жаздық бидай; а) Әр түрлі 6-танапты парлы-астықты ауыспалы егістері келесі кестемен қатарласып орналасуы бойынша 2) 1-ші танап таза сүрі жерге; 2-ші танап майлы зығыр; 3-ші танап жаздық бидай; 4-ші танап асбұршақ; 5-ші танап жаздық бидай; 6-шы танап тары; 3) 1-ші танап таза сүрі жер; 2-ші танап қыша; 3-ші танап жаздық бидай; 4-ші танап асбұршақ; 5-ші танап жаздық бидай; 6-шы танап тары; 4) 1-ші танап таза сүрі жер; 2-ші танап жасымық; 3-ші танап жаздық бидай; 4-ші танап асбұршақ; 5-ші танап жаздық бидай; 6-шы танап тары; в) Әр түрлі 6-танапты өнімді ауыспалы егістері келесі кестемен қатарласып орналасуы бойынша 5) 1-ші танап аңыздыққа себілген арпа; 2-ші танап майлы зығыр; 3-ші танап жаздық бидай; 4-ші танап асбұршақ; 5-ші танап жаздық бидай; 6-шы танап тары; 6) 1-ші танап аңыздыққа себілген арпа; 2-ші танап қыша; 3-ші танап жаздық бидай; 4-ші танап асбұршақ; 5-ші танап жаздық бидай; 6-шы танап тары; 7) 1-ші танап аңыздыққа себілген арпа; 2-ші танап жасымық; 3-ші танап жаздық бидай; 4-ші танап асбұршақ; 5-ші танап жаздық бидай; 6-шы танап тары; 8) Бір орында үзіліссіз себілетін бидай (гербицид мен тыңайтқышты қолдану)

Зерттеу жылдарында агрометеорологиялық жағдайлар әркелкі болды: 2021–2023 жылдары вегетациялық кезеңінде құрғақшылық байқалса, 2024 және 2025 жылдары салыстырмалы түрде қолайлы қалыптасты, әсіресе жаздың екінші кезеңі жауын-шашын мөлшері жақсы түсіп ауыл шаруашылық дақылдарына қолайлы болды. Таза сүрі жерді күтіп-баптау жаз–күз кезеңінде механикалық және терең негізгі өңдеумен жүргізілді, ал қыс айларында қар тоқтату тәсілдері қолданылды. Минималды парда механикалық өңдеу гербицидтік шаралармен үйлестіріліп, глифосат негізіндегі препараттар 2,5–3,0 л/га мөлшерінде 1 рет қолданылды. Дәнді-парлы ауыспалы егістерде фосфор тыңайтқыштары (P_{60}) енгізілді. Аңыздық және рентабельді дақылдарға егінді себу кезінде Р (әсер ету заты бойынша 15–20 кг/га) және азот тыңайтқыштары (әсер ету заты бойынша 30–35 кг/га) бірге енгізіліп атқарылды. Өнімді ауыспалы егістерде рентабельді (маржиналды) дақылдар тікелей себу арқылы орналастырылып, ылғалды сақтау үшін аңыз және өсімдік қалдықтары сақталды. Жаздық бидай егістері толық көктеу фазасында арамшөптерге қарсы бактық қоспамен өңделді Линтур 70 в.д.г. - 0,12 г/га+аксиал-050 к. э.-1,0 л/га+Борен НЕО - 0,25 г/га. Майлы дақылдарын (зығыр, рапс, қыша) сабақтану фазасында және сабақтың басында бір жылдық дәнді арамшөптерге қарсы 150 к. е. фюзилад Форте гербицидінің - 1,0 л/га және 247 с. к. Энжио инсектицидінің - 0,15 л / га қоспасымен бүрку жүргізілді. Пар алқаптары жаз бойы 10-12 см және 12-14 см тереңдікке дейін ПГ-3 жалпақ кескіш қопсытқышпен 4 рет өңделді. Ауыл шаруашылығы дақылдарын жинау Wintersteiger – Delta комбайнымен тікелей жинаумен жүзеге асырылды. Күзде барлық егістік танаптары К-744 тракторы + КПГ-2-150 тереңдеткіш жазық кескішпен тереңдікке дейін 25-27 см өңдеу жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері. Солтүстік Қазақстанның құрғақшылық жағдайында күзгі, көктемгі және қысқы атмосферадан түскен жауын-шашынның әсерінен және топырақ қабатында тиімді ылғал қорының жинақталуына байланысты болады.

Орташа 5 жылдың деректері бойынша қыста кетер алдында топырақ ылғалдылығының жоғары мөлшерде болуы қалдырылған жылдары таза сүрі жер (126-131 мм) танабында ылғалды тұтыну үшін өсімдіктердің өсірілмеуінің және болмауымен түсіндіріледі. Бұл пар танабын дайындау кезеңдерінің бірінші жылы алынған деректерінде айтарлықтай айырмашылықтар болған жоқ. Ал екінші жылы егін себер алдында жиналған тиімді ылғалдың қоры пар танаптарында 110-113 мм аралығында болып бастақы кезеңінен 16-18 мм азайған. Таза пар алқабында тиімді ылғалдың жиналуы 21 ай бойы жүреді. Ылғалдың бірнеше бөлігі екінші қыс кезеңінде азайатынын байқалды және жинақталған ылғалдың бір бөлігі көктемде қардың еруінен себуге дейінгі кезеңде бір айдан астам уақыт өткендігімен және алқаптың беткі қабатының қарқынды буланумен түсіндіріледі. Тиімді ылғал қорының динамикасында жаздық бидайдың әр түрлі алғы дақылдарында қысқа кетер алдында біршама айырмашылықтар байқалатынын байқауға болады(кесте1).

Кесте 1 – Ауыл шаруашылығы дақылдары мен алғы дақылдардағы тиімді ылғал қорларының вегетация кезеңдегі динамикасы

Ауылшаруашылық дақылдары мен бидайдың алғы дақылдары	Топырақтың 1м қабатындағы тиімді ылғал қоры, мм			
	қыс кезеңінде	көктемде	масақтану кезеңінде	егінді жинағаннан кейін
Таза сүрі жер танабынан кейін себілген бидай	126	110	19,1	31,0
Минималды пардан кейінгі себілген бидай	131	113	17,5	21,2
Минималды пардан кейін себілген қыша дақылы	84	109	21,7	21,5
Минималды пардан кейін себілген майлы зығыр дақылы	80	109	24,5	26,0
Минималды пардан кейін себілген жасымық дақылы	87	109	23,2	31,2
Аңыздықтан кейін себілген қыша дақылы	84	95	16,1	19,9
Аңыздықтан кейін себілген майлы зығыр дақылы	82	101	14,6	23,0

1-кестенің жалғасы

Аңыздықтан кейін себілген жасымық дақылы	85	104	26,2	38,4
Аңыздықтан кейін себілген асбұршақ дақылы	83	84	23,0	29,8
Қыша дақылынан кейін себілген бидай	86	101	17,9	17,3
Майлы зығыр дақылынан кейін себілген бидай	86	96	18,7	16,3
Жасымық дақылынан кейін себілген бидай	97	91	22,6	28,8
Асбұршақ дақылынан кейін себілген бидай	84	96	16,0	23,0
Арпа дақылынан кейін себілген бидай	66	84	30,9	22,7
Бір орында үзіліссіз себілетін бидай (гербицид мен тыңайтқышты қолдану)	74	102	20,3	25,4

Топырақтағы көктемгі ылғал қорының жиналуы күзгі және салқын мезгілде алқапты алып жатқан кейбір дақылдардың пайдаланылған тиімді ылғал қоры мен атмосферадан түскен жауын-шашынның мөлшері және дақылдалдардың биологиялық ерекшеліктеріне байланысты жиналды. Басқа әр түрлі дақылдар мен алғы дақылдарда ылғал қоры күзде егінді жинап алғаннан кейінгі қысқа кетер алдындағы алынған деректер 66 мм ден 97 мм-ге дейін біршама ылғал қоры жиналынған.

Жалпы көктем кезеңінде әр түрлі ауылшаруашылық дақылдары мен алғы дақылдардан кейінгі жинақталынған топырақтың 1м қабатындағы тиімді ылғалдың мөлшері егін себер алдында 84 мм ден 113 мм аралығында құрады. Ал аңыздық танаптарда 82-ден 102 мм-ге дейін ылғал жиналынды. Әр түрлі алғы дақылдардан дәнді дақылдар өсірілген (бидайдан кейінгі) 17,5-30,9 мм, бұршақ дақылдарынан кейін өсірілген бидайда 16,0-22,6 мм, ал майлы дақылдарынан кейін өсірілген бидайда 17,9-18,7 мм аралығында ылғал ылғал мөлшері қалды. Өсімдіктер өзінің өсіп даму, яғни масақтану фазасында ылғалдың көп мөлшерін қарқынды пайдаланады. Осы фазада негізгі жиналынған тиімді ылғалдың жұмсалынуы ауылшаруашылығы дақылдарының өнімін қалыптастыруға жұмсалуына байланысты және ауа райының ыстықтығымен булануға кетеді. Сондай-ақ, кейбір дақылдар мен алғы дақылдарда егінді жинағаннан кейінгі топырақтың метрлік қабатындағы ылғал қорының кішкене қосылғаны байқалады. Бұған 2024-2025 жылдары қосымша тамыздың 15 жұлдызынан және қыркүйек айының бірінші онкүндігіндегі жауын-шашын жауылғаны әсер етті. Енді әр түрлі ауыл шаруашылығы дақылдарының арасынын бұршақ дақылдарынан кейінгі

ылғалдың бірдей қалдық қоры 23,3-31,2 мм аралығында болды. Әсіресе жасымықтан кейін топырақ ылғалының аз сіңірілуі мен ылғалдың жиналуы байқалды (38,4 мм). Бұл биологиялық ерекшелігі тұрғыдан осы дақылдың яғни биопотенциалы оның дамымаған тамыр жүйесіне байланысты және жасымық, асбұршақ ерте пісетін дақылдарға жатады және өзінен кейінгі өсірілетін дақылдарға жиналынады.

Жүргізілген 2021-2025 жылдардың зерттеулері көрсеткендей, танаптардағы арамшөптер құрамы негізінен көпжылдық және біржылдық арамшөптерді құрады. Егін жинау алдындағы ауыл шаруашылығы дақылдары мен алғы дақылдар егістіктерінің жалпы көпжылдық арамшөптердің саны орташа 5 жылда 3,2 - 4,6 дана/м^2, ал біржылдық арамшөптердің саны 4,4 - 13,0 дана/м^2 құрауымен түсіндіріледі (кесте 2).

Кесте 2- Әр түрлі дақылдар мен алғы дақылдар егістіктерінің егін жинау алдында ластануы, дана/м^2

Ауылшаруашылық дақылдары мен бидайдың алғы дақылдары	Арамшөптер саны оның ішінде	
	көпжылдықтар	біржылдықтар
Таза сүрі жер танабынан кейін себілген бидай	4,2	9,0
Минималды пардан кейін себілген бидай	3,9	9,2
Қыша дақылынан кейін себілген бидай	3,0	8,2
Майлы зығыр дақылынан кейін себілген бидай	3,8	9,6
Жасымық дақылынан кейін себілген бидай	4,2	6,8
Асбұршақ дақылынан кейін себілген бидай	4,4	13,0
Арпа дақылынан кейін себілген бидай	3,7	9,1
Бір орында үзіліссіз себілетін бидай (гербицид мен тыңайтқышты қолдану)	4,0	8,6
Минималды пардан кейін себілген қыша дақылы	3,5	12,6
Минималды пардан кейін себілген майлы зығыр дақылы	6,0	10,1
Минималды пардан кейін себілген жасымық дақылы	4,5	10,7
Аңыздықтан кейін себілген қыша дақылы	6,9	7,8
Аңыздықтан кейін себілген майлы зығыр дақылы	3,2	9,3
Аңыздықтан кейін себілген жасымық дақылы	4,6	4,4
Аңыздықтан кейін себілген асбұршақ дақылы	3,2	9,3
Аңыздықтан кейін себілген арпа дақылы	4,1	4,3

Бұл кез келген жағдайда арамшөп тұқымдарының үлкен өміршеңдігін көрсетеді. Әсіресе көпжылдық арамшөптер тұқымымыен қатар вегетативті органдарымен мен тұқымы мен көбейеді, негізінен өңірлерде кездесетін өте зиянды көпжылдық егістік қалуені мен дала шырмауығы болып табылады. Бұдан басқа бұршақ тұқымдастарын пар танабынан кейін сепкенде 4,2-4,6 дана/м^2, біржылдықтар 6,8-13,0 дана/м^2, ал аңыздық алғы дақылдарда себілген бұршақ тұқымдастары кейінгі көпжылдық саны 3,2-4,6 дана/м^2, біржылдықтар саны 4,4-9,3 дана/м^2 құрады. Осы айтылған бұршақ дақылдарынан өсірілген бидай танаптарында көпжылдықтар саны 4,2-4,4 дана/ м^2, біржылдықтар саны 4,4-10,7 дана/м^2 болды. Дәнді дақылдар арасынан арпа дақылынан кейінгі бидайға танабында көпжылдықтар саны 3,7 дана/ м^2, біржылдықтар саны 9,1 дана/м^2, құрады, ал аңыздық алғы дақылдарда 4,1-4,4 дана/м^2 саналды. Сонымен жемдік дақыл басқа ауыл шаруашылық дақылдары мен алғы дақылдарға қарағанда арамшөптермен күресуде өзінің жоғары бәсекеге қабілеттілігімен Осылайша, 2024-2025 жылдары жаздың екінші кезеңінде жауған жауын-шашынның жауған мөлшері ауыл шаруашылығы дақылдарымен егістегі алғы дақылдарды біршама екінші рет ластануын қамтамасыз етті, бірақ арамшөптер егін жинауға тек төменгі деңгейде (биіктігі 6-8 см) қалды, бұл дақылдардың болашақ алынатын өніміне үлкен зиян келтірмеді.

Соңғы бес жылда әр түрлі алғы алғы дақылдардан, яғни таза сүрі жерден және минималды пардан кейінгі өсірілген бидайда астық өндіруден алынған орташа өнімділігі біркелкі 17,2 ц/га болып, қыша дақылынан кейінгі бидайда 17,0 ц/га алынды. Бұршақ және басқа майлы дақылдардан кейінгі өсірілген бидайлардан 15,5 пен 16,2 ц/га алынып, немесе 1,0-3,5 ц/ га төмен алынды. Аңыздық алғы дақылдар себілген ауыл шаруашылығы дақылдарынан алынған өнімділігі 9,7-14,0 ц/га құрады. Қолайлы 2024-2025 жылдары аңыздыққа себілген қыша дақылынан 21,2-23,0 ц/га аралығында май өнімі алынды. Келесі алғы дақылдар минималды парға себілген ауылшарушылығы дақылдарының өнімі 10,3-13,6 ц/га берді. Айта кететін бір жағдай дәнді дақылдар арасынан арпа дақылы соңғы бес жылда аңыздыққа себілгенде жоғары19,5 ц/га астық өнімін берді (кесте 3).

Кесте 3 – Әр түрлі дақылдар мен алғы дақылдардан кейінгі алынған өнімділігі, ц/га

Ауылшаруашылық дақылдары мен бидайдың алғы дақылдары	Жүргізген зерттеу жылдары					Орташасы
	2021	2022	2023	2024	2025	
Таза сүрі жер танабынан кейінгі себілген бидай	20,9	18,7	12,1	17,6	16,5	17,2
Минималды пардан кейінгі себілген бидай	21,9	18,1	11,6	19,7	14,9	17,2

3-кестенің жалғасы

Қыша дақылынан кейінгі себілген бидай	17,7	17,8	10,7	20,6	17,5	17,0
Майлы зығыр дақылынан кейінгі себілген бидай	16,2	15,0	11,8	17,4	17,1	15,5
Жасымық дақылынан кейінгі себілген бидай	18,5	17,2	12,4	16,4	15,1	15,9
Асбұршақ дақылынан кейінгі себілген бидай	18,8	14,7	11,3	19,2	16,9	16,2
Арпа дақылынан кейінгі себілген бидай	15,4	18,7	11,4	18,7	13,4	15,5
Бір орында үзіліссіз себілетін бидай (гербицид мен тыңайтқышты қолдану)	21,2	20,1	12,3	17,6	14,3	17,1
Минималды пардан кейінгі себілген қыша дақылы	7,9	9,3	6,6	23,0	21,2	13,6
Минималды пардан кейінгі себілген майлы зығыр дақылы	9,3	9,8	4,7	14,4	13,1	10,3
Минималды пардан кейінгі себілген жасымық дақылы	8,0	8,8	6,5	14,8	13,9	10,4
Аңыздықтан кейінгі себілген қыша дақылы	7,4	9,1	6,8	21,2	25,4	14,0
Аңыздықтан кейінгі себілген майлы зығыр дақылы	11,2	9,3	4,8	14,4	8,9	9,7
Аңыздықтан кейінгі себілген жасымық дақылы	8,1	9,2	6,9	12,6	14,0	10,2
Аңыздықтан кейінгі себілген асбұршақ дақылы	10,2	12,3	7,6	16,6	17,9	12,9
Аңыздықтан кейінгі себілген арпа дақылы	16,6	20,9	10,4	30,2	19,5	19,5

Есептелген экономикалық тиімділіктің орташа 5 жылдағы деректерінің нәтижесі бидайды өсіруге кеткен біршама шығындар себеп болды, егінді жинауға дейін зиянды организмдермен күресу қажеттілігімен байланысты. Бидай өндірісінің рентабельділігі, тиімділігі үшін алғы дақылдардың әр гектарынан алынған астықтың таза пайдасын бағалау бойынша жыл сайынғы нақты тікелей шығындар таза сүрі жер танабының шығындарын қоса алғанда 1 гектар егістікке және 21 ай бойы өсімдік (астық) өнімі өндіріліп алынбайды. Алынған экономикалық тиімділіктің нәтижелері бойынша өн-

дірілген 1 т өнімнің өзіндік құны орташа 5 жылда 97200,0 теңге құрап, ал 1 га егіс көлеміне жұмсалған шығындар 87600,0 теңге болды, тиісінше 1 га егіс көлемінен 9600,0 теңге таза пайда алынды. Қазан айының ортасында және суық ауа райы басталғанға дейін майлы дақылдарды жинау кезінде арамшөптермен күресу қажет емес, бұл жаздық бидай егумен салыстырғанда қыша мен майлы зығырды өсіруге тікелей өндірістік шығындарды азайтады және оның экономикалық тиімділікті арттырады. Бұл жағдай өте маңызды, өйткені бұл дақылдардан кейін дәнді дақылдарды өсіруге мүмкіндік береді, ал дәстүрлі өсіруде осы рентабельді дақылдардан кейін таза сүрі жерге қалдырылады. Сондай-ақ, осы себепті дәнді дақылдардың өнімділігі мен дақыл бағасының құнының жоғарылауымен, және ерте жиналған асбұршақ пен жасымықтан кейін бидай дәнінің құнының жоғары, ал 1 га ауыспалы егіс алқабынан алынған таза пайда кеш жиналған майлы дақылдарға қарағанда төмен, мұнда негізгі шығындар бидайдан кейінгі негізгі шығындарға қарағанда аз. Алайда есептеулер әр түрлі ауыспалы егістердің экономикалық тиімділігі және ондағы орналасқан әр түрлі дақылдардың нарықты нақты бағасына байланысты болады.

Алынған көпжылдық нәтижелер бойынша бір орында үзіліссіз себілетін бидай танабында гербицид пен тыңайтқышты қолдану егістіктің әр гектар көлемінен (17,1 ц/га) өнім алу экономикалық тұрғыдан тиімділігін көрсетті [6]. Экономикалық есептеулердің нәтижесі бойынша 1т өндірілген астық өнімнің өзіндік құны 97500,0 мың теңгені құраса, 1 га егіс көлеміне кеткен шығындар 87100,0 теңге болды және 1 га егіс көлемінен алынған таза пайда 10400,0 тенгені құрады (кесте 4).

Кесте – 4 Әр түрлі дақылдар мен алғы дақылдардың экономикалық тиімділігі

Ауылшаруашылық дақылдары мен алғы дақылдардан кейінгі себілген бидай	Өнімнің өзіндік құны 1т, теңге	Әр 1 гектар егіс көлеміне кеткен шығындар, теңге	Әр1 гектар егіс көлемінен алынған таза пайда, теңге
Таза сүрі жер танабы 1-ші жыл, (21 ай)	-	28400,0	-
Таза сүрі жер танабы 2-ш» жыл, (3ай)	-	59200,0	-
Таза сүрі жер танабынан кейінгі себілген бидай	97200,0	87600,0	9600,0
Минималды пар 1-ші жыл, (21 ай)	-	25600,0	-
Минималды пар 2-ші жыл, (3 ай)	-	60800,0	-
Минималды пардан кейінгі себілген бидай	96600,0	86400,0	10200,0

4-кестенің жалғасы

Қыша дақылынан кейінгі себілген бидай	110850,0	92800	18050,0
Майлы зығыр дақылынан кейінгі себілген бидай	109200,0	94400	14800,0
Жасымық дақылынан кейінгі себілген бидай	106700,0	92400,0	14300,0
Асбұршақ дақылынан кейінгі себілген бидай	150000,0	127400,0	22600,0
Аңыздықтан кейінгі себілген қыша дақылы	200000,0	134300,0	65700,0
Аңыздықтан кейінгі себілген майлы зығыр дақылы	190000,0	118800,0	71200,0
Аңыздықтан кейінгі себілген жасымық дақылы	170000,0	122400,0	47900,0
Аңыздықтан кейінгі себілген асбұршақ дақылы	150000,0	124300,0	25700,0
Бір орында үзіліссіз өсірілетін бидайға гербицид пен тыңайтқыш енгізу	97500,0	87100,0	10400,0

Бір орында үзіліссіз өсірілетін бидай дақылының өнімділігі бойынша таза сүрі жер жерден немесе алғы дақылынан кем түспейтіні белгілі болды. тыңайғаннан кейінгі егіске қарағанда біршама төмен және түсімін арттыру есебінен үнемді және үздіксіз жаздық

Есептеудің алынған нәтижелеріне сәйкес экономикалық тиімділік бойынша жүргізілген зерттеулердің практикалық құндылығы, рентабельділікті арттыру үшін, өнімді дақылдардың биопотенциалын пайдалану ауыспалы егіс жүйесінде, сондай-ақ өндірісте қолдану деңгейіне оң әсер береді. Аңыздық алғы дақылдарға себілген рентабельді дақылдардың 1т өндірілген өсімдік өнімнің өзіндік құны, бидайға қарағанда біршама нарықта 1,5-2 есе қымбат тұрады немесе 150000,0 - 200000,0 құрады, ал әр 1 га егіс көлеміне кеткен шығындар 118880,0-нан 134300,0 теңге аралығында болды. Әр 1 га егіс көлемінен алынған таза пайда 25700,0 ден 71200,0 тенгені құрады.

Қорытынды

Ауыспалы егістердің айналу ұзақтығы дақылдардың су режиміне ылғал қорының жиналуына әсер етпейді. Атмосферадан түскен жауын шашынның мөлшері айтарлықтай ауытқуы және олардың вегетациялық кезеңде бірқелкі бөлінбеуі, танаптардағы ауылшаруашылығы дақылдарының алынған өнімділігінің өзгеруінің негізгі себебі болып табылады. Майлы дақылдар-

дың өңірде егістік көлемінің көбею үрдісі байқалуда. Жемдік дақылдар арамшөптермен күресуде өзінің жоғары бәсекеге қабілеттілігін көрсетті және аңыздыққа сепкенде жоғары астық өнімін 19,5 ц/га арттыруға мүмкіндік берді. Сонымен қатар жыл сайын аңыздық алғы дақылдарға себілген рентабельді дақылдардың әр бір гектар егіс көлемінен түсетін тұрақты таза пайда 25700,0 ден 71200,0 тенге деңгейінде құрайды .

Әдебиеттер тізімі

1. T. Garnett, M.C. Appleby, A. Balmford, I.J. Bateman, T.G. Benton, P. Bloomer, B. Burlingame, M. Dawkins, L. Dolan, D. Fraser, M. Herrero, I. Hoffmann, P. Smith, P.K. Thornton, C. Toulmin, S.J. Vermeulen, H.C.J. Godfray. Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. Science, 341 (2013), pp. 33-34

2. Teasdale, J.R., Coffman, C.B., Mangum, R.W., 2007. Potential long-term benefits of no- tillage and organic cropping systems for grain production and soil improvement. Agron. J. 99, 1297–1305.

3. Hobbs, P.R., Sayre, K., Gupta, R., 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci. 363, 543–555.

4. Doltra, J., Olesen, J.E., 2013. The role of catch crops in the ecological intensification of spring cereals in organic farming under Nordic climate. Eur. J. Agron. 44, 98–108.

5. https://7dach.ru/Innova/v-chem-razlichie-mezhdu-sevooborotom-i-plodosmenom -154664.html

6. Қияс А. А., Ахметова А. К. Бессменное возделывание яровой пшеницы на южных черноземах Акмолинской области //Сборник статей «Инновационные процессы в сельском хозяйстве». РУДН. 2023.- Москва, 20-21 апреля 2023 г.- С.30-34

УДК 631.51.01:631.82

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Мамыкин Е. В., Ирмулатов Б.Р. Назарова П. Е.
Харитонов Д.С. Кунанбаев К.К.

п. Научный, Казахстан
ТОО «Научно–производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Аннотация. Представлены результаты исследований по влиянию технологий возделывания и минеральных удобрений на продуктивность гороха в плодосменных севооборотах на чернозёме южном карбонатном в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» за 2023-2025 гг. Показано, что за годы наблюдений, максимальная урожайность получена при традиционной технологии возделывания – 14,8 ц/га. Наилучший удобренный вариант – Р20 с урожайностью – 18,5 ц/га. При нулевой технологии наилучшая урожайность отмечена в варианте применения аммофоса в дозе Р20 с дополнительным внесением аммиачной селитры по диагностике – 19,7 ц/га, а также в варианте применения нитроаммофоса (Р20N20 в рядки) – 19,0 ц/га.

Ключевые слова: традиционная и нулевая технология, минеральные удобрения, горох, урожайность

В современном мире горох (*Pisum sativum* L.) является важной зернобобовой культурой, широко используемой в севооборотах благодаря высокому содержанию белка и способности фиксировать атмосферный азот через симбиоз с клубеньковыми бактериями [1, 2]. Применение минеральных удобрений (NPK), особенно сбалансированных доз азота, фосфора и калия, остаётся эффективным способом увеличения урожайности гороха, способствуя лучшему развитию листовой поверхности и закладке бобов [3, 4]. Исследования показывают, что внесение оптимальных доз минеральных удобрений повышает показатели роста и продуктивности гороха по сравнению с вариантом без удобрений [5 ,6].

Эффективность удобрений и технология обработки почвы взаимосвязаны и зависят от почвенно-климатических условий. При традиционной технологии обработки почвы (с глубокой вспашкой) урожайность гороха зачастую выше, чем при минимальной или нулевой обработке, однако различия варьируют в зависимости от погодных условий года и уровня агрофона [7]. В системах нулевой обработки почвы (No-till) изменяется распределение влаги, структура почвы и доступность элементов питания,

что отражается на процессах симбиотической фиксации азота и формировании урожая; при отсутствии корректировки системы удобрения урожай может снижаться по сравнению с традиционной технологией [8, 9].

Особенно значимы эти различия в условиях неустойчивого увлажнения степной зоны, где выбор оптимальной системы удобрения при традиционной и нулевой технологиях обработки почвы является определяющим фактором формирования стабильной урожайности культуры [10].

Целью работы являлось выявление наиболее эффективной технологии возделывания гороха и определение оптимального варианта удобрения в условиях Акмолинской области.

Полевые опыты по возделыванию гороха проводились в Акмолинской области на полях ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» в 2023-2025 гг. Почва опытного участка – чернозем южный карбонатный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса – 3,4%, pH – 7,3. Сорт гороха – «Өріс». Чередование культур в севооборотах: горох-пшеница-пшеница. Опыты развернуты во времени и в пространстве, повторность вариантов 4–х кратная. Размер делянки 4,3х50 м (площадь 215 м^2). Сроки посева, норма высева и глубина заделки семян – рекомендованные для данной зоны. Посев проводился сеялкой СКП-2,1: при традиционной технологии – со стрельчатыми сошниками, при нулевой – с чизельными, с одновременным внесением минеральных удобрений. В опыте применялось ежегодное рядковое внесение минеральных удобрений: Аммофос (N – 10%, P2O5 – 46%) в дозе P20, аммиачная селитра (N – 34%) в дозе N30, а также нитроаммофос (N – 23%, P2O5 – 23%) в дозе P20N20. Варианты удобрений представлены в таблице 1. Борьба с сорняками за неделю до посева проводилась гербицидом сплошного действия в дозе 2 л/га. По вегетации, применялся комплекс пестицидных обработок по защите посевов от вредителей, болезней и сорняков.

Определение запасов продуктивной влаги в почве проводили по методу Бакаева Н.И., Васько И.А. [11]. Оценка запасов продуктивной влаги оценивались по шкале А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной. Содержание нитратного азота определялось ионометрически. Для классификации обеспеченности почвы азотом применялась градация О.В. Сдобниковой [12]. Обеспеченность почвы подвижным фосфором определяли по методу Мачигина [13]. Урожай учитывался способом прямого комбайнирования поделяночно, с последующим взвешиванием и пересчетом на стандартную влажность и чистоту. Математическая обработка данных проводилась методами дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [14] с применением программы «Snedekor».

Вегетационный период 2023 года характеризовался высокими среднесуточными температурами и низким количеством атмосферных осадков. Температуры превышали среднемноголетние значения во все месяцы вегетации: в июне – на 1,7 °С, в июле – на 4,5 °С, в августе – на 1,6 °С. Ко-

личество осадков во все летние месяцы было ниже нормы; суммарно за вегетационный период их выпало в 4,2 раза меньше среднемноголетнего значения (июнь – 13,2 мм, июль – 6,8 мм, август – 12,7 мм). В целом условия 2023 года характеризовались как крайне засушливые.

Вегетационный период 2024 года отличался повышенным температурным фоном и значительным количеством осадков. Температура в июне и июле превышала норму на 4,3 и 1,8 °С соответственно, в августе соответствовала среднемноголетнему значению (17,3 °С). Количество осадков превышало норму: в июне – в 1,6 раза, в июле – в 1,1 раза, в августе – в 2,7 раза. В сумме за вегетацию выпало 232,2 мм, что в 1,7 раза выше нормы. Условия года были благоприятными.

Вегетационный период 2025 года характеризовался повышенным температурным фоном и недостаточным количеством осадков. Температура превышала норму: в июне – на 2,2 °С, в июле – на 0,8 °С, в августе – на 1,1 °С. Суммарное количество осадков за три месяца было на 61,8 мм ниже нормы и составило 75,5 мм. Условия вегетации характеризовались как засушливые.

В условиях засушливого климата Северного Казахстана продуктивная почвенная влага является одним из ключевых факторов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом гороха при традиционной технологии оценивались как хорошие и в среднем за три года составили 130,7 мм, при нулевой технологии – 132,1 мм. К уборке остаточные запасы составляли 38,3-44,2 мм соответственно.

Содержание нитратного азота в слое почвы 0–40 см перед посевом гороха в среднем за 2023-2025 гг. составляло 9,2 мг/кг при традиционной технологии (средняя обеспеченность) и 11,7 мг/кг при нулевой технологии (повышенная обеспеченность). Содержание подвижного фосфора в слое 0-20 см независимо от технологии находилось на уровне средней обеспеченности и составляло 23,0-23,2 мг/кг.

Совокупность абиотических, биотических и антропогенных факторов, влияющих на рост и развитие культур, в конечном итоге определяет их урожайность. В среднем за три года максимальная урожайность гороха – 14,8 ц/га – получена при традиционной технологии, что достоверно выше по сравнению с нулевой технологией – 13,7 ц/га.

Достоверные прибавки урожайности получены во всех вариантах применения минеральных удобрений (таблица 1). При традиционной технологии наиболее эффективным оказалось внесение фосфорного удобрения в дозе Р20 (прибавка 3,8 ц/га). При нулевой технологии наибольшую эффективность показали варианты рядкового внесения фосфора в дозе Р20 с азотом по диагностике (прибавка 6,0 ц/га), а также применение нитроаммофоса (5,3 ц/га).

В среднем по опыту дополнительное внесение аммиачной селитры совместно с фосфорными удобрениями обеспечивало прибавку урожая по

сравнению с контролем: при традиционной технологии – на 30-34%, при нулевой – на 35-44%.

Таблица – Урожайность гороха в плодосменном севообороте в среднем за 2023-2025 гг., ц/га

Варианты удобрений (фактор А)	Традиционная технология (фактор В)		Нулевая технолгия (фактор В)	
	Среднее	+/-	Среднее	+/-
Контроль	14,8	-	13,7	-
Р20 аф в рядки	18,5	+3,8	16,8	+3,1
N30 аа осенью поверхностно + Р20 аф в рядки	19,2	+4,5	18,5	+4,8
N30 аа весной поверхностно + Р20 аф в рядки	19,5	+4,8	18,5	+4,5
Р20 аф в рядки +N аа в рядки по диагностике	19,9	+5,2	19,7	+6,0
Р20N20 наф в рядки	19,7	+5,0	19,0	+5,3
НСР 0,95	А-1,1; В-2,1; А+В-2,9			

Таким образом, установлено, что урожайность гороха при традиционной технологии достоверно превышает показатели нулевой технологии. Наиболее эффективным вариантом удобрения при традиционной технологии является рядковое внесение аммофоса в дозе Р20. При нулевой технологии наибольшую эффективность обеспечивают рядковое внесение фосфора в дозе Р20 с азотом по диагностике, а также применение нитроаммофоса. Совместное внесение азотных и фосфорных удобрений способствует дополнительному увеличению урожайности независимо от технологии возделывания.

Работа выполнена в рамках ПЦФ МСХ РК ИРН BR22885719: «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» на 2024-2026 гг.

Список литературы

1. Peoples M. B., Brockwell J., Herridge D. F., Rochester I. J., Alves B. J. R., Urquiaga S., Boddey R. M., Dakora F. D., Bhattarai S., Maskey S. L., Sampet C., Rerkasem B., Khan D. F., Hauggaard-Nielsen H., Jensen E. S. The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems // Symbiosis. – 2009. – Vol. 48. – No. 1. – P. 1-17. – DOI: 10.1007/BF03179980.

2. Herridge D. F., Peoples M. B., Boddey R. M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems // Plant and Soil. – 2008. – Vol. – 311. – No. 1. – P. 1-18. – DOI: 10.1007/s11104-008-9668-3.

3. Macák M., Candráková E., Đalović I., Prasad P.V.V., Farooq M., Korczyk-Szabó J., Kováčik P., Šimanský V. The influence of different fertilization strategies on the grain yield of field peas (Pisum sativum L.) under conventional and conservation tillage // Agronomy. – 2020. – Vol. 10. – No. 11. – Article 1728. – DOI: 10.3390/agronomy10111728. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mdpi.com/2073-4395/10/11/1728

4. Sainju U. M., Pradhan G. P. Reducing nitrogen fertilization rate in spring wheat–pea rotation sustains crop yield and soil properties // Agronomy. – 2025. – Vol. 15. – No. 8. – 1806. – DOI: 10.3390/agronomy15081806. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mdpi.com/2073-4395/15/8/1806

5. Khan S., Aman F., Ismaeel M., Ali Z., Alam M., Iqbal S., Khan T. Growth and yield response of pea (Pisum sativum L.) cultivars to phosphorus fertilization. – 2021. – Vol. 37. – Is. 2. – P. 369-376. – DOI: 10.17582/journal.sja/2021/37.2.369.376.

6. Faligowska A., Kalembasa S., Kalembasa D., Sienkiewicz S., Wierzbowska J. The nitrogen fixation and yielding of pea (Pisum sativum L.) in different soil tillage systems // Agronomy. – 2022. – Vol. 12. – No. 2. – Article 352. – DOI: 10.3390/agronomy12020352. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mdpi.com/2073-4395/12/2/352

7. Woźniak A. The yielding of pea (Pisum sativum L.) under different tillage conditions // Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus. – 2013. – Vol. 12. – No. 2. – P. 133-141.

8. Кашкаров А. и др. Влияние минеральных удобрений на урожайность гороха сорта Аксайский усатый 55 //Izdenister natigeler. – 2023. – №. 3 (99). – С. 162-171.

9. Пискарева Л. А. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна гороха сорта Фокор // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – №. 3 (39). – С. 85-90.

10. Соловиченко В. Д. и др. Влияние способа основной обработки почвы и внесения удобрений на урожайность и экономическую эффективность возделывания гороха //Земледелие. – 2018. – №. 5. – С. 20-23.

11. Бакаев Н.И., Васько И.А. Методика определения влажности почвы в агротехнических опытах// Методические указания и рекомендации по вопросам земледелия. – Целиноград. – 1975. – С. 57–80.

12. Сдобникова О.В. Условия почвенного питания и применение удобрений в Северном Казахстане и Западной Сибири: автореф. дис. д–ра с. – х. наук. – М. – 1971. – 43 с.

13. ГОСТ 26205–91 определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.

УДК 635.032/.034; 635.34

ВЫРАЩИВАНИЕ РАССАДЫ BRASSICA OLERACEA ПОД ТЕРМИЧЕСКИМИ ЛАВСАНОВЫМИ ПЛЕНКАМИ, МОДИФИЦИРОВАННЫМИ МАГНЕТРОННЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ НАНОЧАСТИЦ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Минич А.С., Минич И.Б., Филипченко С.А.

Томск, Россия

ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет»

Введение. Эффективное использование физиологических и биохимических особенностей онтогенеза культурных растений с целью получения максимального урожая в возможно более короткие сроки является одним из направлений при разработке новых биотехнологий в сельском хозяйстве [1]. В условиях рискованного земледелия важную функцию выполняет защищенный грунт, в котором температура и свет являются главенствующими экологическими факторами, влияющими на формирование оптимального микроклимата [2]. Изменение температурного и светового режимов внутри сооружений защищенного грунта в настоящее время регулируется двумя основными способами. Первый способ заключается в создании оптимального микроклимата за счет автономных систем с полным регулированием светового и температурного режимов [3]. Во втором случае используются сооружения защищенного грунта на солнечном обогреве, в которых регуляция температуры и светового режима может осуществляться за счет применения в качестве укрытий фотоселективных полимерных покровных [4].

Непрозрачные в ИК области термические (теплоудерживающие) пленки, являющиеся модификацией фотоселективных полимерных материалов, способны регулировать как тепловой, так и световой режимы [5-6]. Днем такие пленки уменьшают поступление ИК излучения внутрь сооружений, а ночью препятствуют потере тепла почвой и растениями, что уменьшает разницу перепада температуры и способствует созданию более благоприятного микроклимата [4-6].

В институте сильноточной электроники СО РАН (Томск) были разработаны новые термические полимерные материалы, полученные методом магнетронного распыления наночастиц соединений металлов на поверхность немодифицированных пленок. Полученные термические пленки на

своей поверхности имеют слой субнаномикронной толщины на основе меди или серебра, за счет чего приобретают теплоудерживающие свойства [7]. Первые испытания таких пленок в качестве укрытий сооружений защищенного грунта, проведенные при выращивании двух партенокарпических гибридов огурца, показали разнонаправленное влияние на продуктивность растений под ними [8]. Кроме полиэтиленовых пленок авторами получены термические пленки из лавсана, у которого светопрозрачность выше, чем у полиэтилена. Однако сведений, позволяющих оценить эффективность применения таких термических пленок в качестве укрытий сооружений защищенного грунта, в научной литературе не представлено.

Цель – изучение особенностей роста и развития растений в защищенном грунте под лавсановыми термическими пленками при выращивании рассады белокочанной капусты.

Материалы и методы. Объектом исследований служила капуста белокочанная (Brassica oleracea var. capitata (L.) Pers.) среднеспелых сортов «Надежда» и «Краутман F1». Использовали семенной способ выращивания. Полив осуществляли водопроводной водой одновременно во всех сооружениях защищенного грунта по мере необходимости. В качестве грунта использовалась смесь равных количеств чернозема, перегноя и торфа.

Трехлетние испытания проводились в мае каждого года на агробиологической станции Томского государственного педагогического университета (56°28,493' с.ш., 84°58,673' в.д., 159,8 м – высота над уровнем моря) путем определения морфометрических и биохимических показателей растений, выращиваемых в сооружениях защищенного грунта, укрытых экспериментальными пленками (опыт) и пленками из немодифицированного лавсана (контроль), толщиной 120 мкм. Применялись минимизированные сооружения защищенного грунта арочного типа размером 1 м^2 (1х1 м) и высотой 0,5 м на солнечном обогреве. Выбор контрольных и опытных сооружений был случайным.

Опытными служили две термические лавсановые пленки, полученные методом магнетронного распыления наночастиц соединений металлов на поверхность немодифицированной пленки. Пленка ТЛМ была получена нанесением соединений меди, а пленка ТЛС – напылением соединений серебра.

Пропускание теплового излучения лавсановыми пленками рассчитывались по ИК-спектрам, полученным на ИК-Фурье спектрометре Nicolet 6700 (Thermo Scientific, USA) в диапазоне 400–3000 см–1. Пропускание пленок в ФАР и в области УФ-А излучения рассчитывались по результатам, полученным с использованием спектрофотометра Avaspec-ULS2048CL-EVO (Avantes, Нидерланды) [8].

Температуру воздуха и почвы внутри сооружений защищенного грунта и температуру воздуха снаружи регистрировали устройством в автоматическом режиме с помощью датчиков DS18S20 (Maxim intergrated, USA). Тем-

пературой почвы считалось среднее значение температур верхнего слоя в пределах 1-2 см.

Измерение морфометрических показателей растений и содержания фотосинтетических пигментов в их листьях проводились через 30 суток после посева семян в грунт.

Определение сырой и сухой биомассы растений проводилось взвешиванием на электронных аналитических весах Acculab ALC-210d4 (Acculab, США). Для этого корневая система растений отмывалась водой от почвы, избыток влаги удалялся фильтровальной бумагой. Для определения сухой биомассы рассада высушивалась в сушильном шкафу (SNOL 67/350, АВ «Umega», Литва) при температуре 103-105 ºС до постоянного веса.

Площадь поверхности листьев растений определялась с помощью программы по определению площади сложных фигур «AreaS» (Самарская государственная сельскохозяйственная академия, Россия).

Для спектрометрического определения фотосинтетических пигментов в листьях капусты использовался спектрофотометр UV-VIS spectrophotometer Shimadzu UV-2600 (Shimadzu Corporation, Japan), а расчет количественного содержания проводился по формуле Хольма-Веттштейна для ацетоновых вытяжек [6].

Статистическая обработка результатов исследований проводилась при 95 % уровне надежности (уровень значимости – 0,05). В таблицах приведены средние арифметические значения с двухсторонним доверительным интервалом из трех независимых экспериментов, каждый из которых проведен в трех биологических повторностях на 100 растениях.

Результаты. Фотофизические исследования пленок показали, что по сравнению с контролем обе термические пленки имеют значительно меньшую светопропускающую способность (таблица 1).

Таблица 1 - Фотофизические свойства немодифицированной (контроль) и термических лавсановых пленок, модифицированных соединениями меди (ТЛМ) и серебра (ТЛС), толщиной 120 мкм

Область спектра, нм	Светопропускание, %		
	контроль	ТЛМ	ТЛС
330-400 (УФ-А)	65,4 ± 2,1	13,2 ± 0,6	36,6 ± 2,7
400-710 (ФАР)	81,2 ± 1,9	61,7 ± 0,4	58,8 ± 0,5
750-1400 (IR-A)	82,8 ± 2,6	37,3 ± 4,1	15,2 ± 3,6
1400-3000 (IR-B)	82,5 ± 5,5	42,2 ± 4,3	14,9 ± 5,1

По сравнению с контролем пленка ТЛМ пропускает меньше в 5 раз УФ-А излучение, в 1,3 раза ФАР, в 2,2 раза в ближней ИК области и в 2 раза в

средней ИК области. ТЛС пленка также относительно контроля меньше пропускает УФ-А, ФАР, IR-A и IR-B соответственно в 1,8 раза, в 1,4 раза, в 5,4 раза и в 5,5 раза.

Таким образом, при использовании опытных термических пленок в качестве укрытий сооружений защищенного поступление солнечного излучения внутрь сооружений под обеими термическими пленками будет значительно снижено.

Пленка ТЛС по сравнению с пленкой ТЛМ пропускает значительно меньше ИК излучения – в 2,5 раза и в 2,8 раза в областях IR-A и в IR-B соответственно, но пропускает больше в 2,8 раза УФ-А излучения и на 5% ФАР. Такая разница проницаемости термических пленок определяется различным составом наночастиц-модификаторов, используемых для получения термических пленок.

Результаты исследований фотофизических свойств опытных пленок показывают, что обе пленки относятся к термическим. Можно предположить, что при использовании пленка ТЛС будет в большей степени задерживать тепло внутри сооружений защищенного грунта. Однако результаты измерений температурного режима, проводимые в ходе эксперимента, данное предположение не подтвердили. Под пленкой ТЛМ по сравнению с контролем дневная температура почвы и воздуха были ниже соответственно на 1,52 и 1,18 °С, а ночные – выше на 1,64 и 1,26 °С. Под пленкой ТЛС по сравнению с контролем ночью температура верхнего слоя почвы и воздуха была в среднем выше на 0,58 и 0,37°С, а в дневное время – ниже на 0,25 и 0,16°С. Такой результат определяется тем, что пленка ТЛС является практически непрозрачной для прямых тепловых лучей в обеих направлениях. Следовательно, ИК излучение в дневное время практически не проникает внутрь сооружений, что препятствует нагреву почвы и воздуха.

Результаты морфометрических показателей 30-суточной рассады капусты показали, что рост и развитие растений под опытными пленками и контрольной пленкой значительно различались (таблица 2).

Таблица 2 - Морфометрические показатели растений *Brassica oleracea* «Надежда» и «Краутман F1», выращенных под немодифицированной (контроль) и термическими лавсановыми пленками, модифицированными соединениями меди (ТЛМ) и серебра (ТЛС) (возраст растений 30 суток, толщина пленки – 120 мкм)

Тип пленки	Сорт капусты	Число листьев, шт	Биомасса		Площадь поверхности листьев, $см^2$
			сырая, г	сухая, мг	
Контроль	Надежда	5,4 ± 0,2	11,2 ± 1,1	734,7 ± 6,6	46,7 ± 2,7
	Краутман	6,0 ± 0,3	11,5 ± 1,2	745,2 ± 5,5	51,2 ± 2,6

Продолжение таблицы 2

ТЛМ	Надежда	6,8 ± 0,3	12,5 ± 1,2	822,9 ± 6,1	52,4 ± 2,8
	Краутман	7,6 ± 0,3	13,2 ± 1,3	851,0 ± 7,2	58,5 ± 2,7
ТЛС	Надежда	5,2 ± 0,2	9,9 ± 1,2	725,6 ± 6,8	44,1 ± 2,2
	Краутман	5,1 ± 0,4	9,3 ± 1,2	695,6 ± 7,3	40,8 ± 3,5

У всех растений капусты сорта «Надежда» на 30-сутки под пленкой ТЛМ было сформировано по шесть настоящих листьев, а седьмой лист – у большинства. У большинства контрольных растений сформировалось по 5 настоящих листьев. По сравнению с контролем число листьев в опыте под пленкой ТЛМ увеличилось на 25%, что отразилось и на других морфометрических параметрах – показатели площади поверхности листьев, сырой и сухой биомассы повысились на 12%.

Для гибрида «Каутман F1» под пленкой ТЛМ относительно контроля наблюдалась аналогичная динамика изменения морфометрических показателей, что и для растений сорта «Надежда». У всех опытных растений сформировались по семь настоящих листьев против шести у контрольных. Количество листьев в опыте было больше на 27%. Площадь поверхности листьев, сырая и сухая биомасса также увеличились на 14, 14 и 14% соответственно.

Таким образом, изменение температурного и светового режима внутри сооружений защищенного грунта, укрытых термической пленкой ТЛМ способствовало ускоренному росту и развитию под ними растений капусты.

Результаты исследований растений капусты сорта «Надежда», выращенными под пленкой ТЛС, не показали достоверных изменений в их морфометрических показателях.

Для растений капусты «Каутман F1» под опытной пленкой ТЛС наблюдалось угнетение ростовых процессов, что отразилось на их морфометрических параметрах. Относительно контроля опытные растений имели меньше на 15% число листьев, на 21% – площадь ассимилирующей поверхности, на 19 и 7% – соответственно сырую и сухую биомассы.

Достоверных изменений в содержании хлорофилла a, хлорофилла b и каротиноидов в листьях опытных и контрольных растений капусты обеих сортов не выявили.

Заключение. Лавсановые пленки, полученные методом магнетронного напыления наночастиц соединений меди (ТЛМ) или серебра (ТЛС), по своим фотофизическим свойствам обдают термическими (теплоудерживающими) свойствами. Применение лавсановой пленки ТЛМ в качестве укрытия сооружений защищенного грунта по сравнению с использованием немодифицированной лавсановой пленки способствует улучшению микроклимата внутри сооружений и приводит к интенсификации процес-

сов роста и развития рассады белокочанной капусты «Надежа» и «Каутман F1». При укрытии сооружений защищенного грунта термической пленкой ТЛС внутри сооружений создается световой и температурный режимы, которые способствуют для капусты «Каутман F1» ингибированию роста и развития растений, а не влияют на ростовые процессы растений сорта «Надежда». Это связано с особенностью оптических свойств данной пленки – со значительным экранированием ИК излучения, что не позволяет ему как проникать внутрь сооружений защищенного грунта, так и проникать наружу. Это практически не изменяет тепловой режим внутри сооружений, но уменьшает интенсивность и спектральный состав излучения. Величина влияния таких изменений определяется сортовой специфичностью растений капусты.

Литература

1 Ekebafe, L. O. Polymer applications in agriculture / O. L. Ekebafe, D. E. Ogbeifun, F. E. Okieimen // Nigerian Society for Experimental Biology. – 2011. – Vol. 23, № 2. – P. 81–89.

2 Graamans, L. Plant Factories versus Greenhouses: Comparison of Resource Use Efficiency / L. Graamans, A. van den Dobbelsteen, I. Tsafaras, C. Stanghellini // Agricultural Systems. – 2018, Vol. 160, P. 31–43.

3 Neo, D. C. J. Shaping and tuning lighting conditions in controlled environment agriculture: a review / D. C. J. Neo, M. V. X. Ong, Y. Y. Lee, E. J. Teo, Q. Ong, H. Tanoto, J. Xu, K. S. Ong, V. Suresh // ASC Agricultural Science & Technology. – 2022. – Vol. 2, № 1, – P. 3–16.

4 Brown, R.P. Polymers in agriculture and horticulture / R.P. Brown // Rapra Review Reports. – 2004. – Vol. 15, № 2. – P. 1–92.

5 Espí, E. Plastic films for agricultural applications / E. Espí, A. Salmerón, A. Fontecha, Y. García, A. I. Real // Journal of Plastic Film and Sheeting. – 2006. – Vol. 22, № 2. – P. 85–122.

6 Минич, А. С. Экологические и морфофизиологические особенности продуктивности растений под флуоресцентными пленками: дисс. докт. биол. наук / А.С. Минич. – Томск, 2011. – 325 с.

7 Zakharov, A. N. Properties of low-emission coatings based on Ag and Cu deposited on polymer film by magnetron sputtering / A. N. Zakharov, N. F. Kovsharov, K. V. Oskomov, S. V. Rabotkin, A. A. Solovyev, N. S. Sochugov // Inorganic Materials: Applied Research. – 2012. – Vol. 3, № 5. – P. 433–439.

8 Minich, A. S. Morphogenesis and productivity of Cucumis sativus L. hybrids under the thermic polyethylene films modified by coating of metals by magnetron sputtering // A. S. Minich, I. B. Minich, N. L. Chursina, A. E. Ivanitckiy, E. S. Butsenko, E. A. Rozhdestvenskiy // Horticultural science. – 2026. – Vol. 43, № 2. – P. 59–66.

УДК 631.816.1

ВЛИЯНИЕ ПТИЧЬЕГО КОМПОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ГОРОХА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Назарова П. Е[1]., Наздрачев Я. П[2].

[1]п. Научный, Казахстан
[2]Астана, Казахстан

[1]ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева»
[2]ТОО «Stratera»

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности страны без восполнения питательных элементов почве невозможно. Ежегодно с урожаем сельскохозяйственных культур из почвы отчуждаются сотни килограмм питательных элементов, таких как азот, фосфор, калий и других макро- и микроэлементов [1]. Возврат в почву макроэлементов является первостепенной задачей не только для сохранения плодородия почв, но и для повышения продуктивности всех возделываемых культур, особенно важно обеспечивать положительный баланс фосфора в почве, поскольку почвы Северного Казахстана бедны этим элементом от природы [2]. В условиях данного региона наибольшую эффективность показало внесение фосфорсодержащего удобрения в дозе P20 [9]. Основным минусом минеральных удобрении, как источника питательных элементов является их высокая стоимость. Альтернативой минеральным удобрения могут служить органические удобрения, в особенности птичий помет в связи с ежегодно увеличивающимся количеством птицеферм в Северном Казахстане. Птичий помет является ценным источником азота, фосфора и микроэлементов, применение его в качестве удобрения будет способствовать обеспечению растений всем комплексом необходимых питательных веществ и в особенности фосфора, так недостающего почвам Северного Казахстана [3-4].

Цель данного исследования – сравнение эффективности птичьего компоста с фосфорсодержащим удобрением в дозе P20.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2024-2025 годы в Акмолинской области, Шортандинском районе в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» (N51°36’35,62»; E71°02’31,70»). Почва – чернозем южный карбонатный малогумусный тяжелого гранулометрического состава. Агрохимические показатели пахотного слоя (0-20 см): гумус – 3,4%, валовый азот – 0,22%, валовый фосфор – 0,12%,

карбонаты – 5,0%, кальций в почвенно-поглощающем комплексе – 71,0%, натрий в почвенно-поглощающем комплексе от суммы обменных катионов – 0,5-0,6%, pH почвы – 7,5.

Объекты исследования – яровая мягкая пшеница сорт «Шортандинская 95 улучшенная» и горох сорт «Өріс». В работе изучалось 2 севооборота: пар-пшеница-горох и пар-горох-пшеница. Опыт развернут во времени и пространстве. Повторность – 4-х кратная. Размеры делянки 4,3 х 30 м (площадь 129 м^2). Срок и норма посева, глубина заделки семян – рекомендуемые для Акмолинской области [5]. Обработка почвы – традиционная почвозащитная [6]. В период вегетации применялись пестициды. В опыте применялись: минеральное удобрение – аммофос (10-46-00) и органическое – птичий компост (содержание питательных элементов представлено в таблице 1).

Таблица 1 – Характеристика птичьего компоста ТОО «Макинская птицефабрика» (данные предоставлены ТОО «Макинская птицефабрика», протокол испытаний № 18435)

Наименование показателей	Содержание	Гост
Массовая доля общего азота, %	Не менее 0,7	ГОСТ 26715-85
Массовая доля общего фосфора, %	Не менее 0,5	ГОСТ 26717-85
Массовая калия, %	Не менее 0,3	ГОСТ 26718-85
Массовая доля сухого остатка, %	Не менее 25	ГОСТ 26713-85
Массовая доля органического вещества, %	Не менее 50	ГОСТ 27980-88
pH водного раствора, ед	6,0-8,5	ГОСТ 27979-88

Варианты удобрений представлены в таблице 2.

Компост в дозе 2 т/га разбрасывали вручную ежегодно перед посевом с последующей заделкой агрегатом «Catros» (дискатор с прикатывающими резиновыми катками) на глубину 8-10 см.

Пар готовили по следующей технологии:

1. Мелкая плоскорезная обработка агрегатом КПШ-5 на 8-10 см;

2. Мелкая плоскорезная обработка агрегатом КПШ-5 на 10-12 см;

3. Дозы компоста 4 и 6 т/га разбросали вручную с последующей заделкой агрегатом «Catros» (дискатор с прикатывающими резиновыми катками) на глубину 8-10 см;

4. Глубокая плоскорезная обработка агрегатом ПГ-3-5 на 25-27 см.

Перед посевом в почве ежегодно определяли исходное содержание продуктивной влаги в почве и основных элементов питания (N-NO3 и P2O5). Количество продуктивной влаги в метровом слое почвы определяли по Бакаеву [7]. Азот нитратов (N-NO3) определяли в слое почвы 0-40 см

с помощью ионометрического метода. Содержание подвижного фосфора (P2O5) в слое почвы 0-20 см – по Мачигину [8].

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом яровых пшеницы и гороха по пару и стерне в 2024 году соответствовали хорошей обеспеченности – 152,6-160,0 мм, в 2025 году – удовлетворительной обеспеченности – 111,5-125,8 мм. (рисунок 1).

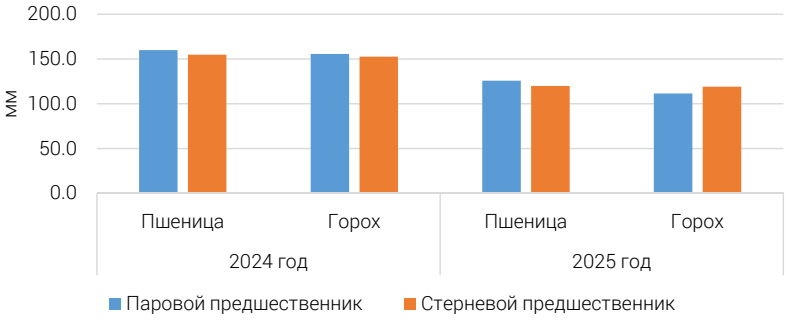


Рисунок 1 – Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом, мм

2024 и 2025 годы исследования характеризовались высокой среднесуточной температурой за период вегетации (июнь-август) выше нормы на 1,2 и 1,3 °С соответственно (рисунок 2). В 2024 году максимальные показатели отмечены в июне и июле – 22,6 и 21,7 °С, превысившими норму на 4,3 и 1,8 °С соответственно, август был ниже нормы на 2,7 °С, составив 14,7 °С. В 2025 году все месяцы вегетации были выше нормы в июне на 2,2°С, в июле на 0,8 °С и в августе на 0,7 °С.

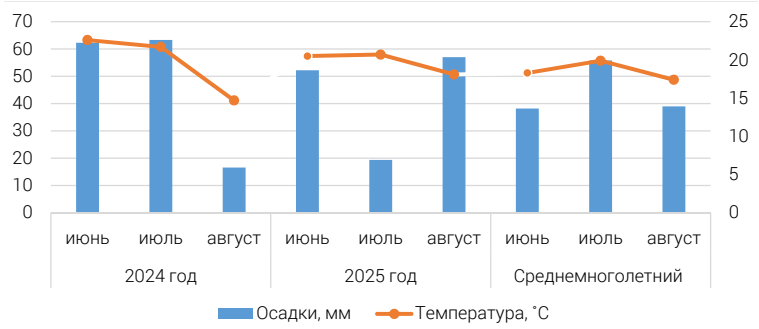


Рисунок 2 – Метеорологические показатели за вегетационный период яровой пшеницы и гороха

Сумма атмосферных осадков в 2024 году за вегетационный период превысила многолетнюю норму на 9,2 мм, максимальное количество осадков выпало в июне и июле 62,3 и 63,3 мм, превысив норму на 24,1 мм и 7,5 мм соответственно. В августе осадков выпало на 22,4 мм меньше нормы, составив 16,6 мм. В 2025 году осадков за июнь-август выпало на 4,4 мм меньше нормы. Максимум осадков выпало в июне и августе 52,2 и 57,0 мм соответственно. Минимальное количество осадков выпало в июле на 19,4 мм меньше нормы, составив 36,4 мм.

Содержание азота нитратов перед посевом пшеницы и гороха по паровому предшественнику в 2024 и 2025 годы исследования по всем вариантам опыта находилось в пределах повышенной обеспеченности – 10,8-13,8 мг/г почвы (Таблица 1). По стерневому предшественнику перед посевом изучаемых культур содержание азота нитратов по всем вариантам в 2024 году соответствовало повышенной обеспеченности – 10,0-12,1 мг/кг почвы, в 2025 году – средней обеспеченности 6,1-8,2 мг/кг почвы.

Таблица 2 – Содержание азота нитратов в слое почвы 0-40 см и подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см перед посевом пшеницы и гороха, мг/кг почвы.

Варианты	N-NO3				P2O5			
	2024 год		2025 год		2024 год		2025 год	
	Пшеница	Горох	Пшеница	Горох	Пшеница	Горох	Пшеница	Горох
Предшественник – пар								
Контроль	10,8	12,2	10,7	10,6	24,7	29,6	17,7	18,5
Аммофос (N4P20) в рядки при посеве	11,3	11,5	12,6	12,8	27,8	28,7	23,9	21,5
Компост 2,0 т/ га (N30P20) перед посевом	10,1	13,5	12,1	12,7	26,8	28,1	26,2	34,6
Компост 4,0 т/га (N60P40) в пар	11,4	12,5	12,9	13,4	25,6	29,9	28,6	42,2
Компост 6,0 т/га (N90P60) в пар	11,3	13,8	12,7	14,4	26,1	30,1	35,8	44,8
Предшественник – стерня								
Контроль	10,0	11,1	6,3	6,1	27,3	22,7	29,7	33,1
Аммофос (N4P20 в рядки при посеве)	12,3	11,6	7,3	7,8	28,4	23,3	37,2	34,2
Компост 2,0 т/ га (N30P20) перед посевом	11,7	11,3	7,1	8,2	28,1	24,9	40,8	34,4
Компост 4,0 т/га (N60P40) в пар	10,9	12,1	7,9	7,8	26,7	28,9	41,8	37,8
Компост 6,0 т/га (N90P60) в пар	10,8	11,5	7,6	7,9	25,6	29,6	44,6	44,9

Содержание подвижного фосфора перед посевом пшеницы и гороха по пару в 2024 году по всем вариантам соответствовало средней обеспеченности 24,7-30,1 мг/кг почвы (Таблица 2). В 2025 году перед посевом пшеницы во всех изучаемых вариантах, за исключением варианта с внесением максимальной дозы компоста (6т/га) содержание P_2O_5 соответствовало средней обеспеченности 17,7-28,6 мг/кг почвы, в вариант с внесением максимальной дозы компоста на уровне повышенной обеспеченности. Перед посевом гороха на контроле и варианте с внесением аммофоса в пределах средней обеспеченности 18,5-21,5 мг/кг почвы, в вариантах с внесением компоста – повышенной обеспеченности 34,6-44,8 мг/кг почвы. По стерне в 2024 году перед посевом пшеницы и гороха содержание P_2O_5 в почве по всем вариантам соответствовало средней обеспеченности 22,7-29,6 мг/кг почвы. В 2025 году перед посевом пшеницы содержание P_2O_5 в контрольном варианте соответствовало средней обеспеченности, варианты с внесением удобрений обеспечили содержание на уровне повышенной обеспеченности, перед посевом гороха по всем вариантам отмечалась повышенная обеспеченность 33,1-44,9 мг/кг почвы.

Статистическая обработка данных проводилась в программе SNEDECOR.

Результаты

Минимальный урожай зерна яровой пшеницы по двум изучаемым предшественникам был получен в контрольном варианте по пару в 2024 г. – 20,0 ц/га и в 2025 г. – 30,6 ц/га, по стерне соответственно – 19,3 и 28,2 ц/ га (Таблица 3). Применение аммофоса достоверно повышало урожай пшеницы по паровому предшественнику в сравнении с контролем в 2024 г. на 11%, а в 2025 г. - на 31%, по стерне - на 19% и 13% соответственно. Варианты с внесением компоста обеспечили аналогичный уровень урожайности пшеницы, что и вариант с аммофосом.

Урожайность гороха в контрольном варианте по пару составляла в 2024 году 11,2 ц/га и в 2025 году – 21,7 ц/га. В эти же годы внесение аммофоса в рядки при посеве достоверно увеличивало урожай гороха (в сравнении с контролем) по пару на 55% и 28%, а по стерневому фону - на 46% и 12% соответственно. Неоднозначные результаты были получены в вариантах применения компоста, в 2024 году внесение компоста в дозах 2 и 4 т/га, не зависимо от предшественника обеспечивали такую же продуктивность гороха, что и аммофос. Увеличение дозы компоста до 6 т/га, хотя и был достоверно выше контроля, но уступал по продуктивности остальным вариантам не зависимо от предшественника. В 2025 году варианты внесения компоста в различных дозах достоверно повышали урожайность гороха, возделываемого по пару на 9-13% в сравнении с контролем, но уступали рекомендованной дозе аммофоса. По стерневому предшественнику внесение компоста в различных дозах обеспечивал такую же урожайность, что и вариант с аммофосом.

Таблица 3 – Урожай пшеницы и гороха, ц/га.

Варианты	Пшеница		Горох	
	2024 год	2025 год	2024 год	2025 год
Предшественник – пар				
Контроль	20,0a	30,6a	11,2a	21,7a
Аммофос (N4P20) в рядки при посеве	22,3b	40,0b	17,4b	27,7b
Компост 2,0 т/га (N30P20) перед посевом	23,6b	42,3b	19,6b	24,6c
Компост 4,0 т/га (N60P40) в пар	24,2b	41,6b	15,8b	23,7c
Компост 6,0 т/га (N90P60) в пар	24,0b	43,2b	15,0c	23,8c
НСР 0,95	2,0	5,0	2,3	2,0
Предшественник - стерня				
Контроль	19,3a	28,2a	12,4a	24,5a
Аммофос (N4P20 в рядки при посеве)	22,9b	31,9b	18,1b	27,4b
Компост 2,0 т/га (N30P20) перед посевом	23,6b	33,5b	19,4b	29,8b
Компост 4,0 т/га (N60P40) в пар	22,7b	33,2b	16,7b	29,3b
Компост 6,0 т/га (N90P60) в пар	23,6b	30,8b	15,4c	29,0b
НСР 0,95	1,8	2,2	2,3	2,8

Эффективность применение птичьего компоста в различных дозах может быть связана с благоприятными метеорологическими условиями, которые складывались в период исследований, что могло способствовать ускоренной минерализации органического вещества и высвобождению элементов минерального питания.

Таким образом, предварительные результаты двух лет исследования по сравнению аммофоса (N4P20) и различных доз компоста из птичьего помета позволяет сделать следующие предварительные выводы: применение компоста при возделывании яровой пшеницы по пару и стерне обеспечивает такую же продуктивность что и аммофос; при возделывании гороха компост способствует формированию получению равных прибавок в сравнении с аммофосом только по стерневому предшественнику.

Литература

1. Коваленко А. А., Забугина Т. М., Рухович О. В. Баланс питательных веществ в зернотравяном севообороте на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве Подмосковья //Плодородие. – 2024. – №. 1 (136). – С. 40-43.

2. Васильченко Н. И., Быков А. Н., Звягин Г. А. Воспроизводство плодородия черноземов южных Северного Казахстана //Аграрный вестник Верхневолжья. – 2020. – №. 2. – С. 9-16.

3. Temirov U. S., Namazov S. S., Usanbayev N. K. Intensive technology for processing bird litter in organomineral fertilizers //Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2020. – Т. 63. – №. 12. – С. 85-94.

4. Luneva A., Lysenko Y., Gneush A., Lysenko A., Machneva N., Aniskina M. Bird droppings biodegradation and its use as fertilizer for tomato cultivation //Int. Trans. J. Eng. Manag. Appl. Sci. Technol. – 2022. – Т. 13. – №. 5. – С. 1-10.

5. Руководство по проведению весенне-полевых работ в Акмолинской области в 2024 году. Практические рекомендации - Шортанды: НПЦ зернового хозяйства им. А. И. Бараева, 2024. - 84 с.

6. Zabolotskikh V.V., Nazdrachev Y.P., Zhurik S.A., Werner A.V. Influence of soil tillage and the preceding crop on certain indicators of soil fertility and yield of spring wheat under the conditions of the dry steppe of North Kazakhstan // Annals of the Romanian Society for Cell Biology. - 2021. - P. 297-310.

7. Бакаев Н. М., Васько И. А. Методика определения влажности почвы в агротехнических опытах // Методические указания и рекомендации по вопросам земледелия. - Целиноград, 1975. - С. 57-80.

8. Ермолаев О.Т. Оптимизация фосфатного режима при возделывании зерновых в засушливых условиях: автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук: 06.01.04. – Минск, 1990. – 36 с.

9. Волков Е.Д., Лихтенберг А.И. Баланс фосфора в зернопаровом севообороте // Агрохимия. - 1980. - № 3. - С. 22–25.

УДК 631.4

ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОГЛУБИННЫХ МЕТОДОВ ГЕОЭЛЕКТРИКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А. В. Прокопьев, П. А. Барсуков, Е. В. Балков, Ю. Г. Карин

г. Новосибирск, Россия
Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН,
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН

Введение

Сельское хозяйство играет ключевую роль в экономике стран с обширными площадями пахотных угодий, обеспечивая население продуктами питания, а промышленность - сырьем. В связи с этим приоритетными являются задачи оптимизации производственных затрат, повышения урожайности, снижение нагрузки на агроэкосистемы агрохимикатами, сохранение и улучшение плодородия почв.

Эффективным инструментом решения этих задач выступает точное земледелие, основанное на дифференцированном применении средств химизации с учётом пространственной неоднородности почв. Пространственная вариабельность, формируемая сложным взаимодействием биологических, климатических, топографических, эдафических и антропогенных факторов, требует оперативных методов её картирования.

Среди множества существующих подходов (агрохимических и почвенных исследований, дистанционного зондирования Земли) наиболее высокую эффективность для практического применения в точном земледелии демонстрируют агрогеофизические методы. Их ключевые преимущества заключаются в следующем:

- высокая оперативность – современные геофизические приборы поддерживают измерения в мобильном формате, когда аппаратура буксируется за механизированным средством, что позволяет за небольшой промежуток времени получать информацию с площади всего поля.
- экономичность – реализация геофизических исследований намного дешевле детального агрохимического анализа;
- неинвазивный характер исследования – отсутствие нарушения почвенного покрова позволяет проводить мониторинг на одном и том же поле многократно за сезон;
- непрерывность покрытия – получение сплошных карт в результате геофизических исследований вместо дискретных точек при агрохимиче-

ских изысканиях, что критически важно для обоснования дифференцированного внесения удобрений.

- актуальность – результаты геофизических измерений актуальны на протяжении нескольких лет после проведения исследований

Применение малоглубинных методов геоэлектрики - апробированная на практике методика внутрипольного зонирования, основанная на совместном анализе наземных геофизических измерений и данных дистанционного зондирования Земли, которая позволяет не только идентифицировать участки с угнетённой растительностью, но и устанавливать причины, вызывающие такое состояние. В отличие от традиционных подходов, ограничивающихся констатацией факта низкой вегетационной активности, данная методика, благодаря изучению распределения свойств среды как с глубиной, так и по латерали, даёт возможность выявлять зоны с различными физико-химическими свойствами почв (влажностью, гранулометрическим составом, минерализацией), которые напрямую обусловливают угнетение посевов.

Данная методика подтверждена исследованиями, которые проводились в условиях южной лесостепи в юго-западной части Новосибирской области – на приграничной с Казахстаном территории. Целью исследования являлась оценка неоднородности почвенного горизонта по данным малоглубинных методов геоэлектрики и выявление их связи с физико-химическими свойствами почвы, определяющими урожайность.

Для достижения поставленной цели было необходимо провести исследование почвенного покрова выбранных полей методами малоглубинной электроразведки, интерпретировать полученные данные, а также оценить экономическую эффективность применения геофизических методов для решения задач точного земледелия

Материалы и методика исследования

В пределах изучаемых полей распространены почвы различного гранулометрического состава, генезиса и степени засоления. Пестрота почвенного покрова обусловливает значительную пространственную вариабельность плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур в границах одного поля, что существенно затрудняет стандартные агрохимические и физико-химические методы обследования почв [Балков и др. 2025].

Почвенный покров исследуемых полей был изучен с применением следующих методов:

Индукционное профилирование. Индукционное профилирование осуществлялось с помощью прибора «АЭМП-14», буксируемого за транспортным средством. Съёмка осуществлялась в непрерывном режиме по системе параллельных профилей на 14 частотах, расстояние между профилями 50 метров, данные привязывались с помощью GPS. Сигнал, регистрируемой приемной катушкой, трансформировался в удельное электрическое сопротивление [Фадеев Д. И. и др. 2018].

Индукционное профилирование выполнялось с использованием прибора «АЭМП14», буксируемого за механизированным транспортным средством. Измерения проводились в непрерывном режиме по системе параллельных профилей на 14 частотах при расстоянии между профилями 50 м; привязка данных осуществлялась посредством GPS. Сигнал, регистрируемый приёмной катушкой, преобразовывался в удельное электрическое сопротивление.

NDVI. По данным дистанционного зондирования Земли построен NDVI - Normalized Difference Vegetation Index, который отражает уровень фотосинтетической активности фитомассы в пределах исследуемой площади. Значения индекса лежат в диапазоне от -1 до 1. Расчет основан на поглощении и отражении культурами лучей красной и инфракрасной зоны спектра (https://agrosignal.com). Красные зоны по вегетационному индексу указывают на зоны угнетенной растительности, в то время как зеленые отвечают активно фотосинтезирующей растительности.

Аэрофотосъемка. Для составления ортофотоплана и цифровой модели рельефа была реализована аэрофотосъемка с применением беспилотных летательных аппаратов. Высота съемки – 100 метров. Фотограмметрическая обработка полученных снимков производилась в программном пакете Agisoft Metashape. Построение карт высот по данным аэрофотосъёмки выполнено в ПО Surfer.

Электротомография. Метод электротомографии представляет собой один из вариантов метода сопротивлений, в котором применяется многоэлектродная система с автоматическим переключением питающих и измерительных электродов по заранее заданному протоколу [Балков и др., 2023].

Метод электротомографии осуществлялся с помощью многоэлектродной электроразведочной аппаратуры «СКАЛА 32К4», используемая измерительная установка – Шлюмберже, обладающая высокой чувствительностью к горизонтальным границам. Расстояние между электродами 30 см.

Методика исследований.

Исследования проводились по следующему алгоритму

1. Построение индексов NDVI и NDMI по данным дистанционного зондирования земли.

2. Картирование распределения удельного электрического сопротивления (УЭС) по данным аппаратуры электромагнитного профилирование на исследуемой территории.

3. Аэрофотосъемка места проведения работ с использованием беспилотных летательных аппаратов.

4. Проведение георадиолокационных изысканий и измерений методом электротомографии на профилях, расположенных в зонах с здоровой и угнетенной растительностью.

Результаты исследований

В результате исследований построены карты распределения УЭС, высот и NDVI (Рисунок 1)

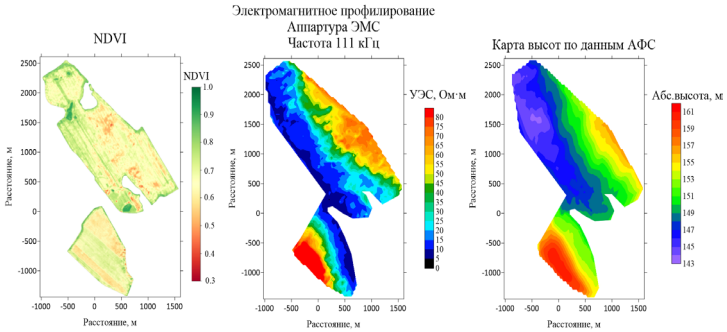


Рисунок 1 - Результаты, полученные при полевых работах в юго-западной части Новосибирской области

По данным аппаратуры АЭМП-14, поля характеризуются зональным распределением удельного электрического сопротивления. Наиболее высокоомные, 45-90 Ом*м, участки располагаются на юго-западном и северо-восточном окончании полей. Значения УЭС прямо коррелируют с рельефом: области повышенного рельефа совпадают с областями повышенного удельного электрического сопротивления. Наблюдаемая закономерность обусловлена различиями в увлажнении почв: в ходе атмосферных осадков или снеготаяния влага перемещается с повышенных участков рельефа в пониженные. Дополнительным фактором выступает гранулометрический состав: тонкодисперсные фракции характеризуются повышенной влагоудерживающей способностью по сравнению с крупными.

Связь УЭС с NDVI имеет сложный характер. Генерализовано: участки с повышенными УЭС отвечают участкам с угнетенной растительностью, однако участки с самыми низкими в пределах поля сопротивлениями, 5-15 Ом*м также характеризуются пониженными значениями вегетационного индекса. Вероятно, такой характер связи обусловлен избыточной минерализацией (засолением) почв. Высокое содержание минеральных веществ, растворенных в воде, понижает сопротивление среды, однако негативно сказывается на состоянии растительности. Оцененная площадь засоленных участков в пределах поля составляет 33.5 га. Общая площадь участков с угнетенным состоянием растений, где распространены породы с повышенными значениями УЭС составляет 100 га.

Геоэлектрические разрезы, полученные в «зеленой» и «красной» зонах NDVI (Рисунок 2), подтверждают приуроченность плодородных участков к областям с пониженными сопротивлениями.

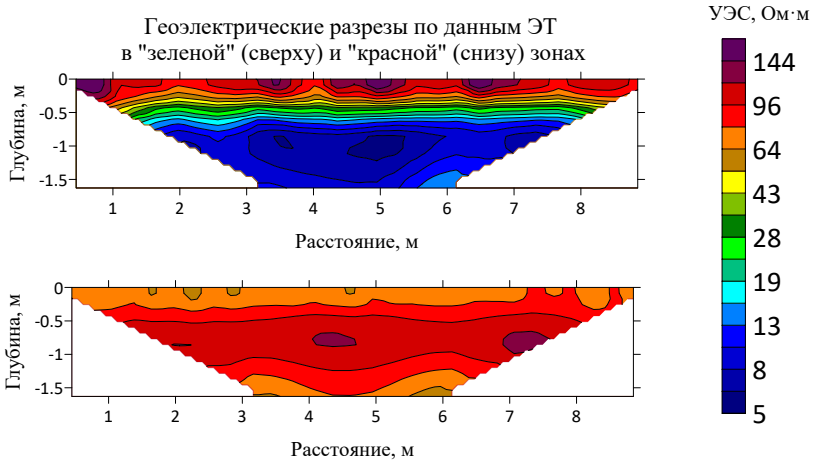


Рисунок 2 - Геоэлектрические разрезы, полученные методом электротомографии

Верхняя часть разреза в «зеленой» зоне сложена высокоомными породами (УЭС в диапазоне 60-150 Ом*м), которые подстилаются породами с пониженным сопротивлением (менее 30 Ом*м). Понижение сопротивления с глубиной обусловлено повышением содержания высокоминерализованной воды в почвенном разрезе с глубиной.

Почвенный разрез в «красной» зоне сложен целиком из пород с повышенными УЭС (более 65 Ом*м). Отсутствие понижения УЭС с глубиной, вероятно, обусловлено тем, что по всей мощности в разрезе преобладает песчаная фракция, что способствует снижению влагоудерживающей способности и повышению удельного электрического сопротивления

Полученные методами малоглубинной электроразведки пространственные данные могут быть использованы при реализации технологии точного земледелия: планирование точных локаций отбора почвенных и растительных образцов, снижение нормы высева на засоленных и неплодородных участках, дифференцированное внесение удобрений и иных средств химизации. В условиях распространения засоленных почв в южной части Западно-Сибирской равнины и примыкающих к ней северных и северно-восточных территориях Казахстана лимитирующим фактором продуктивности растений часто выступает высокая минерализация почв. Поэтому экономически выгодным решением будет исключение внесения удобрений на сильно засоленных участках и внесения удобрений в более низких дозах на участках с умеренным засолением. Очевидно, что прямое измерение общего содержания солей и их состава в почве – ресурсозатратная задача, особенно учитывая, что необходимо выполнять анализ

сразу нескольких почвенных горизонтов. Поэтому снижение доз внесения агрохимикатов на неблагоприятных участках с пониженным плодородием из-за высокого содержания солей, выявленных геофизическими методами, будем экономически оправданным, учитывая относительно невысокую стоимость проведения геофизических работ, а также отсутствие необходимости повторных исследований в течение длительного промежутка времени.

Выводы

Применение малоглубинных методов геоэлектрики: индукционного профилирования и электротомографии в сочетании с данными дистанционного зондирования Земли, такими как вегетационный индекс – NDVI, и аэрофотосъёмкой обеспечивает высокоэффективное выявление пространственной неоднородности почвенного покрова, включая гранулометрический состав, влажность и степень засоления. Выявленная корреляция между удельными электрическими сопротивлениями и состоянием растительности позволяет не только локализовать зоны угнетения посевов, но и устанавливать их причины (недостаток влаги или избыточная минерализация), что принципиально отличает предложенную методику от традиционных подходов. Дифференцированное внесение агрохимикатов, прежде всего – снижение доз их применения на неблагоприятных по плодородию участках, обеспечивает практическую значимость и экономическую целесообразность использования малоглубинной геоэлектрики для решения задач точного земледелия

Литература

1 Балков Е. В., Барсуков П. А., Шалагинов А. Е., Карин Ю. Г., Прокопьев А. В., Русалимова О. А. Внутрипольное зонирование почвенного покрова по данным геофизических методов //Почвы и окружающая среда. – 2025. – Т. 8. – №. 3.

2 Фадеев Д. И., Балков, Е. В., Панин, Г. Л., Карин, Ю. Г. Калибровка и экспресс-трансформация сигналов компактной аппаратуры малоглубинного электромагнитного профилирования //Геофизика. – 2018. – №. 2. – С. 52.

3 Что такое NDVI и как применять его в сельском хозяйстве — объясняет АгроСигнал – https://agrosignal.com/articles/chto-takoe-ndvi-i-ego-primenenie-v-selskom-hozyajstve/ (Дата обращения 18.10.2025)

4 Балков Е. В. Карин Ю. Г., Позднякова О. А., Фадеев, Д. И., Шапаренко, И. О. Комплексирование аэрофотосъемки, электромагнитного профилирования и электротомографии для изучения древних археологических поселений и городищ Новосибирской области //Геофизика. – 2023. – №. 1. – С. 26-33.

УДК 633.853.494

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕВА ЯРОВОГО РАПСА СОРТА НОВОСЕЛ С ЦЕЛЬЮ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Сергеева С.Е., Воловик В.Т.

г. Лобня Московской области, Россия
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Введение: В данной статье представлены результаты исследований, направленных на оптимизацию структуры посевов ярового рапса для получения семян. Было выявлено, что чрезмерная густота растений негативно сказывается на их индивидуальной продуктивности: уменьшается число ветвей, стручков и семян, а также снижается масса тысячи семян. Понимание этой зависимости дает возможность определить оптимальную густоту стояния растений для достижения максимального урожая. Таким образом, выращивание ярового рапса на семена является эффективным методом наращивания производства ценного растительного масла и кормового белка благодаря его высокой семенной отдаче.

Благодаря своим биологическим свойствам, культуры семейства капустных, такие как рапс, сурепица, белая горчица и масличная редька, становятся все более востребованными в сельском хозяйстве Нечерноземной зоны. В кормопроизводстве используют зеленую массу и приготовленный из нее силос; семена и отходы их переработки – жмых и шрот (в качестве высокобелковых и энергетических добавок). Основные, летние поукосные и пожнивные посевы позволяют обеспечить животных зеленым кормом в осенний период, вплоть до установления устойчивого снежного покрова [1-3]. Особое значение для центральных областей России имеет яровой рапс, являющийся ценной масличной и кормовой культурой. Для дальнейшего увеличения его производства необходимо активно внедрять новые, высокоурожайные сорта и современные технологии возделывания, способствующие получению максимального урожая [4].

Рапс, одна из самых урожайных крестоцветных масличных культур, отличается высоким содержанием жира (до 52,1%) и белка (до 28,2%) в семенах [5]. За последние 30 лет рапс поднялся с пятого на третье место в мировом производстве масла [6].

Создание оптимальной структуры посевов ярового рапса является многогранной задачей, требующей комплексного подхода. Этот процесс

охватывает регулирование густоты стояния растений, определение оптимальных норм высева и глубокое понимание биологических потребностей культуры. Ключевыми элементами, определяющими семенную урожайность рапса, являются: количество семян, формируемых одним растением, число стручков на растении, среднее количество семян в каждом стручке, а также масса тысячи семян.

Новизна исследований: Для изучения оптимального травостоя ярового рапса был выбран новый перспективный сорт ярового рапса селекции ФНЦ «ВИК имени В. Р. Вильямса» - Новосел.

Цель и задачи: Установление оптимальной структуры посевов ярового рапса для реализации потенциальной семенной продуктивности

Материалы и методика: методы Исследования проводились в 2019-2024 годах на Центральной экспериментальной базе ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» В опыте использовали районированный в условиях Центрального района сорт Новосел.

Результаты исследований: Исследование структуры урожая выявило зависимость между ее компонентами и плотностью посевов (см. таблицу 1). У ярового рапса высота прикрепления нижнего стручка представляет собой критически важный агрономический показатель. Этот параметр оказывает прямое воздействие на величину потерь урожая при механизированной уборке, поскольку низкое расположение стручков повышает вероятность их повреждения и, как следствие, недобора семян. Было установлено, что с ростом густоты стояния растений наблюдалось повышение средней высоты прикрепления нижней ветви с 28,1 до 34,4 см.

Таблица 1 - Структура урожая ярового рапса сорта Новосел (среднее за 2019-2024 гг.)

Густота, шт/м^2	Количество побегов, шт.			Количество стручков, шт./раст.			Количество семян в 5 стручке, шт.	Масса 1000 семян, г
	I порядка	II порядка	всего	на главной ветви	на боко-вой ветви	всего		
55,5	4,1	4,2	8,3	20,7	63,9	84,6	23,9	4,3
63,8	4,5	3,3	7,8	24,4	69,6	94,0	20,3	4,5
72,4	3,4	2,8	6,2	22,4	59,3	81,7	21,5	4,3
79,8	3,3	2,2	5,5	21,0	51,5	72,5	20,0	4,0
*63,8± 10,5	*3,8± 0,6	*3,1± 0,9	*6,9± 1,3	*22,1± 1,7	*61,1± 7,6	*83,2± 8,8	*21,4± 1,7	*4,4± 0,2

*Примечание * - Среднее ± стандартное отклонение*

Увеличение плотности посевов привело к обострению конкуренции между растениями за жизненно важные ресурсы, такие как свет, вода и питательные вещества. Это, в свою очередь, негативно сказалось на индивидуальной продуктивности каждого растения, выразившись в снижении числа побегов (с 8,3 до 5,5), стручков (с 69,6 до 51,5) и семян в стручке (с 23,9 до 20,0). Исследования показали, что при снижении густоты посевов наблюдается компенсаторный механизм: растения компенсируют снижение общего числа растений за счет более активного развития боковых побегов и образования большего количества стручков.

Более высокая урожайность была получена при густоте стояния 63,8 шт/м^2-18,9 ц/га. Дальнейшее увеличение густоты привело к снижению урожайности до 16,7 ц/га.

Слишком густые посевы негативно сказываются на развитии растений. Они хуже ветвятся, формируют меньше стручков и семян в каждом, что снижает урожайность каждого отдельного растения. Кроме того, высокая плотность посева приводит к образованию мелких семян с уменьшенным содержанием масла и других ценных веществ. Поэтому для достижения оптимальных результатов необходимо учитывать как количество урожая, так и его качество при определении оптимальной густоты посева. Наибольшее количество масла (0,80-0,90 т/га) и белка (0,40 т/га) было получено при плотности посева 55,5-63,8 растения на квадратный метр.

Выводы: Результаты исследования структуры семенного травостоя ярового рапса указывают на необходимость регулирования густоты посевов. Установлено, что избыточное количество растений приводит к снижению ветвления, образования стручков, количества семян в стручке и массы семян. Оптимизация густоты стояния является ключевым фактором для достижения максимальной урожайности. Высокая семенная продуктивность ярового рапса подтверждает его значимость как источника сырья для производства высококачественного растительного масла и кормового белка.

Список литературы

1. Лукомец В.М. Научное обеспечение производства масличных культур в России. – Краснодар: ООО «Просвещение-юг», 2006. – 101 с.

2. Карпачев В.В. Научное обеспечение отрасли рапсосеяния в России: итоги и задачи на 2016-2020 гг. // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных культур: сборник научных докладов на международном координационном совещании по рапсу (г. Липецк, 7-9 июля 2015 г.). – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016. – С. 3–10.

3. Воловик В.Т. Результаты научных исследований по масличным капустным

культурам (ГНУ ВИК Россельхозакадемии, этапы 30-летнего пути) // Адаптивное кормопроизводство. – 2012. – № 4 (12). – С. 13-24.

4. Новоселов Ю.К., Воловик В.Т., Рудоман В.В. Ресурсосберегающие технологические приемы возделывания ярового рапса и их экономическая эффективность // Кормопроизводство. – 2009. – № 6. – С. 17-21.

5. Низова Г.К., Дубовская А.Г. Биохимическое изучение ярового и озимого рапса из коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова // Аграрная Россия. – 2006. – №6. – С. 37–40.

6. Жолик Г.А. Особенности формирования урожая семян ярового и озимого рапса в зависимости от элементов технологии и факторов среды. – Горки: БГСХА, 2006. – 188 с.

ӘОЖ 631.53:631.46:631.8

ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ТӘЛІМІ ЖЕРЛЕРІНДЕ АЛҚА ТҰҚЫМДАСТАРЫ АУЫСПАЛЫ ЕГІС ЖҮЙЕСІНДЕ МАҚСАРЫ ӨСІРУДІҢ ҚОР ҮНЕМДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Сыдық Д.А., Еркуатов Р.Н., Сыдыков М.А., Құланбай Қ.Ж., Қазыбаева А.Т.

Шымкент қ., Қазақстан Республикасы «Оңтүстік-Батыс мал және өсімдік шаруашылығы ғылыми – зерттеу институты» ЖШС

Кіріспе. Мақсары – құрғақшылыққа төзімді майлы дақыл. Шаруашылықты жүргізудің нарықтық қатынасқа көшуі және климаттың жаһандық жылынуы жағдайында Түркістан облысында жыл сайын агроқұрылымдардың барлық түрлерінде мақсары егісінің көлемі ұлғаюда. Өсімдік шаруашылығын әртараптандыру мәселелері аясында мақсары майлы дақыл ретінде нарықта сұранысқа ие болып, басқа дақылдарды өсіру мүмкін емес тәлімі жерлердің қуаң аймақтарында кеңінен өсірілуде. Соңғы жылдардағы зерттеулер мақсары дақылын өсіру технологиясының тиімділігі агротехникалық тәсілдерге тікелей байланысты екенін көрсетеді. Қазақстанның құрғақ және қуаң аймақтарында жүргізілген тәжірибелерде топырақты жеңіл өңдеу технологиясын қолдану мақсарының өнімділігін арттырып, өндірістің экономикалық және биоэнергетикалық тиімділігін жоғарылататыны анықталған [1]. Сонымен қатар, биологизацияланған технологияларды, яғни биопрепараттар мен биоорганикалық тыңайтқыштарды пайдалану өсімдіктің өсу көрсеткіштерін жақсартып, тұқымдағы май мөлшерін арттыруға мүмкіндік береді [2, 3]. Егу тәсілі мен тұқым себу мөлшерін оңтайландыру да маңызды фактор болып табылады, себебі себу тығыздығы мен қатар аралығы мақсарының өнім құрылымына және жалпы өнімділігіне елеулі әсер етеді [4]. Оңтүстік және Батыс Қазақстан жағдайларында жүргізілген сорттық сынақтар мақсарының аймақтың климаттық ерекшеліктеріне жақсы бейімделетінін және дұрыс таңдалған сорт пен агротехнология үйлескен жағдайда тұрақты өнім алуға болатынын дәлелдейді [5]. Осылайша, заманауи зерттеулер мақсарыны өсіруде топырақ өңдеу жүйесін жетілдіру, биологиялық әдістерді енгізу және себу технологиясын оңтайландыру негізгі бағыттар болып табылатынын көрсетеді.

Қазіргі агроқұрылымдардың жаңа формаларында, әсіресе шағын және орта шаруа қожалықтарында, түрлі себептерге байланысты ауыл шаруашылығы дақылдарын өсірудің ұсынылатын дәстүрлі агротехнологиялары толық сақталмайды. Бұл, ең алдымен, материалдық-техникалық базаның

жеткіліксіздігімен байланысты. Осыған орай, уақыт талабы мен аграрлық салада қалыптасқан жағдайларды ескере отырып, топырақ өңдеуді барынша азайтып, нөлдік технологияларға дейін жетілдіруге негізделген егіншілік жүйесін қайта қарау қажеттілігі туындап отыр.

Жаңалығы. Түркістан облысының тәлімі жерлерінде мақсары дақылын қор үнемдеу технологиясымен өсіру алғаш рет зерттелініп тиімді агротехнологиялық жүйесі жасақталды.

Мақсаты. Қазақстанның оңтүстігіндегі сұр топырақты тәлімі жерлерде мақсары дақылын өсірудің қор үнемдеу технологиясы және олардың өнімділік көрсеткішіне әсерін зерттеу.

Міндеті.

- дәстүрлі технологиямен салыстырғанда топырақты жеңіл өңдеу және тікелей себудің мақсары дақылының дамуына және өнімділігіне әсерін зерттеу;

- қор үнемдеу технологиясының мақсарыны өсірудің экономикалық тиімділігін анықтау және олардың салыстырмалы бағасын беру.

Зерттеу нысаны мен әдістері. Қысқа ротациялы ауыспалы егіс жүйесінде негізгі танаптық дақылдарды өсірудің қор үнемдеу технологиясын әзірлеуге арналған ғылыми-зерттеу жұмыстары (1. күздік бидай; 2. мақсары; 3. күздік бидай; 4. Жоңышқа дақылының жанама танабы). Шымкент қаласы, Қаратау ауданы, Тассай мөлтек ауданында «Оңтүстік – батыс мал және өсімдік шаруашылығы ғылыми – зерттеу институты» ЖШС, «Егіншілік және өсімдік шаруашылығы» бөлімінің далалық тәжірибе алаңындағы тәлімі алқапта жүргізілді.

Зерттеу нысаны ретінде мақсарының аудандастырылған «Ақмай» сорты алынды.

Өсімдіктердің өсіп-даму кезеңінде келесі бақылаулар, есептер және талдаулар жүргізілді: жыртылатын қабаттағы қоректік элементтердің мөлшерін анықтау; мақсары дақылының даму сатысына фенологиялық бақылаулар жүргізу; көктеу кезінде және жинау алдында мақсары өсімдіктерінің түп санын есепке алу; дамудың негізгі дәуірлері бойынша шикі және абсолютті құрғақ биомассаның жиналуын анықтау; мақсары өсімдіктерінің өнім құрылымын есептеу.

Алынған деректер Б.А. Доспехов әдістемесі бойынша дисперсиялық талдаудан өткізілді.

Зерттеу нәтижелері. Зерттеулер жүргізілген далалық тәжірибе алаңының топырақ жамылғысы оңтүстік кәдімгі сұр топырағымен сипатталады. Механикалық құрамы бойынша бұл топырақтар негізінен ірі шаңды және орташа саздақты лесс тәрізді топырақтар тобына жатады.

Кәдімгі сұр топырақтарының бастапқы құнарлылық элементтерінің мөлшері келесі көрсеткіштермен сипатталды. Атап айтқанда, мақсарыны күздік бидайдан кейін өсірген жағдайда жыртылатын қабатта (0–7,5 см) гумус мөл-

шері 2,13 %, жылжымалы нитратты азот – 5,5 мг/кг, фосфор – 14,7 мг/ кг, калий – 347 мг/кг, топырақ ерітіндісінің реакциясы pH – 8,61 болды. Тереңдеген сайын (15,0–22,5 см) аталған көрсеткіштер айтарлықтай төмендеп, тиісінше гумус – 2,04 %, нитратты азот – 9,7 мг/кг, фосфор – 7,7 мг/кг, калий – 268 мг/кг, pH – 8,76 деңгейінде анықталды.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жоңышқа қыртысы қабатынан қашықтаған сайын кәдімгі сұр топырақтарының құнарлылық көрсеткіштері төмендеген, ал ең төменгі мәндер күздік бидайдан кейін орналастырылған мақсары егістерінде байқалды. Қоректік элементтердің жылжымалы түрлерімен қамтамасыз етілу деңгейі: азотпен – төмен, фосформен – әлсіз, калиймен – жақсы болып бағаланды.

Топырақ қабатының 20–50 см тереңдікте карбонаттардың мөлшері күрт артып, сіңірілген негіздердің жиынтығы 100 г топыраққа шаққанда 0,17–0,47 мг-экв аралығында өзгерді. Бұл сұр топырақтарының сіңіру кешені негізінен кальциймен қаныққан, ал сіңірілген натрий мөлшері мардымсыз. Сондықтан сілтілі реакциясына (pH – 7,78–7,99) қарамастан, аталған топырақтар сортаңданбаған.

Соңғы жылдары Қазақстанның оңтүстік өңірінде мақсары дақылының егіс ауқымы артып келеді. Оның басты себебі, мақсары құрғақшылыққа төзімді дақыл ғылымда «ксерофитті» өсімдік екені дәлелденіп қандай құрғақшылық жыл болсада өсіру технологиясын ғылыми негізде ұсынылған жүйеде атқарылса бәсекеге қабілетті өнім жинауға болатынын анықтадық. Біз зерттеулер жүргізілген 2024 жыл ауа райы қолайлы қалыптасып сәуір айында 67,8 мм, ал мамыр 77,2 мм жаңбыр жауып мақсары дақылының алғашқы даму кезеңінде оңтайлы ауа райы қалыптасты, дегенмен мамыр айының бас кезіндегі нөсер жауын егістік танапта арамшөп өскіндерінің қаптап шығуына қолайлы болды, нәтижесінде арамшөптің жас өскініне және арамшырмауық (Cuscuta campestris – паразиттік сары арамшөп) қаулап қарқынды өсе бастады. Осы жылы мақсары дақылының 2 – 3 жапырақ шығарған дәуірінде егістік алқаптағы жаңадан өскін берген астық тұқымдас арамшөптермен, қосжарналы және арамшырмауықтың алғашқы даму кезеңінде күрес жүргізу мақсатында Пивот 10%, в.к. гербицидімен 0,8 л/га мөлшерінде егістік алқапты 200-250 л/га су ерітіндісімен өңдедік. Гербицидтің биологиялық тиімділігін 78,8 – 85,7% деңгейінде ауытқыды.

Қалыптасқан ауа райы жағдайында егістік алқаптың жоғары қабатындағы қатқалақты бұзу мақсатында мақсары дақылының 3-5 жапырақ кезінде тісті тырмалармен тырмалау жұмыстарын жүргіздік. Бұл агротехнологиялық шараны таңертеңнен бастап күн көтеріліп қызғанға дейін атқару тиімді екенін ескертеміз. Сол кезде атқарылған жұмыстың сапасы жоғары болады. Нәтижесінде, танаптың беткі қабатындағы қабыршақталған қатқағын қопсытып, арамшөптердің жас өскінін жойып мақсары дақылының қарқынды өсіп, өсімдіктің топырақ қабатындағы жинақталған ылғалды және керекті элементтерді тиімді пайдалануын қамтамасыз етеміз.

Түркістан облысында кездесетін негізгі зиянкестері мақсарының тамыр бізтұмсығы (Mesagiriocus petracus Faust), құйрықты шек-шек (Tettigania caudate Charp), мақсарының үлкен бізтұмсығы (Larinns bardus Gull), мақсарының кіші бізтұмсығы (Bagasternus orientali Cap), Түркістан қола түсті қоңызы (Potosin Turkistanica), мақсары көбелегі (Muelois cinctipaepella), мақсары биті (Macrosiphum jaceael), өрмекші кенесі (Tetranuchidac), тау қандаласы (Dolycoris pennicillatus). Аталмыш зиянкестердің өсімдікті зақымдауы даму кезеңіне байланысты әр түрлі, ал мақсары егістігіне көптеп кездесетін зиянды жәндіктер бізтұмсық қоңыздарының зияндылық шегі 1-2 қоңыз бір шаршы метр алаңшада анықталғанда өңдеу жұмыстары жүргізілуі тиіс. Осы зиянкестер өсімдік сабақтарының жоғары бөлігін, жапырақты, себетін зақымдайды. Гүл шоғырындағы мақсары дәнінің көп бөлігін зақымдайды.

Осы жағдайды ескере отырып аталмыш зиянкестермен міндетті түрде күрес шараларын ұйымдастыру қажет. Зерттеулер жүргізілген жылдары зиянкестермен күресу кезінде Каратэ 050, к.э. 0,15-0,2 л/га мөлшерінде қолдандық. Айта кеткен жөн қолданылатын инсектицидтердің тиімділік көрсеткіші қалыптасқан ауа райына, зиянкестерінің дамуының биологиялық ерекшеліктеріне және өңдеу жұмыстарының уақытылы сапалы жүргізілуіне тікелей байланысты болатынын ескертеміз. Өңдеу жұмыстары жүргізілу кезінде желдің болмауы (<5 м/с), таң ертеңгілік мезгілде атқарылуы өте тиімді агротехнологиялық шара. Инсектицидті қолдану кезіндегі жұмсалатын жұмыс сұйықтығы 200 – 250 л/га деңгейінде болғаны өте маңызды.

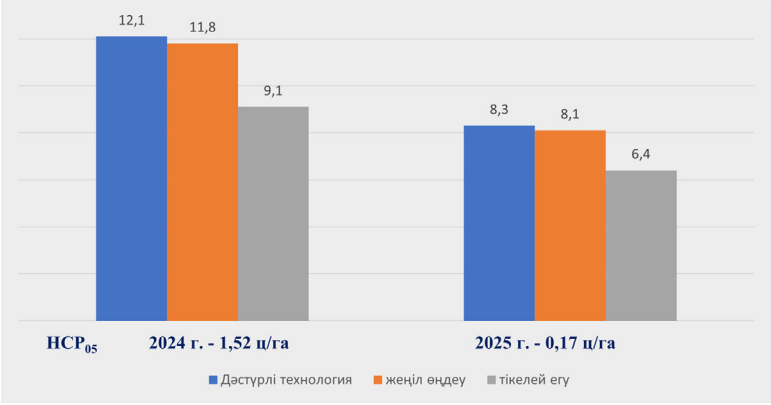
Зерттеу нәтижелері бойынша мақсарыны дәстүрлі технологиямен өсіру кезінде өнімділіктің ең жоғары көрсеткіштері алынды: өсімдіктердің биіктігі 73,1 см, гүл шоғыр саны 144,1 дана/м², орташа бұтақ саны 4,1 дана, бір гүлшоғырдағы майлы тұқым саны 29,4 дана, 1000 тұқымның массасы 29,2 г болды, ал майлы тұқым өнімділігі 12,1 ц/га-ға жетті. Себу алдындағы топырақты 8–12 см тереңдікке жеңіл өңдеу нұсқасында да өнімділік элементтерінің жеткілікті жоғары көрсеткіштері байқалды: өсімдіктердің биіктігі 72,8 см, гүлшоғыр саны 142,6 дана/м², бір өсімдіктегі орташа бұтақ саны 3,9 дана, бір гүлшоғырдағы майлы тұқым саны 29,0 дана, 1000 тұқымның массасы 28,8 г болды. Бұл көрсеткіштер мақсарының майлы тұқым өнімділігінің 11,8 ц/га деңгейінде қалыптасуына мүмкіндік берді, яғни дәстүрлі технологиямен салыстырғанда 0,3 ц/га-ға төмен. Аталған айырмашылық тәжірибе қателігінің шегінде болды, сондықтан өнімділік деңгейлері бірдей, айырмашылықтары елеусіз деп бағаланды.

Мақсарыны топырақты ешқандай өңдеусіз тікелей себу жағдайында өнімділік элементтерінің барлық көрсеткіштері едәуір төмен болды, нәтижесінде майлы тұқым өнімділігі 9,1 ц/га деңгейінде қалыптасты. Бұл көрсеткіш дәстүрлі өсіру технологиясымен салыстырғанда 3,0 ц/га-ға төмен және топырақты жеңіл өңдеу нұсқасынан 2,7 ц/га-ға кем болды (1 сурет).

Ауыл шаруашылығы өндірісінің негізгі экономикалық көрсеткіштеріне шартты таза табыс, өнімнің өзіндік құны және оның тиімділік көрсеткішімен сипатталады.

Мақсарыны өсіру кезіндегі тікелей шығындардың мөлшері қолданылатын агротехнологиялық тәсілдерге байланысты өзгерді. Дәстүрлі өсіру технологиясында мақсары егісінің бір гектарына жұмсалған тікелей шығындар 75,9 мың теңгені құраса, топырақты жеңіл өңдеу нұсқасында бұл көрсеткіш 51,9 мың теңге/га деңгейінде болды. Ал тәжірибеде тікелей себу жағдайында тікелей шығындардың ең төмен мөлшері – 43,9 мың теңге/га тіркелді.

Шартты таза табыстың ең жоғары көрсеткіші – 77,9 мың теңге/га және майлы тұқымның ең төмен өзіндік құны – 4398 теңге/ц топырақты 8–12 см тереңдікке жеңіл өңдеу нұсқасында алынды. Дәстүрлі технологияда майлы тұқым өнімділігі салыстырмалы түрде жоғары болғанына қарамастан (12,1 ц/га), шартты таза табыс едәуір төмен болып, 57,2 мың теңгені құрады, ал майлы тұқымның өзіндік құны 6277 теңге/ц-ға дейін артты.



Сурет 1 - Топырақты өңдеу тәсілдеріне байланысты күздік бидайдан кейін орналастырылған мақсарының өнімділігі

Осылайша, мақсарыны өсіру кезінде ең тиімді экономикалық көрсеткіштер топырақты 8–12 см тереңдікке ЛДГ-10 немесе БДТ-7,0 дискілі құралдарымен жеңіл өңдеу жағдайында қамтамасыз етілді.

2025 жылы мақсары егісі наурыз айының үшінші онкүндігінің басында (22.03.2025 ж.) жүргізілді. Алғашқы көктеулер себуден кейін 7–8 күнде байқалып, толық әрі біркелкі өскін 9–12-күндері тіркелді. Айта кету қажет, мақсарының неғұрлым жаппай көктеуі және өсімдіктердің біркелкі дамуы топырақты ешқандай өңдеусіз тікелей себу жағдайында байқалды.

2025 жылы ауа райы өте құрғақ қалыптасты. Мақсары дақылын еккеннен соң (22.03.2025ж.) наурыз айының соңғы күндері (28.03.2025 ж.) 13,7 мм жауын жауды, ал сәуір айының алғашқы күндері түскен жауын мөлшері 14,8 мм құрады. Қалыптасқан ауа райына сәйкес мақсары дақылының 3-4 жапырақ кезінде ылғал сақтау мақсатында және арамшөптердің бастапқы өскін

беріп даму дәуірінде егістікті тісті орташа тырмалармен тырмалап беткі қабатындағы қабыршақталған қабатты бұзып және арамшөп өскіндерінің алғашқы өскіндерін жойдық. Осы жылы мақсары дақылының өсіп даму дәуіріндегі түскен жауын мөлшері: небәрі 39,8 мм болды. Мамыр, маусым, шілде айындағы орташа тәуліктік температура көрсеткіші көпжылдық деңгейден 2,6 – 3,1 0С жоғары қалыптасып өсімдіктердің қалыпты өсіп дамуына кері әсер етті. Дегенмен мақсары дақылы «ксерофиттік» өсімдік болғандықтан құрғақшылыққа төзімді дақыл ретінде дамуын жалғастырып жатты.

Тәжірибе нәтижелері бойынша мақсарыны дәстүрлі өсіру технологиясында өнімділіктің ең жоғары көрсеткіштері алынды: өсімдіктердің биіктігі 56,7 см, себеттер саны 146,2 дана/м², бұтақтануы орташа, бір себеттегі майлы тұқым саны 20,4 дана, 1000 тұқымның массасы 29,4 г болды. Бұл көрсеткіштер мақсарының майлы тұқым өнімділігінің 8,3 ц/га деңгейінде қалыптасуын қамтамасыз етті.

Топырақты себу алдындағы 8–12 см тереңдікке жеңіл өңдеу нұсқасында өнімділік элементтерінің қанағаттанарлық көрсеткіштері байқалды: өсімдіктердің биіктігі 54,9 см, гүлшоғыр саны 131,2 дана/м², бір өсімдіктегі орташа бұтақ саны 3,2 дана, бір гүлшоғырдағы майлы тұқым саны 18,9 дана, 1000 тұқымның массасы 28,7 г болды. Аталған көрсеткіштер майлы тұқым өнімділігінің 8,1 ц/га деңгейінде қалыптасуына мүмкіндік берді, бұл дәстүрлі технологиямен салыстырғанда 0,2 ц/га-ға төмен. Алайда алынған айырмашылық тәжірибе қателігінің шегінде болды, яғни өнімділік іс жүзінде бір деңгейде қалыптасты.

Мақсарыны топырақты ешқандай өңдеусіз тікелей себу нұсқасында өнімділік элементтерінің барлық көрсеткіштері едәуір төмен болды. Нәтижесінде майлы тұқым өнімділігі 6,4 ц/га деңгейінде қалыптасты, бұл дәстүрлі технологиямен салыстырғанда 1,9 ц/га-ға және топырақты жеңіл өңдеу нұсқасымен салыстырғанда 1,7 ц/га-ға төмен болды.

2025 жылы экономикалық тиімділікті бағалау нәтижелері мақсарыны өсіру кезіндегі тікелей шығындар көлемі қолданылатын агротехнологиялық тәсілдерге тікелей тәуелді екенін көрсетті. Шартты таза табыстың ең жоғары мәні — 60,7 мың теңге/га және майлы тұқымның ең төмен өзіндік құны — 8506 теңге/ц топырақты 8–12 см тереңдікте жеңіл өңдеу нұсқасында алынды. Дәстүрлі технологияда шартты таза табыс көрсеткіші едәуір төмен болып, 43,9 мың теңгені құрады, ал майлы тұқымның өзіндік құны 10 710 теңге/ц дейін өсті.

Қорытынды. Зерттеулер нәтижесімен Түркістан облысының тәлімі жерлерінде мақсарыны өсіру кезінде ең тиімді агротехнологиялық іс-шара мен экономикалық көрсеткіштер топырақты 8–12 см тереңдікке ЛДГ-10 немесе БДТ-7,0 дискілі құралдарымен жеңіл өңдеу жағдайында қамтамасыз етілетіндігі анықталды.

Бұл жұмыс Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігінің бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде ғылыми-тех-

никалық бағдарламасы (бағдарлама коды: ҒТБ BR22885719) аясында 2024–2026 жылдарға жүргізілді.

Әдебиеттер тізімі

1 Муссынов, К. М. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания мақсарыа при различных технологиях обработки почвы / К. М. Муссынов, А. А. Кипшакбаева, Б. К. Насиев, А. К. Сагындыков // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2021. – № 2(105). – С. 87–96. – URL: https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/article/view/301

2 Жылкыбай, А. Результаты исследования технологии выращивания мақсарыа (Carthamus tinctorius L.) / А. Жылкыбай, Г. Х. Шектыбаева, А. С. Касенова // Ғылым және Білім – Наука и образование. – 2023. – № 1(69). – С. 84–91. – DOI: 10.52578/2305-9397-2023-1-3-84-91. – URL: https://doi.org/10.52578/2305-9397-2023-1-3-84-91

3 Nasiev, B. Initiation of safflower sowings in the organic farming system of Western Kazakhstan / B. Nasiev, A. Kalybekova, A. Zhanatalapov, M. Yelemesov, A. Bekkaliyev // OCL – Oilseeds and Fats, Crops and Lipids. – 2022. – Vol. 29. – Art. 14. – URL: https://www.ocl-journal.org/articles/ocl/full_html/2022/01/ocl210084/ocl210084.html

4 Ivanov, A. L. Productivity of dye safflower depending on sowing methods and seeding rates in the dry steppe zone / A. L. Ivanov, V. A. Petrov, N. N. Sidorova // Международный сельскохозяйственный журнал = International Agricultural Journal. – 2020. – № 6. – С. 52–56. – URL: https://www.iacj.ru/ru/nauka/article/105847/view

5 Абаев, С. Б. Сортобразцы мақсарыа и их оценка по продуктивности и качеству в условиях Юго-Востока Казахстана / С. Б. Абаев, Л. В. Гацке, Г. М. Мейірман, Н. С. Иманбаева // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. – 2024. – № 1(93). – С. 41–49. – DOI: 10.37884/2-1-2024/547. – URL: https://doi.org/10.37884/2-1-2024/547

ӘОЖ 633.37

ТҮЙЕЖОҢЫШҚА ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ОРГАНИКАЛЫҚ ӨСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДАҒЫ ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖӘНЕ ДАЛАЛЫҚ ӨНГІШТІГІ

Сыздыкова Г.Т., Сагалбеков У.М., Уалиева Г.Т., Калин А.К.

с. Шағалалы, Казахстан
ЖШС «Көкшетау тәжірибелік-өндірістік шаруашылық

Кіріспе. Ғаламдық климаттық өзгерістердің күшеюі және топырақтың деградациясының үдеуі жағдайында агроэкожүйелердің өнімділігін арттырумен қатар олардың экологиялық тұрақтылығын сақтауға бағытталған тұрақты агротехнологияларды енгізу ерекше маңызға ие болуда. Агроландшафтарға түсетін антропогендік жүктеменің артуы, гумус мөлшерінің төмендеуі, топырақтың агрофизикалық және агрохимиялық қасиеттерінің нашарлауы ауыл шаруашылығын жүргізудің дәстүрлі тәсілдерін қайта қарауды және экологиялық бағытталған егіншілік жүйелеріне көшуді талап етеді.

Қазіргі ауыл шаруашылығының перспективалы бағыттарының бірі – синтетикалық минералды тыңайтқыштар мен химиялық қорғау құралдарын қолданудан бас тартуға және оларды биологиялық препараттармен және агроэкологиялық әдістермен алмастыруға негізделген жемшөп дақылдарын органикалық технология бойынша өсіру болып табылады. Бұл тәсіл қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға, топырақтың биологиялық белсенділігін арттыруға және тұрақты агроэкожүйелер қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Аграрлық өндірістің заманауи даму үрдістері экологиялық қауіпсіз және ресурс үнемдеуші технологияларды кеңінен енгізуге бағытталған. Олардың ішінде органикалық егіншілік азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің, табиғи ресурстарды сақтаудың және экологиялық таза өнім өндірудің маңызды факторы ретінде ерекше орын алады. Мал шаруашылығының қарқынды дамуы және жемшөп сапасына қойылатын талаптардың артуы жағдайында жемшөп дақылдарын өсірудің тиімді биологиялық әдістерін іздестіру өзекті болып отыр.

Осы тұрғыда бұршақ тұқымдас жемшөп дақылдарына, әсіресе түйежонышқа (Melilotus spp.) ғылыми және практикалық қызығушылық артып келеді. Түйежонышқа жоғары азықтық және энергетикалық құндылығымен, құрғақшылыққа төзімділігімен, қолайсыз орта жағдайларына бейімділігімен және мол биомасса қалыптастыру қабілетімен ерекшеленеді. Түйежонышқаның маңызды биологиялық ерекшелігі – түйнек бактерияла-

рымен симбиоз арқылы атмосфералық азотты фиксациялау қабілеті. Бұл топырақтың азот режимін жақсартып, оның құнарлылығын арттыруға ықпал етеді [1].

Тұрақты егіншіліктің басым бағыттарының бірі – биопрепараттарды қолдану болып табылады. Олар топырақтың құрылымы мен құнарлылығын жақсартатын, өсімдіктердің өсуін ынталандыратын және стресс факторларға төзімділігін арттыратын микробиологиялық құралдар болып табылады [2]. Мұндай препараттарды пайдалану минералды тыңайтқыштар мен химиялық қорғау құралдарына тәуелділікті азайтып, өнімділік пен жем сапасын арттырады [3].

Ақмола облысының тәуекелді егіншілік жағдайында түйежонышқа өсіруде биопрепараттарды қолдану ерекше маңызға ие. Алайда бұл бағыттағы ғылыми зерттеулер саны әлі де шектеулі, әсіресе микробтық препараттардың түйежонышқаға кешенді әсерін зерттеу жеткіліксіз деңгейде [4].

Әртүрлі авторлардың зерттеулері бұршақ тұқымдас дақылдарды өсіруде биопрепараттардың тиімділігін дәлелдейді. Түйнек бактерияларының белсенді штамдарымен тұқымды инокуляциялау – өнімді арттырудың және топырақ құнарлылығын жақсартудың тиімді әрі арзан тәсілі болып табылады. Түйежонышқа тамырындағы түйнек бактериялары жылына 300 кг/га дейін азот фиксациялай алады.

Алборов П.В. зерттеулеріне сәйкес, түйежонышқа тұқымын инокуляциялау үшін ризоторфиннің 425а штаммы Солтүстік Кавказдың орманды-дала аймағында жоғары тиімділік көрсеткен. Бұл штамм өсімдік тамырында түйнектердің қарқынды түзілуіне және атмосфералық азоттың белсенді фиксациясына ықпал етеді. Бірінші жылы азот фиксациясы 168 кг/га дейін жеткен. Сонымен қатар өсімдіктердің өсуі мен дамуы жақсарған, сабақтар мен бұтақтар саны артқан. Инокуляцияланған тұқымдар өнімділік пен ақуыз мөлшерін арттырған. Жасыл масса өнімділігі 0,93–3,26 т/га немесе 6,1–21,3% жоғары болған. Ең жоғары өнім (18,1 т/га) 425а штаммы қолданылғанда алынған.

Калин А.К. мәліметтері бойынша BioSleepBW және Foliar биопрепараттарын қолдану жоңышқа өсімдігінде фосфор, азот, май және қорытылатын протеин мөлшерін арттырған, ал клетчатка мөлшері азайған [5]. Артющенко А.Н. тәжірибелерінде Азотовит пен Бактофосфин препараттарын бірге қолдану өсімдіктің биіктігін 5–6 см-ге арттырып, жапырақтылығын 57,7%-ға дейін жеткізген және протеин мөлшерін 2,32%-ға арттырған [6].

Микро тыңайтқыштар мен микробиологиялық препараттарды қолдану көпжылдық бұршақ тұқымдас дақылдардың өнімділігін арттыруға ықпал етеді [7]. Ризоторфиннің белсенді штаммдары түйежонышқа тұқымын инокуляциялау кезінде 300 кг/га дейін азот фиксациялай алады. 425а штаммы ең жоғары тиімділік көрсеткен [8].

Овсиенко О.Л. зерттеулерінде бактериалды препараттарды қолдану түйежонышқа өсімдігінің өсуі мен дамуына оң әсер ететіні анықталған. Фосфо-

энтерин препараты өсімдік биіктігін 8%-ға, ал биомассасын 10%-ға арттырған. Sinorhizobium meliloti штаммы өсімдік биіктігін 14%-ға және массасын 12%-ға арттырған. Ең жоғары нәтиже кешенді инокуляция кезінде алынған (биіктік +17%, биомасса +21%) [9].

Осылайша, биопрепараттар түйежонышқаның өнімділігін және азықтық құндылығын арттырудың тиімді құралы болып табылады. Олар өсімдіктің биохимиялық құрамын жақсартып, ақуыз мөлшерін көбейтеді және агроэкожүйелердің экологиялық тұрақтылығын күшейтеді.

Материалдар мен әдістер

Зертханалық тәжірибелер ГОСТ 12038-84 бойынша жемшөп дақылдарының тұқымдарының өсу күшін анықтау әдістемесіне сәйкес жүргізілді.

Зертханалық тәжірибе «Көкшетау тәжірибелік-өндірістік шаруашылығы» ЖШС зертханасында өткізілді. Түйежонышқа тұқымдарын өндіру (өну) 20–22°С температурада бақыланатын жағдайда, ылғалдандырылған сүзгі қағазында өндіру әдісі арқылы жүзеге асырылды.

Зертханалық өнгіштік есебі тәжірибе басталғаннан кейін 7–10 тәулікте, өнген тұқымдардың пайызын анықтау арқылы жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде зертханалық өнгіштік көрсеткіші 80–95% аралығында өзгерді.

Өнгіштікті анықтау алдында тәжірибе сызбасына сәйкес тұқымдарға биопрепараттарды қолдану арқылы инокуляция жүргізілді.

Зертханалық тәжірибе сызбасы

Тұқымдарды өңдеудің келесі нұсқаларын қамтыды:

1. Бақылау (өңдеусіз)
2. Organit P препаратымен өңдеу
3. Organit N препаратымен өңдеу
4. Biodux препаратымен өңдеу
5. Фертигрейн Старт CoMo препаратымен өңдеу
6. Кешенді өңдеу: *Organit N + Organit P + Biodux*

Далалық тәжірибелер

Далалық тәжірибелер үш қайталымда жүргізілді. Тәжірибеде қолданылған агротехника аймақтық талаптарға сәйкес болды. Тәжірибе учаскесінің ауданы – 20 м², делянкалар кездейсоқ (рандомизацияланған) орналастырылды.

Топырақ сипаттамасы

Топырақ – қарапайым қара топырақ, гумус қабатының тереңдігі 24–26 см, гумус мөлшері – 4,0%.

Топырақтың жыртылатын қабатындағы:

– нитратты азот – 3,2 мг;

– фосфор – 8,7 мг;

– калий – 35,2 мг / 100 г топырақ.

Осыған сәйкес:

– азот мөлшері – орташа;

– фосфор – төмен;

– калий – жоғары.

Топырақтың механикалық құрамы – ауыр саздақ. Көлемдік массасы:

– жыртылатын қабатта – 1,2 г/см³;

– 1 метрлік қабатта – 1,29 г/см³.

Агротехникалық шарттар

Алғы дақыл – таза сүрі жер.

Далалық бақылаулар, есептеулер және талдаулар Б.Н. Доспехов әдістемесі бойынша жүргізілді [11].

– Себу мерзімі – 17 мамыр

– Сепкіш – қол сепкіш РС-1

– Тұқым сіңіру тереңдігі – 1,5–2,5 см

– Себу тәсілі – қатарлы және кең қатарлы

– Қатар аралығы – 70 см

– Кең қатарлы әдісте тұқым себу мөлшері – 5,0 кг/га

Метеорологиялық жағдайлар

2024–2025 жылдарға арналған Шағалалы метеобекетінің деректері зерттеу кезеңіндегі ауа райы жағдайларының қоңыржай континенталды климатпен, температура мен жауын-шашынның айқын маусымдық ауытқуларымен сипатталғанын көрсетті.

Кесте 1 – Шағалалы метеобекетінің 2024–2025 жж. метеодеректері

Ай	Жауын-шашын, мм	Ауа температурасы, ^{0}с
2024		
Қаңтар	30.6	-14.3
Ақпан	8,6	-14,9
Наурыз	10,5	-5,9
Сәуір	18,6	+8,2
Мамыр	65,1	+9,1
Маусым	65,0	+20,9
Шілде	67,5	+19,5
Тамыз	56,0	+17.1
Қыркүйек	21,8	+10,5
Қазан	15,5	+2,9
Қараша	15,8	-5,1
Желтоқсан	8,5	-8,2
Барлығы	383,5	+3,3
2025		
Қаңтар	12,9	-10,1
Ақпан	2,6	-9,3
Наурыз	10,9	-2,8

Продолжение таблицы 1

Сәуір	39,9	9,3
Мамыр	13,0	15,3
Маусым	73,0	19,1
Шілде	45,7	19,0
Тамыз	51,5	16,7
Қыркүйек	40,8	11,7
Барлығы	290,3	+7,7

2024 жылы жауған атмосфералық жауын-шашын мөлшері 383,5 мм болды. Оның негізгі бөлігі жылдың жылы кезеңіне (мамыр–тамыз) тиесілі, бұл кезеңде 250 мм-ден астам жауын-шашын түсті. Осы кезеңдегі орташа жылдық ауа температурасы +3,3 °С болды, қысы суық (қаңтар–ақпанда –14...–15 °С) және жазы салыстырмалы түрде жылы (+19...+21 °С) болды.

2025 жылы қаңтардан қыркүйекке дейінгі кезеңде жауын-шашынның жиынтық мөлшері 290,3 мм құрап, бұл көпжылдық орташа көрсеткіштен төмен болды. Осы кезеңдегі орташа температура +7,7 °С болып, алдыңғы жылмен салыстырғанда жылырақ жағдай қалыптасқанын көрсетеді.

Күз-қыс мезгіліндегі (қыркүйек–наурыз) жауын-шашын топырақта өнімді ылғалдың жиналуының негізгі көзі болды. Алайда олардың мөлшері көпжылдық нормаға қарағанда жеткіліксіз болып, бұл көктемгі вегетацияның бастапқы кезеңінде ауыл шаруашылығы дақылдары үшін ылғал тапшылығына әкелуі мүмкін.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Жүргізілген зертханалық және далалық зерттеулер нәтижесінде донник тұқымдарының өнгіштік көрсеткіштері қолданылған биопрепараттарға және өсіру жағдайларына айтарлықтай тәуелді екені анықталды.

Кесте 2 – Түйежонышқа тұқымдарының зертханалық және далалық өнгіштігі (өңдеу нұсқалары бойынша, 2024–2025 жж.)

нұсқа №	Өңдеу нұсқасы	Зертханалық өнгіштік, %	Далалық өнгіштік, %
1	Бақылау (өңдеусіз)	80	60
2	Organit P	85	65
3	Organit N	87	67
4	Biodux	88	68
5	Фертигрейн Басталуы CoMo	90	70
6	Organit N + Organit P + Biodux	95	75

Ескертпе: мәндер 2024-2025 жылдарға арналған орташа мәндер ретінде берілген.

Кесте деректерін талдау барлық биопрепараттар қолданылған нұсқаларда бақылау нұсқасымен салыстырғанда зертханалық та, далалық та өнгіштік көрсеткіштерінің артқанын көрсетеді.

Өнгіштіктің ең төмен көрсеткіштері бақылау нұсқасында тіркелді (зертханалық – 80%, далалық – 60%), бұл тұқымды себу алдындағы өңдеудің қажеттілігін дәлелдейді.

Ең жоғары тиімділік тұқымдарды кешенді өңдеу *(Organit N + Organit P + Biodux)* нұсқасында байқалды, мұнда зертханалық өнгіштік 95%-ға, ал далалық өнгіштік 75%-ға жетті. Бұл бірнеше биопрепараттарды бірге қолданудың оң синергетикалық әсерін көрсетеді.

Далалық өнгіштік көрсеткіштеріне келесі факторлар елеулі әсер етті:

– кейбір кезеңдердегі ылғалдың жеткіліксіздігі;

– температураның ауытқуы;

– топырақтың физикалық қасиеттері.

Ең жақсы нәтижелер биопрепараттарды қолданған нұсқаларда, әсіресе оларды кешенді түрде пайдаланғанда байқалды.

Алынған нәтижелер зертханалық өнгіштіктің далалық өнгіштікке қарағанда едәуір жоғары екенін көрсетті, бұл өндірудің оңтайлы жағдайларымен (температура, ылғалдылық, стресс факторлардың болмауы) түсіндіріледі.

Далалық өнгіштіктің төмендеуі Ақмола облысының климаттық ерекшеліктерімен байланысты, мұнда:

– кейбір кезеңдерде ылғал тапшылығы;

– температураның күрт өзгерістері;

– жауын-шашынның біркелкі түспеуі байқалады.

2024–2025 жылдардағы ауа райы жағдайлары тұқымдардың өнуіне айтарлықтай әсер етті. 2025 жылы орташа температура жоғары болғанына қарамастан, жауын-шашынның жетіспеушілігі байқалып, бұл өскіндердің дамуын шектеуі мүмкін.

Биопрепараттардың оң әсері келесімен байланысты:

– тұқымдардың өнуін ынталандыру;

– физиологиялық үдерістерді белсендіру;

– өсімдіктердің бастапқы даму кезеңінде қоректенуін жақсарту.

Әсіресе кешенді өңдеу жоғары тиімділік көрсетті, бұл түйежонышқаға өсіруде біріктірілген препараттарды қолданудың тиімді екенін дәлелдейді.

Қорытынды

1. Зерттеу жағдайында түйежонышқа тұқымдарының зертханалық өнгіштігі 80–95% құрап, бұл себілетін материалдың жоғары сапасын көрсетеді.

2. Далалық өнгіштік зертханалық көрсеткіштен төмен болып, 60–75% аралығында болды, бұл табиғи-климаттық және агротехникалық факторлардың әсерімен түсіндіріледі.

3. Биопрепараттарды (Organit P, Organit N, Biodux, Фертигрейн Старт CoMo) қолдану бақылау нұсқасымен салыстырғанда тұқым өнгіштігін арттырды.

4. Ең жоғары тиімділік тұқымдарды кешенді өңдеу (Organit N + Organit P + Biodux) нұсқасында байқалып, максималды өнгіштік көрсеткіштерін қамтамасыз етті.

5. 2024–2025 жылдардағы ауа райы жағдайлары, әсіресе ылғал тапшылығы, түйежонышқа тұқымдарының далалық өнгіштігіне айтарлықтай әсер етті.

6. Далалық өнгіштікті арттыру үшін ұсынылады:

– тұқымдарды себу алдында биопрепараттармен өңдеу;

– себудің оңтайлы мерзімдерін сақтау;

– топырақтың ылғалмен қамтамасыз етілуін ескеру.

Әдебиет:

1. Алборова П.В. Повышение продуктивности донника желтого в зависимости от инокуляции различными штаммами ризотрофинами. Материалы Международной научно-практической конференции ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2022

2. Чиканова В. М. Технология возделывания зернобобовых и крупяных культур[Текст]: монография . - Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1988. - 155

3. Научно-исследовательская лаборатория в Казани / Каталог органических биопрепаратов// режим доступа - (bionovatic.ru/catalog/biosleep-bw-biosleep-bw-organic).

4. Агропромышленный сервер / Каталог органических биопрепаратов // режим доступа -(agroserver.ru/b/biofungitsid-orgamica-s-1424453.htm).

5. Калин А.К. Влияние биопрепаратов на биохимический состав кормов из люцерны. – Том 1 № 2 (71) (2023): Ғылым және Білім. DOI 10.52578/2305-9397-2023-2-1-123-131

6. Артющенко, А.Н. Влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на агрофизические свойства почвы и продуктивность подпокровного посева люцерны на обыкновенном черноземе западного предкавказья [Текст]: автореферат дис...канд.сельско, наук/ А.Н. Артющенко –Краснодар:2005.-26 с.

7. Тимошкин, О.А. Фото-синтетическая деятельность бобовых трав при применении микроудобрений и биорегуляторов [Текст] / О.А. Тимошкин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №. 7. – С. 58-60.12

8. Тютюма, Н.В. Использование комплексных биопрепаратов при возделывании бахчевых культур на орошаемых землях северного прикаспия [Текст] / Н.В. Тютюма [и др.] // Известия НВ АУК. – 2021. – №. 2. – С. 62.

9. Овсиенко О. Л. Эффективность бактеризации при выращивание донника на лёссовидном суглинке. Научно-исследовательские публикации: природа, экология и народное хозяйство Т.1. № 2(22)/2015 г.

УДК 631.559:631.582:631.8(571.13)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Тимохин А.Ю., Михайлов В.В., Шаповал М.С.

г. Омск, Россия

Федеральное государственное научное учреждение «Омский АНЦ»

Введение. Многообразие культур и высокий сбор кормовых единиц (корм. ед.) с га зернотравяного севооборота позволяет решить актуальную проблему белкового обеспечения и расширения рациона кормления в животноводстве. Кроме того, постоянное поступление пожнивно-корневых остатков многолетних трав в его составе стабилизирует содержание гумуса в пахотном горизонте почвы. Вместе с тем, увеличение урожайности севооборота невозможно без применения минеральных азотно-фосфорных удобрений, которые восстанавливают баланс питательных элементов при выносе их с урожаем культур [1–6].

Новизна исследований. Подсчитана урожайность культур и продуктивность зернотравяного севооборота, выраженная в тоннах кормовых единиц с га (т корм. ед. с га), для восьмипольного зернотравяного севооборота и исследовано влияние на них различных доз азотных и фосфорных удобрений и фонов с различной обеспеченностью обменным фосфором в лесостепной зоне Западной Сибири.

Цель и задачи исследований. Основной целью исследований был расчет продуктивности (корм. ед. с га) зернотравяного севооборота в 2022–2023 гг. и выявление воздействие на нее различных условий минерального питания в лесостепной зоне Западной Сибири. При этом решались следующие задачи:

1. Рассчитать продуктивность сельскохозяйственных культур (корм. ед./га), входящих в состав севооборота, и её суммарные значения;

2. Рассчитать прирост урожая по сравнению с контролем и выявить дозы удобрений и фоны обеспеченности подвижным фосфором, где отмечены его максимальные значения;

3. Оценить вклад каждой культуры в продуктивность севооборота.

Материал и методика. Полевой опыт был заложен на базе зернотравяного севооборота лаборатории полевого кормопроизводства ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омская область, Западная Сибирь) в 2022–2023 гг. В качестве

объектов исследования выступала урожайность культур восьмипольного зернотравяного севооборота, в том числе: льна масличного (льна), твердой пшеницы (пшеницы), сои, ячменя, сорго-суданкового гибрида (ССГ), ежи в смеси с эспарцетом, козлятника в смеси с кострецом и свербигой, козлятника в смеси с кострецом (выводные поля).

В экспериментальную схему входили: фоны с различным содержанием подвижного фосфора: среднее (фон 0), повышенное (фон I и фон II), высокое (фон III), варианты с дозами азотных 30, 60 кг д.в./га и 0 (контроль) и фосфорных удобрений 60 кг д.в./га и 0 (контроль). Площадь делянки – 360 м^2. Повторность – трехкратная.

Азотное (аммиачная селитра) и фосфорное (аммофос) минеральные удобрения вносили сеялкой СЗП-3,6 весной, до предпосевной культивации. Осенью осуществляли безотвальную обработку почвы на культиватором «Сибиряк» КС-7,4 на глубину 15 см, а весной закрытие влаги зубовой бороной БЗСС-1,0. Многолетние травы (ежу и эспарцет, козлятник, кострец и свербигу, козлятник с кострецом) учитывали по результатам двух укосов: первого – с 10–30 июня, второго 10–30 августа, ССГ на зеленый корм – 20–30 августа. Учеты зерновых (яровой ячмень и яровая твердая пшеница); зернобобовых (соя) и масличных (масличный лен) культур проводили комбайном Wintersteiger Classic 10–30 сентября; 1–10 октября соответственно.

Содержание кормовых единиц в 1 кг зерна ячменя – 1,21 [7]. Для зерна сои – 1,45 [8], сухого вещества ССГ – 0,73 [9], для зерна льна масличного – 1,91 [10], зерна твердой пшеницы 1,27, сухого вещества козлятника восточного и костреца безостого – 0,69 [11], зеленой массы травосмесей ежи сборной и эспарцета песчаного – 0,22 [12] и смеси козлятника восточного с кострецом безостым и свербигой восточной – 0,14 [13, 14]. Выход кормовых единиц с 1 га рассчитывали как произведение продуктивности каждой из культур севооборота на содержание кормовых единиц в 1 кг продукции [15].

Результаты исследований. Азотно-фосфорные удобрения в среднем дают прибавку к урожаю льна масличного до 1,17 т корм. ед./га, твердой пшеницы – до 1,84 т корм. ед. /га, сои – до 1,25 т корм. ед./га, ячменя ярового – до 1,58 т корм. ед. /га, ССГ – до 1,86 т корм. ед./га, травосмесей: свербиги, козлятника и костреца – до 1,35 т корм. ед. /га, ежи и эспарцета – до 0,64 т корм. ед./га, козлятника с кострецом – до 1,54 т корм. ед./га (табл. 1). Вследствие этого продуктивность севооборота увеличивается с 16,29 до 27,61 т корм. ед./га или на 69 %.

Влияние фонов в среднем также повышает ее на 0,33 т корм. ед./га (у льна), на 0,74 т корм. ед./га (у твердой пшеницы), на 2,15 т корм. ед./га (у сои), на 1,31 т корм. ед./га (у ячменя), на 0,63 т корм. ед./га (у сорго-суданкового гибрида), на 0,02, 0,37 и 0,42 т корм. ед./га (у смесей козлятника, костреца и свербиги, ежи и эспарцета и козлятника и костреца соответственно).

Максимальный выход кормовых единиц отмечается на фоне с высокой

обеспеченностью фосфором в сочетании с допосевным применением минеральных удобрений: у твердой пшеницы – 4,21 т/га (P60N60), сои – 4,45 т/га (P60N60), ячменя – 6,50 т/га (P60N0), кроме льна – 3,19 т/га (P60N60), ССГ – 3,66 т/га (P0N60) и травосмесей многолетних трав козлятника, костреца и свербиги – 2,66 т/га (P60N0), ежи с эспарцетом – 3,52 т/га (P0N60) и козлятника с кострецом – 3,55 т/га (P60N0), где их наибольшие значения наблюдаются при среднем (фон 0) и повышенном (фон I) содержании обменного фосфора.

В среднем при повышении обеспеченности подвижным фосфором урожайность культур возрастает на 24% с 21,38 до 26,54 т корм. ед./га и с 2,67 до 3,32 т корм. ед./га – с одного поля.

Таблица 1 – Продуктивность зернотравяного севооборота, 2022–2023 гг.

Система удобрений, кг д.в./га	Выход корм. ед. по культурам, т/га								Всего т корм. ед./га	
	лен	козлятник+ кострец+ свербига	пшеница	соя	ячмень	ежа + эспарцет	козлятник + кострец	ссг	за севооборот	с одного поля
Фон 0 (50–99 мг P2O5 на кг почвы)										
P60N60	3,08	1,98	3,57	2,33	5,36	2,78	2,68	3,40	25,18	3,15
P60N30	3,19	1,94	3,54	1,97	5,61	2,75	2,84	2,93	24,77	3,10
P60N0	2,62	2,66	2,90	1,81	4,64	2,83	3,24	2,36	23,06	2,88
P0N60	2,02	2,09	2,50	1,91	4,98	2,83	2,54	2,77	21,64	2,70
P0N30	2,04	0,88	2,20	1,64	4,40	2,76	1,03	2,41	17,36	2,17
P0N0	2,02	1,31	1,92	1,17	4,03	2,60	1,70	1,54	16,29	2,04
Среднее по фону	2,50	1,81	2,77	1,81	4,84	2,76	2,34	2,57	21,38	2,67
Фон I (100–150 мг P2O5 на кг почвы)										
P60N60	2,89	1,58	4,11	2,35	5,09	3,31	2,28	3,66	25,27	3,16
P60N30	2,86	2,09	3,90	1,86	5,97	3,31	3,20	3,05	26,24	3,28
P60N0	2,31	2,52	3,13	1,71	5,38	2,80	3,55	3,20	24,60	3,08
P0N60	2,09	1,78	2,97	1,89	5,31	3,52	2,83	3,23	23,62	2,95
P0N30	2,04	1,17	2,42	1,60	4,60	3,20	1,61	3,25	19,89	2,49
P0N0	1,91	1,25	2,44	1,38	5,10	2,67	2,19	2,79	19,73	2,47
Среднее по фону	2,35	1,73	3,16	1,80	5,24	3,14	2,61	3,20	23,23	2,90
Фон II (121–150 мг P2O5 на кг почвы)										
P60N60	2,95	1,16	3,78	3,52	5,23	3,11	1,99	3,41	25,15	3,14
P60N30	3,27	1,32	4,01	3,77	6,05	2,90	2,22	3,14	26,68	3,34
P60N0	2,86	1,99	3,35	3,80	5,99	2,52	3,01	2,83	26,35	3,29

Продолжение таблицы 1

P0N60	2,45	1,63	2,99	3,12	5,45	3,18	1,90	2,93	23,65	2,96
P0N30	2,67	1,74	2,54	2,57	5,11	2,90	2,35	3,03	22,91	2,86
P0N0	2,71	1,53	2,47	2,55	5,40	2,80	2,66	2,16	22,28	2,79
Среднее по фону	2,82	1,56	3,19	3,22	5,54	2,90	2,36	2,92	24,50	3,06
Фон III (151–200 мг P2O5 на кг почвы)										
P60N60	3,12	1,52	4,21	4,45	6,10	3,16	2,10	2,95	27,61	3,45
P60N30	3,03	1,20	4,14	4,38	6,26	3,17	1,98	2,54	26,70	3,34
P60N0	2,45	2,14	3,68	4,07	6,50	2,96	3,54	2,15	27,49	3,44
P0N60	2,53	2,08	3,52	3,96	6,37	2,90	2,77	3,64	27,77	3,47
P0N30	2,50	1,76	2,93	3,67	5,73	2,61	2,92	2,14	24,26	3,03
P0N0	2,34	2,26	2,57	3,25	5,97	3,19	3,28	2,52	25,38	3,17
Среднее по фону	2,66	1,83	3,51	3,96	6,16	3,00	2,77	2,66	26,54	3,32
Среднее за севооборот	2,58	1,73	3,16	2,70	5,44	2,95	2,52	2,83	23,91	2,99

При этом максимальные ее значения регистрируются на фоне III при дозах удобрений P60N60 – 27,61 и 3,45 т корм. ед./га соответственно. Средняя продуктивность зернотравяного севооборота в 2023–2024 гг. составляет 23,91 т корм. ед./га и 2,99 т корм. ед./га – с одного поля.

Наибольший вклад в урожайность зернотравяного севооборота вносит ячмень – 23 %, твердая пшеница – 13 %, сорго-суданковый гибрид и травосмесь ежи и эспарцета – 12 %, смесь козлятника с кострецом, соя и лен масличный – 11 % и смесь козлятника, костреца и свербиги – 7 % (рисунок 1).



Рисунок 1 – Вклад культур в урожайность зернотравяного севооборота, %

Выводы. Применение азотно-фосфорных удобрений в период исследований в сочетании с повышенным и высоким содержанием обменного фосфора давало прибавку к урожаю культур до 1,86 т корм. ед./га. Максимальная их продуктивность при оптимизации минерального питания составляла 2,66–6,50 т корм. ед./га. Суммарная урожайность зернотравяного севооборота составила 23,91 т корм. ед./га и 2,99 т корм. ед./га – с одного поля. Наибольший вклад в его продуктивность вносили зерновые культуры (ячмень) – 23 %, за которой в равной степени 13–11%, следуют твердая пшеница, ССГ, лен, соя и многолетние травы (травосмеси ежи и эспарцета и козлятника с кострецом), а наименьший – смесь козлятника, костреца и свербиги (7 %).

Список литературы

1. Купоржанова Е. Ю. Оценка продуктивности кормовых севооборотов / Е. Ю. Купоржанова, З. В. Козлова, В. И. Солодун // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: материалы национальной научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне, Иркутск, 20–21 марта 2025 г. – Иркутск, 2025. – С. 93–101.

2. Масютенко М. Н. Влияние зернотравяного севооборота на содержание и состав органического вещества в черноземе типичном в зависимости от экспозиции склона / М. Н. Масютенко, Н. П. Масютенко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4. – С. 6–12.

3. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы и продуктивности зернотравяного севооборота в зависимости от баланса питательных веществ / А. Н. Налиухин [и др.] // Агрохимия. – 2023. – № 1. – С. 3–12. – DOI 10.31857/S0002188123010076.

4. Выращивание и использование в животноводстве кормовых бобов на юге Западной Сибири / В. С. Бойко [и др.] // Кормопроизводство. – 2016. – № 3. – С. 16–20.

5. Биологические и агрохимические свойства лугово-Черноземной почвы Омского Прииртышья в связи с продуктивностью кормовых культур при применении минеральных удобрений / Н. Н. Шулико [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2024. – № 1. – С. 156–173. – DOI 10.15389/agrobiology.2024.1.156rus.

6. Многолетние травы в кормопроизводстве Западной Сибири / В. И. Дмитриев [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 4. – С. 53.

7. Справочник по кормопроизводству / сост. А. И. Тютюнников. – М: Росссельхозиздат, 1982. –352 с.

8. Возделывание сои в Западной Сибири / Н. И. Кашеваров [и др.]. – Новосибирск: Юпитер, 2004. – 256 с.

9. Северов В. И. Некоторые проблемы производства высокобелковых кормов растительного происхождения // Экспресс информация / Гос. НИИ авиационных систем. – 2002. – № 13. – С. 8–10.

10. Шкодина Е. П. Сорго-суданковый гибрид: новая кормовая культура для Нечернозёмной зоны / Е. П. Шкодина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 62–67. – DOI 10.18286/1816-4501-2024-1-62-67.

11. Бойко В. С. Полевое кормопроизводство на орошаемых черноземах в лесостепи Западной Сибири / В. С. Бойко. – Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2019. –312 с.

12. Корма России. [Электронный ресурс]. – URL: https://vidkormov.narod.ru/spis/m140000.html (дата обращения: 24.04.2026).

13. Степанов А. Ф. Урожайность козлятнико-злаковых травосмесей / А. Ф. Степанов // Животноводство России. – 2022. – № 10. – С. 57–61. – DOI: 10.25701/ZZR.2022.10.10.002.

14. Аветисян А. Т. Интродукция новых, малораспространенных кормовых культур в условиях лесостепи / А. Т. Аветисян // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 7. – С. 72–74.

15. Князева Т. В. Кормопроизводство: методические рекомендации / Т. В. Князева, В. С. Ульянов. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 56 с.

УДК 631.847.2126:633.11

СОСТОЯНИЕ МИКРОБОЦЕНОЗА РИЗОСФЕРЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТОВ

Тукмачева Е.В.

г. Омск, Россия

ФГБНУ «Омский АНЦ»

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10064, https://rscf.ru/project/23-76-10064/.*

Введение. В агротехнологиях производства сельскохозяйственной продукции немаловажное значение отводится различным приёмам предпосевной обработки семян, способствующих повышению их посевных качеств, урожайности и качества зерна. В производстве доказано, что с помощью биотехнологий, в частности, эффективных микроорганизмов, таких как ризосферные бактерии, стимулирующие рост растений, можно управлять плодородием, продуктивностью почв и качеством агропродукции [1].

Использование биопрепаратов в агротехнологиях возделывания зерновых требует оценки их эффективности в зависимости от сортовых особенностей культуры, типа почвы, погодных условий региона и других особенностей.

В работах сибирских ученых показано, что инокуляция семян перед посевом препаратами ассоциативных азотфиксаторов, достоверно повышает численность агрономически важных групп микроорганизмов, а также оказывает положительное влияние в сочетании с применением минеральных удобрений на общую численность ризосферной микробиоты [2, 3].

Взаимодействия между растениями и окружающими их микроорганизмами являются важнейшими факторами, которые совместно определяют состав и функционирование микробиома растений [4].

В этой связи для реализации высокого потенциала микробно-растительных отношений необходимо развивать агробиологические исследования по возделыванию сельскохозяйственных культур в условиях широкого применения микробных препаратов.

Новизна исследований. Установлено положительное воздействие предпосевной бактеризации семян на общую численность ризосферной микробиоты мягкой и твердой пшеницы на лугово-черноземной почве. Наи-

более отзывчивой на применение бактеризации была прикорневая биота мягкой пшеницы Омская 44 и твердой Омский коралл, рост относительно контроля составил 6 до 78%.

Цель исследований - оценить биологическое состояние ризосферы зерновых культур при инокуляции семян биопрепаратами комплексного действия в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Методика исследований. В 2024 г. в полевом опыте было исследовано влияние биопрепаратов Мизорин и Флавобактерин на микробный ценоз ризосферы новых сортов сельскохозяйственных культур омской селекции яровой мягкой пшеницы Омская 42, Омская 44, Тарская 12, твердой пшеницы – Омский коралл.

Для инокуляции семян использовали препараты комплексного действия, изготовленные во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург, Пушкин) Мизорин *(Arthrobacter mysorens 7)*, Флавобактерин *(Flavobacterium sp.* L-30). Мизорин – бактериальный препарат для повышения урожайности и улучшения качества продукции. Флавобактерин – биопестицид, препарат азотфиксирующих бактерий фунгицидно-стимулирующего действия, рекомендуется для предпосевной обработки семенного материала зерновых культур.

Инокуляцию семян проводили в день посева из расчета 600 г на гектарную норму семян. Площадь одной делянки – 13,5 м^2 (15*0,9), предшественник – пар. Посев культур выполнен сеялкой ССФК-7,0 в оптимальные сроки с проведением комплекса весенне-полевых работ рекомендованной нормой высева, сортами, включёнными в Государственный реестр селекционных достижений с допуском по 10 региону.

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: сорта сельскохозяйственных культур; бактериальные препараты для инокуляции семян. Отбор проб ризосферы проводили в июне, июле, августе. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднемощная среднегумусная тяжелосуглинистая с содержанием в пахотном (0-20 см) слое гумуса – 6,5 %, общего азота – 0,32 %, pH водн – 6,5. Содержание нитратного азота в почве в слое 0-20 см очень низкое, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – высокое и очень высокое.

Количественный учет групп микроорганизмов проводили на агаризованных питательных средах: микроорганизмы, потребляющих азот в минеральной форме (амилолитических) – на крахмало-аммиачном агаре (КАА), протеолитические бактерии на мясопептонном агаре (МПА), фосфатмобилизующих на среде Муромцева, олигонитрофилов – на среде Мишустиной, на агаре Федорова-Калининской (АФК) культивировали ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов (ассоциативных диазотрофов), целлюлозоразлагаюших микроорганизмов – на среде Гетчинсона, нитрификаторов – на водном выщелоченном агаре с добавлением двойной аммонийно-магниевой соли фосфорной кислоты, почвенных грибов на

подкисленной среде Чапека [5]. Численность почвенных микроорганизмов оценивали по количеству колониеобразующих единиц на один грамм абсолютно сухой почвы.

Результаты исследований.

Почва ризосферы очень разнообразна. В состав ризосферной микробиоты входят различные микроорганизмы: бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли, дрожжи, простейшие, фаги и другие живые существа. Преобладающими в ризосфере растений независимо от условий их роста и возраста являются бактерии, второе место занимают микобактерии, в несравненно меньшем количестве присутствуют актиномицеты, грибы, спороносные бактерии и др. [6].

При анализе прикорневой микробиоты пшеницы мягкой и твёрдой посеянной на лугово-черноземной почве на опытных полях Омского АНЦ в южной лесостепной зоне определено положительное воздействие агроприема на группу сапротрофных бактерий, в том числе аммонификаторов. В среднем за вегетационный период численность тестируемых бактерий составляла в контрольных вариантах мягкой пшеницы 23,3-24,7 млн КОЕ/г абс. сух. почвы, твердой пшеницы - 25,6 млн КОЕ/г абс. сух. почвы. Предпосевная обработка семян мягкой пшеницы биопрепаратами приводила к существенному росту группы микроорганизмов, с максимальным количеством в прикорневой зоне пшеницы сортов Омская 42 и Омская 44 (на 21 и 35% выше контроля) в варианте Флавобактерин. Применение Мизорина также оказывало положительное воздействие, рост сапротрофов относительно контроля составил 33% (Омская 42), 32% (Омская 44) (рисунок 1).

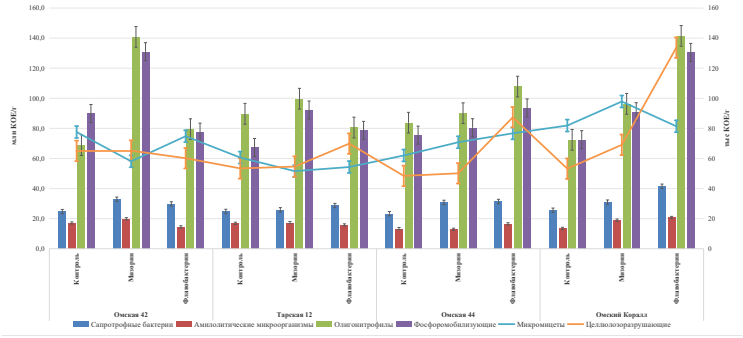


Рисунок 1 – Численность микроорганизмов в ризосфере зерновых культур при применении биопрепаратов, 2024 г., южная лесостепь

В ризосфере твёрдой пшеницы наблюдали существенную стимуляцию роста тестируемых микроорганизмов при применении обоих препаратов - на 21% (Мизорин) и 62% (Флавобактерин).

На численность амилолитической микробиоты в ризосфере мягкой пшеницы наибольшее положительное влияние оказала интродукция в почву *Flavobacterium sp.,* у сорта Омская 44 отмечен рост группы на 23% относительно контроля, меньшее положительное влияние оказал Мизорин рост составил 16% в ризосфере вышеупомянутых сорта Омская 42. На активность прикорневой микробиоты твёрдой пшеницы сорта Омский Коралл агроприем также оказал положительное воздействие, рост относительно контроля составил 41% (вариант Мизорин), 54% (вариант Флавобактерин).

Активное развитие копиотрофов (сапротрофные и амилолитические бактерии) при применении биопрепаратов говорит об активном разложении свежих органических остатков в почве, что свидетельствует о возможности быстрого восстановления её эффективного плодородия.

Количество олигонитрофилов, выполняющих важную роль в круговороте азота в природе, в частности, в снабжении доступными формами азота растений, которые не способны усваивать его из воздуха, было наиболее высоким в вариантах с применением биопрепарата Мизорин на пшенице Омская 42 и Омский коралл, увеличение относительно контроля составило 107 и 34% соответственно. При применении препарата Флавобактерин на пшенице Омская 44 и Омский Коралл, стимуляция роста олигонитрофильной группы составила 28 и 96% к контрольному варианту. Что вполне объяснимо, так как при применении инокуляции происходит улучшение азотного питания растений за счет фиксации его бактериями из воздуха, в итоге корневая система более мощная, увеличивается потребление азота в ризосфере, это способствует развитию олигонитрофилов, довольствующихся остаточным количеством доступного азота.

Группа фосфатмобилизующих микроорганизмов была наиболее отзывчивой на применение Флавобактерина на пшенице сорта Омская 42, увеличение по отношению к контролю составило 81%. Предпосевная обработка семян Мизорином стимулировала активность тестируемой группы в меньшей степени на сортах Омская 42 и Омская 44. Из литературы известно, что инокуляция ассоциативными диазотрофами положительно влияет на численность фосфатмобилизующих микроорганизмов и количество подвижного фосфора в ризосфере растений [7].

В вариантах с применением биопрепаратов численность микромицетов в ризосфере культур варьировала от 51,6 тыс КОЕ/г до 97,9 тыс КОЕ/г. Применение биопрепаратов снижало численность микромицетов только в ризосфере пшеницы мягкой Тарская 12 от 11 до 15%, на контроле 60,6 тыс. КОЕ/г (доля влияния взаимодействия факторов составила АВ=15,2%). Снижение численности микроскопических грибов под влиянием бактеризации семян может быть обусловлено их фунгицидным действием, также данная тенденция может быть результатом конкуренции внесенных микроорганизмов *Flavobacterium sp.* (Флавобактерин), *Arthrobacter mysorens*

7 (Мизорин) с грибной микробиотой ризосферы. Достоверных изменений численности микромицетов в других вариантах опыта не выявлено.

Эколого-трофическая группа целлюлозоразрушающих микроорганизмов в ризосфере культур была наиболее отзывчива на интродукцию бактерий рода *Flavobacterium sp.* (действующее начало препарата Флавобактерин). Так в прикорневом слое сорта Тарская 12, Омская 44 и Омский Коралл рост относительно контроля составил 32, 82 и 151% соответственно. Предпосевная обработка семян пшеницы *Arthrobacter mysorens* 7 оказала положительное действие на тестируемую группу только в ризосфере твердой пшеницы, что может быть связано с особенностями генотипа сорта. В целом, выявлено достоверное положительное влияние биопрепаратов (доля влияния фактора биопрепараты составила 60,8%, сорт – 20,9%, взаимодействие факторов – 18,3%).

Установлено положительное воздействие агроприема на общую (условно) численность ризосферной микробиоты мягкой и твердой пшеницы. Наиболее отзывчивой на внесение в почву диазотрофных микроорганизмов оказалась прикорневая биота мягкой пшеницы Омская 44 и твердой Омский коралл, рост относительно контроля составил 6 и 31% (обработка Мизорином), 31 и 78% (обработка Флавобактерином). Численность микроорганизмов ризосферы сорта Омская 42 и Тарская 12 увеличивалась 54 и 18% при обработке семян Мизорином. Математическая обработка результатов исследований показала, что доля влияния генотипа культуры на прикорневую микробиоту составляет 14,6%, вида биопрепарата 50,5%, взаимодействие факторов 34,9%. Различное влияние биопрепаратов на численность почвенной биоты обусловлено генотипическими особенностями культур, отзывчивостью на инокуляцию и может быть проявлением синергического эффекта микроорганизмов в многокомпонентной системе, а также результатом взаимного воздействия микроорганизмов друг на друга [8].

Выводы. В среднем за период вегетации, в зоне южной лесостепи на лугово-черноземной почве установлено положительное воздействие предпосевной бактеризации семян на общую численность ризосферной микробиоты мягкой и твердой пшеницы. Наиболее отзывчивой была прикорневая биота мягкой пшеницы Омская 44 и твердой Омский коралл, рост относительно контроля составил 6 и 31% (обработка Мизорином), 25 и 78% (обработка Флавобактерином).

Литература

1. Алферов, А.А., Чернова, Л.С., Завалин, А.А., Чеботарь, В.К. Эффективность применения эндофитных биопрепаратов и азотного удобрения // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – №5. – С. 21–24.

2. Хамова, О.Ф., Шулико, Н.Н., Тукмачева, Е.В. Численность микроорганизмов ризосферы ячменя при длительном применении минеральных удобрений, соломы и инокуляции семян ассоциативными диазотрофами // Омский научный вестник. – 2015. – №1 (138). – С. 127–131.

3. Воронкова, Н.А. Пути биологизации интенсификационных процессов в земледелии Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 12. – С. 28–30.

4. Nobori, T., Cao, Y., Entila, F., Dahms, E., Tsuda, Y., Garrido-Oter, R., Tsuda, K. Dissecting the cotranscriptome landscape of plants and their microbiota // EMBO Rep. – 2022. – Vol. 23. – P. e55380.

5. Теппер, Е.З., Шильникова, В.К. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов; под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.

6. Бушнев, А.С., Курилова, Д.А., Котлярова, И.А. О ризосфере полевых культур и факторах, влияющих на динамику ее микробиоты (обзор) // Масличные культуры. – 2023. – №4. – С. 97–109.

7. Белимов, А.А. Эффективность инокуляции ячменя смешанными культурами диазотрофов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ленинград, 1990. – 20 с.

8. Леппянен, И.В., Штарк, О.Ю., Павлова, О.А., Бовин, А.Д., Иванова, К.А., Серова, Т.С., Долгих, Е.А. Анализ эффектов совместной инокуляции грибами арбускулярной микоризы и ризобиями на рост и развитие растений гороха Pisum sativum L. // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Том 56 (3). – С. 475–486.

УДК 631.582:631.432.2;632.51

ИЗУЧЕНИЕ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ, ЗАСОРЕННОСТИ, ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР ПЛОДОСМЕННОГО СЕВООБОРОТА НА ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЁМАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Тулаев Ю.В.[1], Сомова С.В.[2], Тулькубаева С.А.[2], Енсебаев Д.С.[2]

п. Научный, Казахстан
с. Заречное, Казахстан

[1]ТОО «НПЦ зернового хозяйства имени А.И. Бараева»
[2]ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция «Заречное»

Введение. Переход от бессменных посевов и зернопаровых севооборотов к плодосменным с включением зернобобовых и масличных культур обеспечивает стабилизацию производства яровой пшеницы [1]. В условиях сберегательного земледелия Северного Казахстана плодосменные севообороты (рапс – яровая пшеница – лён – яровая пшеница) показывают высокую экономическую эффективность [2].

Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы кардинально улучшается при чередовании культур с разным типом корневой системы и широтой листьев (принцип плодосмена). Наблюдается снижение засоренности злаковыми сорняками и уменьшение индекса развития корневых гнилей по сравнению с короткоротационными зерновыми схемами [3, 4]. Многолетние исследования показывают, что непрерывное выращивание зерновых ведёт к накоплению токсинов в почве (аллелопатии). Разбавление зерновой цепи широколиственными культурами в плодосмене снимает этот эффект, позволяя яровой пшенице полностью реализовать генетический потенциал продуктивности [5].

Внедрение диверсифицированных севооборотов с заменой чистого пара на зернобобовые культуры (нут, чечевица) увеличивает общую продуктивность системы и энергоэффективность выращивания яровой пшеницы. Азотфиксация снижает углеродный след конечной продукции, повышая устойчивость агроэкосистемы [6]. Чередование культур в системе «бобовые – технические – зерновые» оптимизирует использование азотных удобрений. Эффект экономии азота под яровую пшеницу после правильного предшественника эквивалентен внесению 30-40 кг д.в. минерального азота на гектар [7].

Новизна исследований. Впервые на южных чернозёмных почвах Северного Казахстана в плодосменного севообороте осуществляется совершен-

ствование элементов возделывания масличных и зернобобовых культур по сберегающей технологии с учётом изменяющегося климата.

Цель и задачи. Цель – определение наиболее эффективного варианта расположения яровой пшеницы, а также масличных и зернобобовых культур в плодосменном севообороте, возделываемых по различным элементам минимальной и нулевой технологий на южных чернозёмах Северного Казахстана, с определением водного режима почвы, засорённости посевов и продуктивности возделываемых культур.

Задачи:

1. Выявить оптимальные предшественники яровой пшеницы в плодосменном севообороте.

2. Изучить сроки посева зернобобовых и масличных культур в системе сберегающего земледелия.

3. Определить оптимальные нормы высева чечевицы и горчицы при плодосменном принципе чередования культур.

Материал и методика. Исследования осуществляются на экспериментальных полях ТОО «СХОС «Заречное», расположенных вблизи села Заречное. Эти участки находятся на пологом склоне верхней террасы реки Тобол, где преобладают четвертичные аллювиальные отложения, включая супеси, пески, глинистые пески, суглинки и глины. Территория исследований активно используется в сельском хозяйстве на протяжении длительного времени, а с 2001 г. здесь применяется система сберегающего земледелия.

Возделывание культур осуществляется по технологии нулевой обработки почвы с использованием сеялок, оснащенных анкерными сошниками и системой точного дозирования FreeSelect. Технология возделывания – нулевая. Сорта, возделываемые в опыте: пшеница – Омская 18, лён – Алтын, чечевица – Ричли, горчица – Рушена.

Учеты и наблюдения:

1. Данные о погоде, влияющей на сельское хозяйство (агрометеорологические наблюдения), получены от Костанайской агрометеорологической станции. Анализируется средняя температура воздуха за сутки и суммарное количество тепла, необходимое для развития растений (эффективные температуры). В течение всего периода вегетации ведется подсчет выпавших осадков.

2. Перед началом посевных работ определяется количество влаги, доступной для растений, в метровом слое почвы. Для этого проводятся измерения по 10-сантиметровым слоям, согласно методике Воробьева С.А., Егорова В.Б., Киселева А.Н. и др. (1971).

3. Засоренность посевов учитывается по полным всходам. Метод – количественно-весовой, с фиксацией видового состава сорняков на 4 площадках по 0,25 м².

4. Для оценки урожайности отбираются образцы зерна. Эти образцы

анализируются на содержание влаги, примесей, определяется масса 1000 семян и оцениваются его пищевые качества.

5. Статистическая обработка полученных результатов будет проводиться по методологии Б.А. Доспехова. Для всех анализируемых данных будет установлен уровень статистической значимости в 5% (НСР0,05).

Все экспериментальные блоки, направленные на изучение воздействия методов ресурсосберегающего земледелия, интегрированных с цифровыми технологиями, были организованы в трехкратной повторности.

Климатические условия в зоне исследований относятся к резко континентальному типу, характеризующемуся суровыми, малоснежными зимами и жарким, засушливым летом. Отличительными особенностями, позволяющими дифференцировать данный климат от других засушливых регионов (например, Поволжья), являются пролонгированные весенние периоды с низкими температурами, раннее наступление осенних похолоданий и смещение основной части осадков на конец лета. Высокий уровень инсоляции, выраженная амплитуда суточных температур, низкая относительная влажность воздуха, незначительная облачность и частые ветровые нагрузки обусловливают интенсивные процессы испарения, которые в 2-5 раз превышают суммарное количество атмосферных осадков. Особо остро проблема дефицита влаги проявляется в конце мая – первой половине июня, когда яровые зерновые культуры проходят критические фазы развития (кущение – выход в трубку). В этот период растения вынуждены использовать ограниченные запасы почвенной влаги, сформированные за счет зимних осадков, до наступления летних дождей. Климатические факторы демонстрируют значительную межгодовую вариабельность как по интенсивности, так и по временным параметрам проявления.

По многолетним данным, среднегодовая норма атмосферных осадков в районе проведения исследований составляет 340 мм. Из общего годового количества, 71,2% приходится на теплый вегетационный период (апрель-октябрь), причем большая часть этих осадков выпадает во второй половине лета.

В отчетном 2024 г. (период октябрь 2023 г. – сентябрь 2024 г.) суммарное количество выпавших осадков составило 478,2 мм, что превысило среднегодовую норму на 40% (таблица 1).

В 2024 г. влагообеспеченность посевов в вегетационный период сложилась благоприятно. В мае выпало 30,2 мм осадков, что составило 83,9% от нормы. В сочетании с более низкими, чем обычно, температурами, это создало идеальные условия для посевной и обеспечило достаточные запасы влаги в верхнем слое почвы. В июне, особенно в конце первой и третьей декадах, прошли обильные дожди, превысив норму на 48%. Это способствовало активному начальному росту культур. Однако, тёплая погода и ночная роса в июне также спровоцировали развитие болезней (таблица 2).

Таблица 1 – Распределение осадков по периодам года в сравнении с многолетней нормой

Год	Сумма осадков, мм			
	всего за год (октябрь-сентябрь)	холодный период (ноябрь-март)	теплый период (апрель-октябрь)	за вегетацию (май-август)
Многолетняя норма	340,0	98,0	242,0	162,0
2024	478,2	163,4	260,1	209,3

Таблица 2 – Распределение осадков по месяцам вегетационного периода, мм

Год	Май	Июнь	Июль	Август
Многолетняя норма	36,0	35,0	56,0	35,0
2024	30,2	51,8	56,0	71,3

Анализ среднесуточных температур воздуха выявил аномально теплый апрель, когда показатель превысил многолетнюю норму на 4,7°С. Также наблюдался существенный температурный подъем в июне, составивший 2,1°С выше среднего. В последующие месяцы, однако, температуры оказались ниже среднемноголетних значений, что способствовало продлению вегетационного периода сельскохозяйственных культур (таблица 3).

Таблица 3 – Среднесуточная температура воздуха, 0С

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Многолетняя норма	5,3	13,7	20,0	20,9	18,9	12,5
2024	10,0	11,1	22,1	20,9	17,6	11,9

Мониторинг данных по осадкам показывает, что в целом условия для урожая были благоприятными: за период формирования и созревания выпало на 29,2% больше осадков, чем обычно. Однако, обильные дожди в августе негативно сказались на качестве зерновых ранних сроков посева. Теплая погода и дожди второй половины лета 2024 г. также способствовали повсеместному распространению ржавчины по всей Костанайской области. Это привело к существенному снижению качества и урожайности зерновых, не обработанных фунгицидами вовремя.

Результаты исследований. В засушливых степных условиях Северного Казахстана ключевым фактором успешного земледелия является достаточное увлажнение почвы в течение всего вегетационного периода. Годо-

вое количество осадков распределяется неравномерно: осенью выпадает 82 мм, зимой – 46,0 мм, а весной – 70 мм, что в сумме составляет 62% от общей нормы. На период активного роста растений приходится лишь 156 мм осадков, в то время как для оптимального развития яровой пшеницы требуется более 300 мм. Таким образом, атмосферные осадки в вегетационный период обеспечивают лишь половину необходимой влаги для яровой пшеницы. Это диктует необходимость более эффективного накопления влаги в почве в другие сезоны года и разработки методов её сохранения и рационального использования на всех полях севооборота.

На рисунке 1 представлены фактические запасы влаги в почве перед посевом по различным полям севооборота с плодосменным принципом чередования культур. В целом по обеспеченности продуктивной влагой на момент посева все культуры имели очень хорошие запасы. Несколько ниже, но также хорошие запасы влаги имели поля перед посевом пшеницы после льна, а также перед посевом льна. При этом запасы влаги после зернобобовых культур характеризовались как очень хорошие, благодаря хорошим осенним осадкам, а также мульчирующему слою, который позволяет сохранять накопленные в почве осадки.

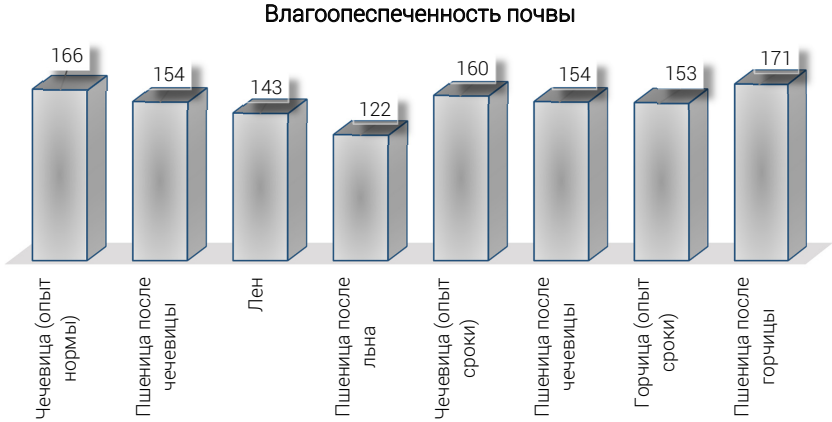


Рисунок 1 – Запасы продуктивной влаги перед посевом в плодосменном севообороте, 2024 г.

Стоит отметить, что благоприятные условия мая и года в целом позволили хорошо развиваться растениям, при этом были отмечены большие трудности с эффективной защитой растений от болезней и ростом сорной растительности (таблица 4).

Таблица 4 – Засоренность посевов в зависимости от места культуры в севообороте по вариантам опыта, 2024 г.

Культура	Количество сорняков, шт./м²			Сырая масса сорняков, г/м²	Сухая масса сорняков, г/м²
	всего	в том числе			
		однолет.	многолет.		
Пшеница после чечевицы	13,4	12,0	1,4	15,8	2,1
Пшеница после льна	17,8	16,8	1,0	21,8	3,0
Пшеница после горчицы	19,0	17,2	1,8	24,0	3,2
Чечевица	6,0	6,0	0,0	7,5	0,7
Лён	8,0	8,0	0,0	11,2	1,3
Горчица	12,8	12,0	0,8	16,2	1,4

При этом на пшенице, возделываемой после чечевицы и горчицы отмечено наибольшее количество многолетних сорняков 1,4 и 1,8 шт./м². Из двудольных культур слабую степень засорённости имела горчица. Количество сорняков насчитывалось 12,8 шт./м² и в основной массе было представлено однолетними видами. Близкую к очень слабой степени засорённости имела чечевица – 6,0 шт./м². Также слабая степень засорённости была отмечена на посевах льна – 8,0 шт./м², хотя отнесение к данной степени скорее формальное, так как данное количество сорняков – это нижняя граница по характеристике и к тому же представлена только однолетними видами сорняков.

Результаты анализа данных 2024 г., полученных по урожайности изучаемых культур, позволили выявить следующее. Применение плоскорезной обработки перед посевом чечевицы в сравнении с прямым посевом не показало существенных различий в урожайности (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность культур, возделываемых в плодосменном севообороте, 2024 г.

Поле севооборота	Вариант	Урожайность, ц/га					Прибавка, %
		1	2	3	среднее	+/– к контролю	
Чечевица	(К) 1,9 млн. шт./га	10,36	8,96	10,79	10,04	–	–
	1,6 млн. шт./га	8,16	8,79	8,42	8,46	–	–
	1,3 млн. шт./га	9,48	8,12	9,06	8,89	–	–
	Плоскорезная зябь (мин. обработка)	9,42	10,4	10,6	10,14	–	–
	Прямой посев (К) (нулевая обработка)	10,36	8,96	10,79	10,04	–	–

Продолжение таблицы 5

НСР05 (нормы высева) = 1,54 НСР05 (обработка почвы) = 3,02							
Лён		12,58	12,42	14,89	13,30		
Горчица	(К) 2,0 млн. шт./га	5,54	5,36	5,18	5,36	–	–
	1,7 млн. шт./га	6,8	6,8	7,25	6,95	+1,59	+29,7
	1,4 млн. шт./га	4,26	5,36	3,62	4,41	–	–
НСР05 = 1,33							
Пшеница после чечевицы		25,1	25,0	29,73	26,61		
Пшеница после льна		23,15	22,28	23,16	22,86		
Пшеница после горчицы		19,69	18,60	21,86	20,05		
НСР05 = 2,84							

При изучении нормы высева чечевицы, стоит отметить, что снижение нормы высева семян на 1 га не привело к увеличению урожайности в 2024 г. Урожайность на контрольном варианте оказалась наилучшей в условиях 2024 г. и составила 10,04 ц/га.

Изучение нормы высева горчицы в условиях 2024 г. показало, что некоторое уменьшение нормы высева на 0,3 млн. всх. зерен на 1 га обеспечило прибавку урожая на 29,7%, относительно контрольной нормы высева 2,0 млн. всх. зерен на 1 га и составила 6,95 ц/га.

Выводы. Данные, полученные нами, свидетельствуют о том, что все культуры плодосменного севооборота на момент посева, в условиях 2024 г. имели хорошую и удовлетворительную обеспеченность продуктивной влагой.

В 2024 г. посевы пшеницы, возделываемые после чечевицы и горчицы, имели наибольшую степень засорённости многолетними сорняками – 1,4 и 1,8 шт./м^2 соответственно. Горчица продемонстрировала наименьшую засорённость (12,8 шт./м^2) в основном однолетними сорняками. Чечевица также отличалась низкой засорённостью (6,0 шт./м^2), лён также имел слабую засорённость (8,0 шт./м^2) однолетними сорными растениями.

Урожайность пшеницы в плодосменном севообороте показала неплохие результаты для условий данного года. Наилучший урожай пшеницы был получен на посевах после чечевицы (26,61 ц/га).

Благодарность. Статья подготовлена в рамках программно-целевого финансирования МСХ РК на 2024-2026 гг. по научно-технической программе «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» (BR22885719).

Литература

1. Paroda R.S., Suleimenov M., Yusupov H., Kireyev A., Medeubayev R., Martynova L., Yusupov K. Crop Diversification for Dryland Agriculture in Central Asia // Challenges and Strategies of Dryland Agriculture. – 2015. – P.139-150.

2. Сулейменов М.К. Сберегающее плодосменное земледелие Северного Казахстана // Новости науки Казахстана. – 2013. – №4 (118). – С.9-27.

3. Сулейменов М.К., Каскарбаев Ж.А. Принципы сберегающего земледелия в Центральной Азии // В сборнике: Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. Монография. В 5 томах. – М., 2018. – С.69-73.

4. Сулейменов М.К., Каскарбаев Ж.А., Акшалов К.А. Development of Tillage Theory in Northern Kazakhstan // Новости науки Казахстана. – 2015. – №1 (123). – С.115-123.

5. Anderson R.L. A Multi-Tactic Approach to Manage Weed Population Dynamics in Crop Rotations // Agronomy Journal. – 2005. – №97 (6). https://doi.org/10.2134/agronj2005.0194.

6. Gan Y., Hamel C., O'Donovan J.T., Cutforth H.W., Zentner R.P., Campbell C., Niu Y., Poppy L. Diversifying Crop Rotations with Pulses Enhances System Productivity // Scientific Reports. – 2015. – №5 (1): 14625. https://doi.org/10.1038/srep14625.

7. Herridge D.F., Peoples M.B., Boddey R.M. Global Inputs of Biological Nitrogen Fixation in Agricultural Systems // Plant and Soil. – 2008. – №311. – P.1-18. http://dx.doi.org/10.1007/s11104-008-9668-3.

УДК 632.51

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ КУЛЬТУР ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ И НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БОРЬБЕ С НИМИ

Худякова В.П., Разумова Е.В., Заречина А.К.

г. Воронеж, Российская Федерация

Воронежский филиал ФГБУ «ВНИИКР»

Стремление человечества употреблять экологически чистые продукты питания, а также улучшать экологические условия и снижать затраты на производство сельскохозяйственной продукции, породило ежегодно возрастающий интерес к органическому сельскому хозяйству.

Одной из существенных проблем для культур органического земледелия является борьба с сорными растениями, ежегодные потери потенциального урожая от которых составляют 20-25 %. Сорняки не только снижают урожай и повышают себестоимость растениеводческой продукции, но и ухудшают ее качество; они служат резерватами болезней и вредителей культурных растений. Так, по данным перечней, подготовленных Всероссийским НИИ защиты растений, к особо опасным для продукции растительного происхождения вредным организмам относятся следующие виды сорных растений: осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) и овсюг обыкновенный (*Avena fatua* L.) [1]. В Центрально-Черноземной зоне из 454 видов сорных растений [2, 3] более 70 наносят ощутимый ущерб сельскому хозяйству.

Одной из характеристик сорного компонента любого агрофитоценоза является его видовой состав, который является определяющим фактором отрицательного влияния на рост и развитие культурных растений. Информация о нем прежде всего необходима для разработки стратегических направлений борьбы с сорняками и планирования агротехнических мероприятий. При мониторинге по установлению видового состава сорных растений необходимо фиксировать не только наиболее обильные сорняки, но и виды, находящиеся в угнетенном состоянии, массовое развитие которых возможно в отдельные годы [4].

Материалы и методы

В качестве материалов для исследования использованы данные описаний 12 агроценозов подсолнечника, сои, многолетних трав и тыквенных

культур органического земледелия Воронежской области (2025 г.). Выявление видового состава сегетальных растений проводилось маршрутным методом [5]. Описания агроценозов выполнялись в генеративную фазу большинства присутствующих в них видов сегетальной флоры в соответствии с методикой учета и мониторинга сорных растений в агроэкосистемах Н.Н. Луневой (2009) [6]. Названия таксонов сорных растений приведены по сводке Маевского П.Ф. (2014) [7]. Флористический анализ выполнен с учетом методических рекомендаций по изучению сорных растений [8, 9].

В ходе стартовых исследований агрофитоценозов культур органического земледелия (ОЗ) Воронежской области в полевой сезон 2025 г. было выявлено 54 вида растений из 45 родов, 19 семейств. Более 70% семейственно-видового спектра приходится на представителей 6 семейств (Compositae, Poaceae, Cruciferae, Polygonaceae, Fabaceae, Labiatae), которые объединяют 70 % от общего числа видов, с ядром в семействах Compositae, Cruciferae и Polygonaceae (50 % от общего числа зарегистрированных видов) Преобладание в семейственно-видовом спектре представителей Compositae и Cruciferae объясняется тем, что данные семейства входят в число ведущих в южных областях Центрально-Черноземного региона [10]. Значительная доля участия видов семейства Polygonaceae связана с локальными ландшафтно-климатическими характеристиками, спецификой выращиваемых с/х культур и особенностями их возделывания. Остальные семейства представлены 1-3 видами.

Сорная флора агроценозов культур ОЗ региона представлена исключительно травянистыми растениями. Выявленные сорные растения по продолжительности жизни и способу размножения делят на следующие типы: малолетние (однолетние и двулетние – 61,1 %) и многолетние (38,9 %). Среди однолетних сорных растений по числу видов лидируют сорные растения таких биологических групп, как яровые ранние (12 видов) – *Avena fatua* L., *Chenopodium album* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen, *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve, *Galium aparine* L., Malva pusilla Smith., *Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre, *Polygonum aviculare* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Sinapis alba* L., *S. arvensis* L., *Xanthium orientale* L.; и зимующие и озимые (10 видов) – *Bromus squarrosus* L, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic., *Coniza canadensis* (L.) Cronquist, *Delphinium consolida* L., *Lactuca serriola* L., *Medicago lupulina* L., *Sisymbrium loeselii* L., *Stachys annua* L., *Thlaspi arvense* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.

Из двулетников были зарегистрированы *Arctium lappa* L., *Carduus acanthoides* L., Hyoscyamus niger L., *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort., *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Oberna behen* (L.) Ikonn.

Среди *многолетних* сорных растений преобладают *корнеопрысковые* (16,7%) – *Cirsium arvense* (L.) Scop., C. *setosum* (Willd.) Besser, *Convolvulus arvensis* L., *Euphorbia kaleniczenkoi* Czern., E. *virgata* Waldst. & Kit, *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., Linaria vulgaris Mill., Sonchus arvensis L. и стержнекор-

невые (14,8 %) – *Centaurea scabiosa* L., *Cichorium intybus* L., Medicago falcata L., Nonea pulla DC., Rumex crispus L., Salvia stepposa Des.-Shost., S. verticillata L. Другие биоморфологические группы представлены значительно меньшим числом видов.

Из выявленных биологических групп сорняков наибольшую угрозу в посевах органического земледелия представляют корнеотпрысковые сорняки, так как представители этой биологической группы относятся к трудноискоренимым.

Мировая практика поисков биологических средств борьбы с данной группой сорных растений в настоящее время сконцентрирована на разработке биогербицидов, так как именно корнеотпрысковые сорняки являются наиболее привлекательной нишей для их использования. Это связано с количеством существующих их патогенов. Так, только для борьбы с бодяком полевым рассматривались *Phoma destructiva, Phoma hedericola, Phoma exigua, Puccinia punctiformis, Mycelia sterilia, Phomopsis cirsii, Sclerotinia sclerotiorum, Alternaria cirsinoxia, Stagonospora cirsii, Septoria cirsii, Phyllosticta cirsii* [11-13].

По данным А.С. Голубева с соавторами [14], гриб *Stagonospora cirsii* J.J. Davis., будучи продуцентом гербицидных метаболитов, способен поражать растения осота полевого, что дает возможность для разработки на его основе микогербицида для борьбы с данным сорняком. Для обеспечения максимального эффекта от использования микогербицида его не следует применять в засушливых условиях (при недостатке увлажнения и высоких температурах).

Из культуры *Drechslera avenae* (Eidam) Scharif. выделен неселективный фитотоксин пиренофорол А, который обладает гербицидным потенциалом для борьбы с овсюгом и другими сорняками [15].

Кроме того, для борьбы с *Avena fatua* L. предлагают использовать эфирные масла эвкалипта [16, 17], биоактивные сесквитерпены из амброзии [18] и даже экстракт папайи (Carica papaya L.) [19].

В других странах взамен химических средств борьбы с сорняками достаточно давно используют смеси природных продуктов, например, уксусной кислоты, экстракта лимона и клеверного масла [20]. Измельченная зеленая масса горчицы и соевая мука (норма расхода соответственно около 1 и 4 т/га) были эффективны для подавления сорняков в посевах шпината *Spinacia oleracea* L. и брокколи *Brassica oleracea* L. var. italica в условиях органического земледелия [21].

Согласно ГОСТ 33980-2016, в органическом производстве России не допускается использование синтетических гербицидов, фунгицидов, инсектицидов и других пестицидов, синтетических регуляторов роста, а также пока не зарегистрированы биологические и биорациональные гербициды [22]. В связи с этим в борьбе с сорными растениями приоритет отдается агротехническим приемам, профилактическим и предупредительным мерам.

Литература

1. Перечни опасных и особо опасных для растений и продукции растительного происхождения вредных организмов // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем : материалы III Всероссийского съезда по защите растений, СанктПетербург, 16–20 декабря 2013 года (в 3 т.) / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научноисследовательский институт защиты растений, Инновационный центр защиты растений ; ред. кол.: В. А. Павлюшин (гл. ред.) [и др.]. – СанктПетербург : Всероссийский научноисследовательский институт защиты растений, 2013. – Т. 1. – С. 459–463

2. Камышев, Н. С. Сорнополевые растения ЦентральноЧернозёмной полосы и меры борьбы с ними / Н. С. Камышев // Труды ВГУ. – Воронеж : [б. и.], 1953. – Т. 28. – С. 142–143.

3. Определитель сорняков Центрального Черноземья / К. И. Александрова, Г. И. Барабаш, Г. М. Камаева, Н. С. Камышев. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 1975. – 274 с.

4. Самсонова, В. П. Учет и картографирование сорной растительности [Текст] / В. П. Самсонова, Ю. Н. Благовещенский, М. И. Кондрашкина. – М. : Издательскоторговая корпорация «Дашков и К°», 2006. – 88 с.

5. Юрцев, Б. А. Очерк системы основных понятий флористики / Б. А. Юрцев, Р. В. Камелин // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики : материалы II рабочего совещания по сравнительной флористике. – Ленинград : Наука, 1987. – С. 242–266.

6. Лунева, Н. Н. Технологичные методы учёта и мониторинга сорных растений в агроэкосистемах / Н. Н. Лунева // Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы фитосанитарного мониторинга. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2009. – С. 39–56.

7. Маевский, П. Ф. Флора средней полосы европейской части России : 11-е изд. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 635 с. – ISBN 978-5-87317-958-9.

8. Марков, М. В. Агрофитоценология / М. В. Марков. – Москва : Издательство Казанского университета, 1972. – 270 с.

9. Минибаев, Р. Г. Сорные компоненты агрофитоценоза / Р. Г. Минибаев // Вопросы агрофитоценологии : сб. науч. тр. Башк. гос. ун-та. – Уфа : Башкирский государственный университет, 1974. – Вып. 78, № 10. – С. 19–21.

10. Бухало, М. А. Систематическая структура аборигенной флоры областей Центрально-Чернозёмья в связи с его флористическим районированием / М. А. Бухало // Ботанический журнал. – 1989. – Т. 74, № 5. – С. 638–650.

11. Guske S., Schulz B., Boyle C. Biocontrol options for Cirsium arvense with indigenous fungal pathogens. Weed Research, 2004, 44(2): 107-116 (doi: 10.1111/j.1365-3180.2003.00378.x).

12. Müller E, Nentwig W. Plant pathogens as biocontrol agents of Cirsium ar-

vense – an overestimated approach? NeoBiota, 2011, 11: 1-24 (doi: 10.3897/neobiota.11.1803).

13. Bailey K., Derby J.A., Bourdôt, G., Skipp B., Cripps M., Hurrell G., Saville D., Noble A. Plectosphaerella cucumerina as a bioherbicide for Cirsium arvense: proof of concept. BioControl, 2017, 62: 693-704 (doi: 10.1007/s10526-017-9819-7).

14. Эффективность использования Stagonospora cirsii S47 против осота полевого на посадках картофеля / А. С. Голубев, Т. А. Маханькова, В. Г. Чернуха, С. И. Редюк, П. И. Борушко, А. С. Ткач, Н. А. Павлова, А. О. Берестецкий // Сельскохозяйственная биология. – 2023. – Т. 58, № 3. – С. 447–457.

15. Kastanias M.A., Chrysayi-Tokousbalides M. Herbicidal potential of pyrenophorol isolated from a Drechslera avenae pathotype. Pest. Manag. Sci., 2000, 56(3): 227-232 (doi: 10.1002/(SICI)1526-4998(200003)56:3<227::AID-PS115>3.0.CO;2-A).

16. Benchaa S., Hazzit M., Abdelkrim H. Allelopathic effect of Eucalyptus citriodora essential oil and its potential use as bioherbicide. Chem. Biodiversity, 2018, 15(8): e1800202 (doi: 10.1002/cbdv.201800202).

17. Benchaa S., Hazzit M., Zermane N., Abdelkrim H. Chemical composition and herbicidal activity of essential oils from two Labiatae species from Algeria, Journal of Essential Oil Research, 2G19, 31(4): 335-346 (doi: 10.1080/10412905.2019.1567400).

18. Abdelgaleil S., Abdel-Razeek N., Soliman S. Herbicidal activity of three sesquiterpene lactones on wild oat (Avena fatua) and their possible mode of action. Weed Science, 2GG9, 57(1): 6-9 (doi: 10.1614/WS-08-093.1).

19. Anwar T., Qureshi H., Parveen N., Bashir R., Qaisar U., Munazir M., Yasmin S., Basit Z., Mahmood R., Nayyar B., Khani S., Khan S., Qureshi M., Wali M. Evaluation of bioherbicidal potential of Carica papaya leaves. Brazilian Journal of Biology, 2G2G, 8G(3): 565-573 (doi: 10.1590/1519-6984.216359).

20. Rimando A.M., Duke S.O. Natural products for pest management. In: ACS Symposium Series, Vol. 927. Natural products for pest management /A.M. Rimando, S.O. Duke (eds.). American Chemical Society, 2006: 2-21 (doi: 10.1021/bk-2006-0927.ch001).

21. Shrestha A., Rodriguez A., Pasakdee S., Baraelos G. Comparative efficacy of white mustard (Sinapis alba L.) and soybean (Glycine max L. Merr.) seed meals as bioherbicides in organic broccoli (Brassica oleracea var. botrytis) and spinach (Spinacea oleracea) production. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2015, 46(1): 33-46 (doi: 10.1080/00103624.2014.956884).

22. ГОСТ 33980-2016. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации [Текст]. – Введ. 01.01.2018. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 32 с.

УДК 581

TREATING CUCUMBER (CUCUMIS SATIVUS) TRANSPLANTS WITH SEAWEED EXTRACT (INDUSTRIAL WASTE) INCREASES YIELD

Shibaeva T.G., Sherudilo E.G., Rubaeva A.A.

Petrozavodsk, Russia

Institute of Biology, Karelian Research Center, Russian Academy of Sciences

One possible way to minimize the negative environmental impact of crop production is to increase the efficiency of chemical fertilizers and, consequently, reduce their use. To achieve this goal, it is possible to use biostimulants, which can increase plant productivity and improve crop quality. In recent years, seaweed extracts, a group of substances considered natural biostimulants, have received noticeably increased attention [Rouphael, Colla, 2020; Arioli et al., 2023], already accounting for approximately 15% of the global biostimulant market. In particular, they are well known for their ability to increase plant productivity and mitigate the effects of abiotic stress. Currently, seaweed extracts are obtained from several species of macroalgae, which, depending on the methods and extraction techniques used, can produce complex mixtures of biologically active substances. The most commonly used brown algae in agriculture are the genera Ascophyllum, Fucus, and Laminaria [Du Jardin et al., 2015]. Russia has large reserves of various species of seaweed, which are traditionally harvested in the Far East (Sea of Japan), the Kuril Islands, Sakhalin, Primorye, and the Sea of Okhotsk and White Sea. Studies of Laminariaceae and Fucusceae algae from the White Sea and the Sea of Japan have confirmed the general similarity of their chemical composition with the content of polysaccharides, vitamins, polyenoic fatty acids, auxins, and gibberellins, practically the same primary and secondary metabolites, and a rich composition of micro- and macroelements, typical of these taxonomic groups [Bogolitsyn et al., 2012; Klochkova et al., 2019]. This suggests that White Sea algae are a good resource for producing extracts with plant biostimulant properties. However, despite the general similarity in the chemical composition of brown algae from different seas, there are certain differences that are fundamental when assessing the potential for using their extracts in agriculture. For example, it has been established that the content of polyphenolic compounds varies significantly not only depending on the type of brown algae but also on their habitat [Bogolitsyn et al., 2019]. Species growing in the waters of the Arctic seas are distinguished by a high content of the phlorotannins fraction. Moreover, the

polyphenol content of Arctic algae can be tens of times higher than that of the same species from the southern seas [Klindukh, Obluchinskaya, 2013; Bogolitsyn et al., 2018]. This makes Arctic algae a potentially valuable raw material and suggests the potential for using the polyphenolic compounds they contain in the food, cosmetics, and pharmaceutical industries. At the same time, the high polyphenol content and their pronounced, highly diverse biological activity require special attention and careful development of methods and techniques for using brown algae extracts in agriculture (taking into account the potential inhibition of plant growth by the phenols contained in the extracts). In Russian industry, the main components extracted from brown algae are mannitol, alginic acid, and its salts. The remaining algae components are currently classified as waste [Naumov et al., 2015]. However, secondary products from brown algae processing, as demonstrated by international practice, are quite suitable for further biotechnological processing and use.

The aim of the present work was to study effect of oarweed (*Laminaria digitata* (Huds.) Lamouroux) extract (waste from the alginate production of Arkhangelsk Seaweed Plant LLC) on the yield of cucumber plants.

Materials and Methods

Oarweed (*Laminaria digitata (Huds.) Lamouroux)* extract (technical specification 10.39.30-025-41669896-2019) is a waste product of Arkhangelsk Seaweed Plant LLC. It is a dark brown liquid with a density of 1.3-1.4 g/cm3, a pH of 4, and an ash content of 34% of dry matter. Oarweed was collected in the waters of the Solovetsky Archipelago in the White Sea. *Laminaria digitata* is a large brown alga in the genus Laminaria that forms extensive thickets near open shores at depths of 4–10 m. Its high biological activity is due to organic and mineral compounds: polysaccharides, amino acids, vitamins A, D, B2, and E, minerals (I, Br, Fe, Ca, Mg, P, and S), as well as chlorophyll and fatty acids [Bogolitsyn et al., 2012].

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) (cv. Kurazh F1) served as the test object for the study.

Seedlings were grown in 0.5-liter containers with a commercial substrate at a temperature of 23°C, 70% air humidity, 250 µmol/(m2 s) PAR, and watered with a Hoagland-Arnon nutrient solution (pH 6.6). The transplants were then planted in heated plastic greenhouses at the Agrobiological Station of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences (Petrozavodsk, 61°47′ N, 34°20′ E) and grown under natural photoperiod conditions from May to August 2024 and 2025 (spring-summer rotation), following all necessary agricultural practices. The crop was harvested at the stage of technical maturity. Early (for the first two and three harvests) and total fruit yield were determined. Foliar spraying and/or watering with extract solutions (50 ml per plant) at concentrations of 0 (control), 0.5, 1, and 5 ml/L were carried out three times at two-week intervals. The first treatment was carried out at the stage of unfolded cotyledons and the third one after seedling transplantation to the

greenhouse. Each treatment contained 10 plants. The concentration range was selected based on preliminary studies. Higher concentrations (10 ml/L and above) had an inhibitory effect on plant growth.

The electrical conductivity (EC) of the solutions was measured using an Expert-002 conductometer (Econix-Expert, Russia), and the pH was measured using a Hanna HI-98199 pH meter (Hanna Instruments Ltd., UK).

The paper presents mean values and their standard errors. The significance of differences between mean values was determined using analysis of variance (LSD test) at $p<0.05$ using Microsoft Excel software.

Results

The characteristics (electrical conductivity and pH) of the oarweed extract solutions used are presented in Table 1.

Table 1 - The values of pH and electrical conductivity of oarweed extract solutions

Concentration of extract solution, ml/l	pH	Electrical conductivity of the solution, mS/cm
0 – контроль	6,3	0,07
0,5	6,1	0,23
1	6,1	0,42
5	5,9	2,13

The effects of oarweed extract (0.5-5 ml/L) on early and total cucumber yields are presented in Table 2. Foliar praying of plants with the extract resulted in an increase in early (first two harvests) and total yields at a concentration of 5 ml/l. Watering the seedlings with extract solutions proved more effective, and an increase in early and total yields was observed in all experimental treatments (0.5, 1, and 5 ml/l). The greatest increase in yield was observed in plants treated by both foliar spraying and watering with a 5 ml/l solution.

Thus, the experimental results indicate a stimulating effect of the extract, a product of oarweed processing, on plants. This effect is evident at low concentrations of the extract solution (0,5-5 ml/l) and depends on the method of application (foliar spraying and watering with extract solution). The complex composition of seaweed-based biostimulants hinders a direct link to the observed beneficial properties [Di Stasio et al., 2020]. They usually contain, depending on the extraction method, varying amounts of essential or beneficial mineral nutrients, pigments, vitamins, amino acids, betaines and other solutes such as mannitol, phenolic compounds including phlorotannins with antioxidant and metal chelating activity, phytohormones and phytohormone-like compounds, and soluble bioactive polysaccharides, the most important of

which are fucoidans, laminarins and alginic acid [Battacharyya et al., 2015; El Boukhari et al., 2020; Ali et al., 2021; Nanda et al., 2022]. In our case, the oarweed extract contained a set of minerals (K, Mg, Ca, Fe, Na, Mn, Cd) and 16 amino acids. It should be noted that the electrical conductivity of the extract solution at a concentration of 5 ml/l (2.1 mS/cm) corresponds to the value for a nutrient solution suitable for plant cultivation (0.5-2.5 mS/cm). This means that one of the reasons for the positive effect of oarweed extract on cucumber yield may be associated with providing them with the necessary complex of macro- and microelements, absent in distilled water (control). At the same time, this does not exclude the influence of biologically active substances contained in the extract.

Table 2 - Early and total yield of cucumber plants grown from transplants treated with oarweed extract solutions of varying concentrations

Treatment	Concentration of extract solution, ml/l	Early yield (two harvests), kg/m2	Early yield (three harvests), kg/m2	Total yield, kg/m2
Control	0	2,92±0,28c	5,25±0,47c	11,14±1,12c
Foliar application	0,5	2.83±0,26c	5,95±0,55b	11,68±1,78c
	1	2,91±0,31c	6,37±0,62b	12,88±1,21b
	5	4,55±0,39b	6,93±0,71a	13.83±1,30b
Watering with solution	0,5	3,58±0,31b	6,75±0,64a	13,22±1,29b
	1	4,17±0,39b	7,49±0,69a	13,75±1,30b
	5	4,80±0,40ab	8,45±0,70b	14,22±1,39b
Foliar spraying and watering with solution	0,5	3,94±0,37b	6,98±0,65a	12,65±1,23b
	1	4,37±0,41b	7,46±0,72a	13,94±1,29b
	5	5,57±0,49a	8,16±0,79a	17,83±1, 45a

Different letters indicate significant differences between the mean values at P < 0.05.

It's also worth noting that in most cases described in the literature and in this study of the positive or negative effects of alginate or mannitol extracts or waste on plants, it was not reliably determined which specific substance contained in the seaweed extract caused the specific plant response. It is possible that their effects were complex. This necessitates further accumulation of scientific data regarding the specific properties of biostimulants derived from seaweed raw materials and conducting laboratory and field trials on local agricultural crops for their subsequent use in practical plant growing.

Overall, the data obtained allows us to conclude that the oarweed extract we studied (TS 10.39.30-025-41669896-2019) can be classified as a non-microbial

plant biostimulant (in accordance with EU Regulation (2019/1009) laying down rules on the making available on the market of EU fertilizing product). Clearly, the benefits of seaweed extracts can be more fully realized in crop production, primarily through further research into their chemical (biochemical) nature and mechanisms of effects on plant productivity, as well as on certain characteristics of their food products.

The work was carried out using the scientific equipment of the Center for Collective Use of the Karelian Research Center, Russian Academy of Sciences.

Funding. This study was supported by the federal budget (Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, FMEN-2022-0004) and the World-class Research and Educational Center "Russian Arctic: New Materials, Technologies and Research Methods."

References

1. Rouphael Y. Editorial: biostimulants in agriculture / Y. Rouphael, G. Colla // Front. Plant Sci. – 2020. – Vol. 11. doi: 10.3389/fpls.2020.00040

2. Arioli T. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future / T. Arioli, S.W. Mattner, P. C. Winberg // J. Appl. Phycol. – 2015. – Vol. 27. – P. 2007–2015.

3. Du Jardin P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation / P. Du Jardin // Sci. Hortic. – 2015. – Vol. 196. – P. 3–14. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.021

4. Bogolitsyn K. G. Kompleksnoe issledovanie khimicheskogo sostava burykh vodoroslei Belogo morya [Comprehensive study of the chemical composition of brown algae in the White Sea] / K. G. Bogolitsyn, P. A. Kaplitsin, N. V. Ul'yanovskii, O. V. Pronina // Khim. Rastitel'nogo syr'ya [Chem. Plant Raw Materials]. – 2012. _№ 4. – P. 153–160 (In Russ.)

5. KlochkovaT. A., Klimova A. V., Klochkova N. G. Perspektivy ispol'zovaniya kamchatskikh laminarievykh vodoroslei v regional'nom rastenievodstve [Prospects for the use of Kamchast kelp algae in regional plant growing] / T. A. Klochkova, A. V. Klimova, N. G. Klochkova // Vestnik KamchatGTU [Bull. Kamchatka St. Tech. Univ.]. – 2019. – № 48. – P. 90–103 (In Russ.)

6. Bogolitsyn K. G. Polyphenols of Arctic brown seaweeds: extraction and polyphenol composition / K. G. Bogolitsyn, A. S. Druzhinina, D. V. Ovchinnikov, A. V. Parshina, E. V. Shul'gina, P. N. Turova, A. N. Stavrianidi // Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chem. Plant Raw Materials. – 2019. – V. 4. – P. 65–75 (In Russ.). doi: 10.14258/jcprm.2019045135

7. Klindukh M. P. Comparative study of the chemical composition of brown seaweeds Fucus vesiculosus and Ascophyllum nodosum / M. P. Klindukh, E. D. Obluchinskaya // Vestnik MGTU = Herald of MSTU. – 2013. – V. 16. – № 3. – P. 466–471

(In Russ.)

8. Bogolitsyn K. G. Polyphenols of brown seaweeds / K. G. Bogolitsyn, A. S. Druzhinina, D. V. Ovchinnikov, P. A. Kaplitsin, E. V. Shul'gina, A. V. Parshina // Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chem. Plant Raw Materials. -2018. - V. 3. - P. 5–21 (In Russ.). doi: 10.14258/jcprm.2018031898

9. Naumov I. A. Algae – a source of biopolymers, biologically active substances and a substrate in biotechnology. Part 2. Biotechnological processing of algae / I. A. Naumov, E. A. Burkova, Z. A. Kanarskaya, A. V. Kanarskyi // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin Kazan Technol. Univ. - 2015. - V. 18. - № 2. - P. 198–203.

10. Di Stasio E. Osmo-priming with seaweed extracts enhances yield of salt-stressed tomato plants / E. Di Stasio, V. Cirillo, G. Raimondi, M. Giordano, M. Esposito, A. Maggio // Agronomy. - 2020. - Vol. 10, N10. - P. 1559. doi: 10.3390/agronomy10101559.

11. Battacharyya D. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture / D. Battacharyya, M. Z. Babgohari, P. Rathor, B. Prithiviraj // Sci. Hortic. - 2015. - V. 196. - P. 39–48. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.012

12. El Boukhari M. E. M. Trends in seaweed extract based biostimulants: manufacturing process and beneficial effect on soil-plant systems / M. E. M. El Boukhari, M. Barakate, Y. Bouhia, K. Lyamlouli // Plants (Basel). - 2020. - Vol. 9, N 3. - P. 359. doi: 10.3390/plants9030359.

13. Ali O. Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: implications towards sustainable crop production / O. Ali, A. Ramsubhag, J. Jayaraman // Plants. - 2021. - Vol. 10. - P. 531. https://doi.org/10.3390/plants10030531

14. Nanda S. Utilization of seaweed-based biostimulants in improving plant and soil health: current updates and future prospective / S. Nanda, G. Kumar, S. Hussain // Int. J. Environ. Sci. Technol. - 2022. - Vol. 19. - P. 12839–12852. https://doi.org/10.1007/s13762-021-03568-9

УДК 631.44:631.43(571.13)

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ САДА ИМЕНИ А.Д. КИЗЮРИНА

Шойкин О.Д., Невенчанная Н.М., Сорокин А.А.

Г. Омск, Россия

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»

Территория сада имени А.Д. Кизюрина расположена на юго-западном склоне Прииртышского увала. Склон слабовогнутый с крутизной 2-30. Вдоль склона ориентировочно в середине территории сала промыт овраг, заросший древесными насаждениями. Территория сильно выражена по склону смытостью гумусовых горизонтов, что соответственно рельеф способствует развитию эрозии. На данной территории располагаются садовые питомники яблони, груши, смородины, облепихи, опытных участков зерновых культур. При обследовании территории обнаружены промоины по обочинам дорог вдоль склона и на обрабатываемой территории. Последнее обследование территории сада проводилось в 2002 году доцентом В.И. Убоговым, старшим преподавателем С.Д. Халиловой совместно со студентами второго курса [1]. Некоторые сведения получены по почвам территории Омского ГАУ проф. Я.Р. Рейнгардом совместно с учениками [2, 3].

На территории сада выделены основные типы почв. Основную площадь из которых занимают лугово-черноземные - 83,8%, черноземно-луговые – 11,6%, солонцы – 4,6% от общей площади [1]. По истечении 22 лет с момента последнего обследования данных типов почв возникает необходимость изучения основных почв сада им. А.Д. Кизюрина.

В связи с этим были заложены почвенные разрезы основных типов для изучения их характеристики (рисунок 1).

Разрезы были заложены в первой декаде сентября 2024 года. Анализ почвы был проведен в аналитической лаборатории организации НПО МежГеоИнвест и на кафедре агрохимии и почвоведения Омского ГАУ по общепринятым методикам.

Гумус – это основное органическое вещество почвы, содержащее питательные вещества, необходимые растениям. Гумус составляет 85-90% органического вещества почвы и является важным критерием при оценке её плодородия [4].

Гумус является важным показателем качественной характеристики почвы (рисунок 2-3).



а – тип
черноземно-луговой почвы



б – тип
лугово-черноземной почвы

Рисунок 1 – Разрезы основных типов почв сада им. А.Д. Кизюрина

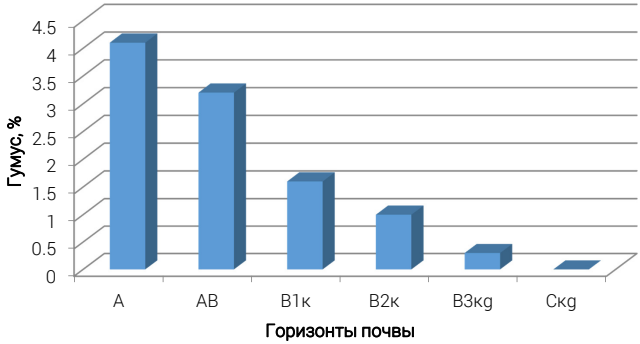


Рисунок 2 – Содержание гумуса в черноземно-луговой почве

Содержание гумуса было от 4,1% начиная с верхних горизонтов (А) с постепенным снижением до 1,0-0,3% в горизонтах $B_{2к}$-$B_{3кg}$.

В лугово-черноземной почве гумуса содержалось меньше по сравнению с черноземно-луговой так как сказался рельеф территории. Почва находится ниже по небольшому склону территории сада им. А.Д. Кизюрина где идет смытость гумуса от водных потоков. Гумус находился в диапазоне от 3,5% в горизонте А с постепенным снижением до 0,7-0,2% в переходных горизонтах В.

Влажность почвы один из важнейших параметров в сельском хозяйстве. При недостатке или избытке влаги растения могут погибнуть. Она обычно

не постоянна и может меняться в зависимости от различных условий, в которых находится почва. Может меняться по сезонам года, а также от условий использования (таблица 1).

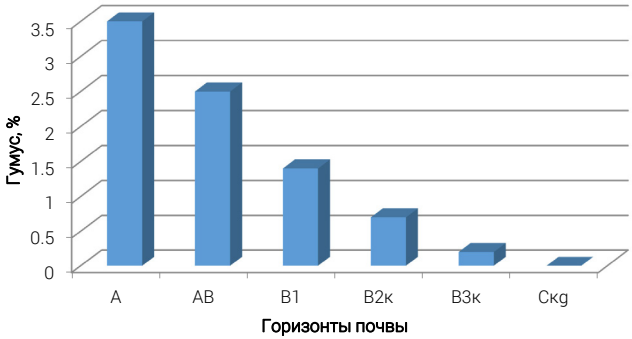


Рисунок 3 – Содержание гумуса в лугово-черноземной почве

Таблица 1 – Природная влажность в горизонтах почвы, данные 2024 года

№ п/п	Горизонты черноземно-луговой почвы	Влажность, %	Горизонты лугово-черноземной почвы	Влажность, %
1	A	16,6	A	14,8
2	AB	17,3	AB	14,5
3	B1к	15,7	B1	13,0
4	B2к	20,1	B2к	10,5
5	B3kg	20,6	B3к	9,3
6	Ckg	19,5	Ckg	8,5

Анализ данных показывает, что влажность составляет от 16,6 до 20,6% по горизонтам почвы в первом разрезе. В разрезе с глубиной по профилю влажность почвы увеличивается с АВ, но в горизонте А наблюдается содержание влажности ниже, чем в АВ. Связанно это с холодной и влажной весной. Что касается остальных горизонтов, то начиная с В2к в состав почвы входят глиняные прослойки, которые являются естественным водоупорным слоем. Во втором разрезе влажность была на уроне 14,8-13,0%, далее с глубиной идет снижение, где был легкосуглинистый и супесчаный гранулометрический состав.

Анализ данных показывает большую пестроту почвенного покрова территории сада им. А.Д. Кизюрина. Актуальным является углубленное изучение основных типов почв сада Кизюрина. Выявление границ и корректировки почвенной карты составленной в 2002 году.

Библиография

1 Убогов В.И. Изменения плодородия почв сада учхоза №1 ОмГАУ / В.И. Убогов, С.Д. Халилова // Агрохимическое и экологическое состояние почв и растений Западной Сибири : сб. науч. тр., посвященный 90-летию Омского государственного аграрного университета. – Омск : Вариант-Омск, 2008. – С. 235-249.

2 Рейнгард Я.Р. Почвы и почвенный покров зеленой зоны города Омска «Сельхозакадемическая»: монография / Я.Р. Рейнгард, Л.М. Рейнгард, С.В. Долженко, М.С. Рейнгард. – Омск: ЛИТЕРА, 2016. – 194 с.

3 Мищенко Л.Н. Почвы Западной Сибири: учеб. Пособие/ Л.Н. Мищенко, А.Л. Мельников. - Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОМГАУ, 2007. - 248 с.

4 Леонова В.В. Лабораторный практикум по почвоведению : учеб. пособие / В.В. Леонова, Л.Н. Мищенко, Ю.А. Азаренко. - Омск : Изд-во ОмГАУ, 2002. - 100 с.

УДК 631.8. 528.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСА NDVI ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ГОРОХА ПОД ВЛИЯНИЕМ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ

И.В. Шупанова, Е.В. Мамыкин, Д.С. Харитонов

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Совершенствующиеся технологии точного земледелия в последние годы динамично определяют состояние посевов на каждом конкретном участке и отслеживают развитие роста от начала вегетации до уборки, связывая агротехнические мероприятия, например с применением удобрений с продуктивностью [1].

Основным инструментом повышения урожайности сельскохозяйственных культур является внесение минеральных удобрений. Этот широко используемый прием в агроценозе, необходимый для снижения почвенной разности. Сбалансированное питание культур зависит не только от количества питательных элементов, но и обеспечения правильного соотношения между ними. Целесообразное применении удобрений поддерживает плодородие почв и обеспечивает требования сельскохозяйственных культур.

Пространственная неоднородность, отраженная энергией клеточной структуры листьев и другой фитомассой растений связана с различным содержанием поступивших и отчужденных элементов питания, а также с особенностями возделываемых технологий, рекомендуемых при возделывании культуры [2].

Спектральное дешифрование культурных растений, в том числе и гороха, характеризуется большими различиями в отражении излученных волн, помогает выявить пространственную неоднородность посевов, которая фиксируется дистанционно.

Цель данной работы, изучить влияние минеральных удобрений в традиционной и нулевой технологиях возделывания на особенности роста и развития растений гороха на основе индекса NDVI.

Применение беспилотных летательных аппаратов, в точном земледелии, представляет собой фиксацию комбинаций поглощенных и отраженных значений яркости в определенных каналах, исследуемого объекта, и

расчета по этим значениям «спектрального индекса» объекта и построения изображения, надлежащего значения, что позволяет выделить и оценить его стрессовое состояние, продуктивность и урожай [3]. В данном исследовании мы использовали наиболее популярную формулу – часто используемого показателя NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), ввиду его простого количественного показателя наземной фитомассы, рассчитываемый по формуле:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

где RED – коэффициент отражения в красной спектральной зоне, NIR коэффициент отражения в ближней инфракрасной зоне [4].

В год проведения исследования погодные условия в период вегетации (апрель-сентябрь) характеризовались теплой и сухой погодой. В течении вегетации количество выпавших осадков было неравномерным. Так, недостаток влаги наблюдался в июле и составил 12,4 мм, ниже климатической нормы на 44,6 мм. В августе наблюдалось обилие осадков – выпало 105 мм, что превышало норму на 65,2 мм выше нормы. В результате этого произошли изменения в продолжительности периода вегетации гороха и неравномерном нарастании зеленой массы и в интенсивности фотосинтетической активности. Среднесуточная температура была выше многолетних величин: в мае на 5,0°С, в июне на 2,2°С, в июле на 0,8°С. Таким образом, погодные условия связанные с динамикой выпавших осадков, позволили, в конечном итоге, получить порядочно высокую урожайность гороха, рисунок 1.

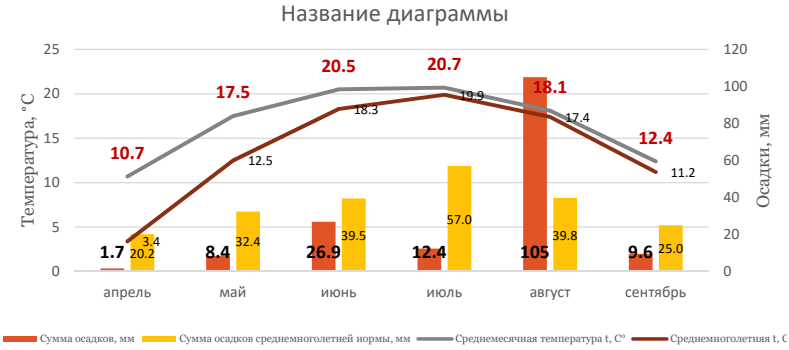


Рисунок 1 – Погодные условия в период вегетации 2025 года

Почва опытного участка представлена черноземом южным карбонатным, тяжелосуглинистым, маломощным.

Опыт закладывался 4-х кратной повторности с сортом гороха Өріс. Площадь деленки 215 м². Горох возделывали в условиях традиционной и нулевой технологиях, схема опыта включала систематическое размещение вариантов с удобрениями, со смещением. Схема вариантов применения удобрений при традиционной технологии: 1. Контроль, без удобрений; 2. Аммофос вносили в рядки при посеве в дозе P_{20}; 3. Аммофос и аммиачную селитру вносили при посеве в дозе P_{80} + N (диагностика); 4. Нитроаммофос вносили ежегодно при посеве в рядки в дозе $P_{20}N_{20}$. Варианты применения удобрений при нулевой технологии размещались по схеме: 1. Контроль, без удобрений; 2. Аммофос вносили в рядки при посеве в дозе P_{20}; 3. Аммофос и аммиачную селитру вносили при посеве в дозе P_{20} + N (диагностика); 4. Нитроаммофос вносили ежегодно при посеве в рядки в дозе $P_{20}N_{20}$. Посев проводили сеялкой СЗС-2,1 (срок, норму и глубину высева) и этапы агротехнологических операций выполнены по рекомендациям для зоны южных черноземов Акмолинской области. После фазы налива семян провели десикацию гербицидом сплошного действия Диквант в дозе 1,5 л/га. Уборку зерна гороха выполнили по делянкам, прямым комбайнированием Wintersteiger (Delta).

Фиксацию показателя индекса NDVI по поглощенному и отраженному свету проводили в последовательные периоды от начала вегетации до созревая: фаза стеблевания (формирования настоящих листьев на побеге с распущенными усиками), фазу бутонизации (рост междоузлий в длину с сформированными почками цветков), фазы цветения (завершение оплодотворения, начало роста плода), фаза налива семян (формирование и рост семян) с помощью летательного аппарата Phantom 4 Multispectral оснащенного пятиканальной мультиспектральной камерой. Аэрофотоснимки обрабатывали в программе DJI Terra, так как один и тот же фрагмент опытного участка фиксируется сразу на нескольких снимках, и в дальнейшем система, по совпадающим признакам склеивается их в единый файл. Данные векторизовали в геоинформационной системе Quantum GIS версии 3.30, наполнение в которой идет интегрированными атрибутами. Средние значения вегетационного индекса NDVI рассчитаны инструментом зональной статистики, в очертании соответствующего контура делянок по каждой дате съемки. Статистический анализ рассчитанных значений проводили в MS Office Excel. Основную статистическую обработку полученных результатов исследования выполняли по методике Доспехова Б.А. [5].

При возделывании гороха в условиях засушливого вегетационного периода наиболее важным приемом, который впоследствии ведет к повышению продуктивности посевов, считается применение удобрений. Определенная неоднородность значений индекса NDVI по изучаемым вариантам внесения минеральных удобрений в год исследования прослеживается на всех этапах онтогенеза растений гороха.

По всем делянкам вариантов стационарного опыта, наблюдалось актив-

ное нарастание значений NDVI фитомассы растений гороха с постепенным снижением значений индекса (таблица 1). В условиях традиционного и нулевого возделывания в контрольных вариантах гороха отмечены самые низкие с некоторыми отличиями значения индекса NDVI. При этом значений NDVI при традиционной технологии по вариантам опыта была выше в сравнении с нулевой.

Таблица 1 – Отображенные значения индекса NDVI в межфазные периоды вегетации гороха при традиционной и нулевой технологиях, 2025 год

Вариант	Фазы роста и развития гороха			
	Стеблевание	Бутонизация	Цветение	Налив семян
Традиционная технология возделывания				
контроль	0,55	0,73	0,74	0,49
P_{20} аф в рядки	0,62	0,75	0,79	0,56
P_{80} аф+N аа в рядки по диаг-ке	0,61	0,75	0,79	0,59
$P_{20}N_{20}$ наф ежегодно в рядки	0,63	0,75	0,79	0,55
НСР05	0,07	0,02	0,05	0,09
Нулевая технология возделывания				
контроль	0,50	0,69	0,69	0,43
P_{20} аф в рядки	0,59	0,74	0,78	0,50
P_{20} аф+N аа в рядки по диаг-ке	0,59	0,74	0,78	0,56
$P_{20}N_{20}$ наф ежегодно в рядки	0,61	0,73	0,77	0,54
НСР05	0,09	0,05	0,09	0,10

Оптическая яркость сформированной листовой и другой фитомассы гороха, стала результатом процесса роста и длительности развития межфазных периодов и варьировала в разной степени от технологии возделывания и вариантов применения удобрений в пределах 0,55-0,63 – фазу стеблевания, 0,73-0,75 – фазу бутонизации, 0,74-0,79 – фазу цветения, 0,49-0,59 – фазу налива семян при традиционной; в пределах 0,50-0,61 – фазу стеблевания, 0,69-0,74 – фазу бутонизации, 0,69-0,78 – фазу цветения, 0,43-0,56 – фазу налива семян при нулевой технологиях. Максимальные значения индекса NDVI отмечены в фазу цветения гороха (в среднем по вариантам 0,78 при традиционной и 0,76 при нулевой технологиях.

Дистанционные наблюдения за динамическими изменениями межфазных периодов спектральной отражательной чувствительности растений гороха в период их развития, по исследуемым вариантам применения удобрений позволили определить степень значений индекса по каждому варианту в очертании соответствующего контура делянки.

Наблюдаемая пространственная неоднородность значений NDVI в посевах гороха связана с различиями в дозах применения удобрений. Самое плавное сезонное развитие фотосинтетической активности наблюдалось на варианте P_{20} и $P_{20}N_{20}$ при традиционной технологии: с умеренным увеличением значений NDVI в начальном этапе развития, равномерным переходом к следующей фазе и постепенным понижением в период созревания, в сравнении с контролем, где физиологическое состояние растений было без явных симптомов торможения роста и угнетения. Аналогичная продолжительность вегетационного развития гороха при нулевой технологии отмечена при дозе P_{20} + N (диагностика) и $P_{20}N_{20}$.

Как в традиционной, так и в нулевой технологиях специфические изменения интенсивности отражения света в красном и инфракрасном диапазоне, в разной степени проявленные в процессе вегетации, сформированы дозами примененных удобрений, их количеством и качеством доступности питательных элементов растениям гороха.

В зависимости от фаз вегетационного развития отмечена тесная связь между спектральной отражательной чувствительностью растений гороха и урожаем (таблица 2). На ранних этапах межфазного развития, при формировании бобов и семян в бобе, установлена сильная связь с урожайностью коэффициентом корреляции в фазу стеблевания R=0,7 и бутонизации R=0,9 – в традиционной, и умеренное значение коэффициента (соответственно 0,6 и 0,6) – в нулевой технологии.

Таблица 2 – Результаты статистического расчета полиномиальной взаимосвязи между индексом NDVI и урожаем гороха в межфазные периоды вегетации, 2025 год

Вариант	Фазы роста и развития гороха			
	Стеблевание	Бутонизация	Цветение	Налив семян
Традиционная технология возделывания				
Коэффициент корреляции, R	0,7	0,9	0,9	0,6
Коэффициент детерминации, R^2	0,45	0,77	0,77	0,37
Нулевая технология возделывания				
Коэффициент корреляции, R	0,6	0,6	0,8	0,8
Коэффициент детерминации, R^2	0,38	0,39	0,58	0,71

Наличие достоверной связи между индексом NDVI и урожаем имело место только на этапе цветения, когда формировался размер семян, традиционная – R=0,9 и нулевая – R=0,8. При переходе к поздней фазе (налива семян) коэффициент корреляции между индексом NDVI и урожаем был достаточно высоким при нулевой технологии – 0,8, а при традиционной рассчитан умеренный коэффициент корреляции – 0,6.

Влияние внесенных при посеве доз минеральных удобрений на значения индекса NDVI растений гороха, подтверждено их изменениями и специфической реакцией фотосинтетической активности, что наблюдается в межфазные периоды сезонной вегетации и значительной связью с урожаем.

Графическое изображение статистически значимой связи между значениями индекса NDVI и урожаем зерна гороха, по вариантам применения удобрений представлены на рисунках 2 и 3.

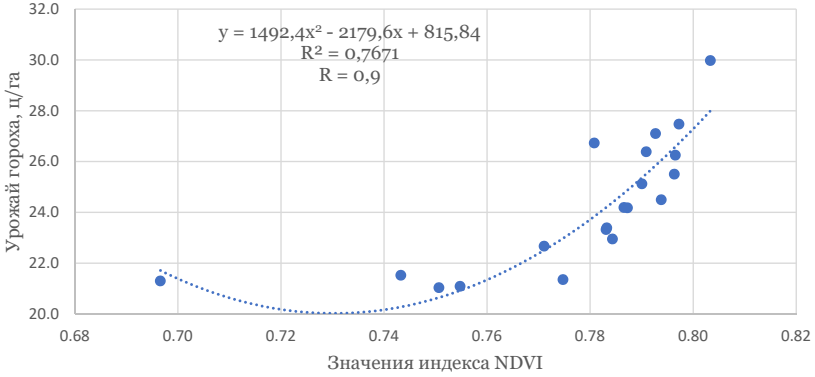


Рисунок 2 – Регрессионная модель зависимости индекса NDVI в фазу цветения и урожая зерна гороха в условиях традиционной технологии возделывания по дозам применения минеральных удобрений

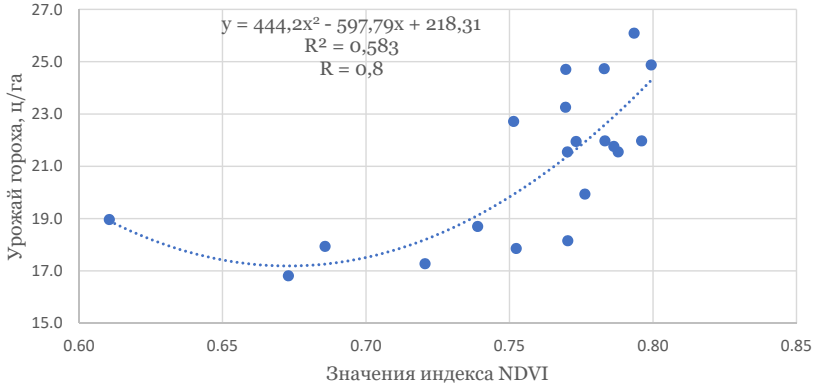


Рисунок 3 – Регрессионная модель зависимости индекса NDVI в фазу цветения и урожая зерна гороха в условиях нулевой технологии возделывания по дозам применения минеральных удобрений

Связь между индексом NDVI и урожаем гороха в условиях традиционной технологии управления посевами на этапе цветения была достаточно высокой, сила влияния примененных удобрений оказалась высокой и была равна 77% от единой изменчивости параметра в опыте. Индекс NDVI позволил оценить объем листовой и другой фитомассы, сформированной растениями гороха в период цветения образованной от доз применения минерального питания, с значением полиномиальной зависимости, которая описывается коэффициентом корреляции R=0,9 (сильная связь).

Между индексом NDVI и урожаем гороха в условиях нулевой технологии возделывания на этапе цветения так же отмечено, достоверное взаимодействие в 58% случаев, их средняя корреляционная полиномиальная связь по вариантам применения минерального питания была сформирована на уровне R=0,8 (сильная связь).

Статистически значимая корреляционная зависимость значений индекса вегетации NDVI от доз примененных удобрений перед посевом при разных технологиях возделывания культур при дистанционной оценке указывает, что по мере рационального применения минерального питания, растительная фитомасса гороха увеличивалась, и его листовые пластины имели более насыщенный зеленый цвет, то есть чем больше фотосинтетическая спектрально отражательная продуктивность культуры, тем больше интенсивность усредненных значений индекса NDVI на всех этапах межфазного роста.

На основании взаимосвязи между урожайностью и удобрениями на примере отзывчивости гороха сделан вывод, что динамика изменений урожайности в процессе роста и развития стала результатом сочетания работы удобрений, которые применяются в технологиях, направленных на получение высоких урожаев гороха [6].

При дистанционной мультиспектральной оценке посевов и мониторинга их физиологического состояния в течение всего периода вегетации на основе спектрально отражательного диапазона яркости индекса вегетации NDVI определяется реакция растений на действие условий произрастания. Поскольку этот показатель косвенной оценки реагирует на изменения величины накопленной фитомассы и свидетельствует о максимально достоверной тесноте корреляционной связи с урожайностью, что дает основание использовать индекс NDVI для надежного оценивания будущего урожая [7,8].

Наличие тесной корреляционной связи между индексом NDVI и урожаем гороха в фазу цветения, с коэффициентом корреляции R=0,9 при традиционной и R=0,8 – нулевой технологиях в условиях Акмолинской области, позволяет сделать вывод, что спектрально отражательная чувствительность растений гороха может служить одним из основных параметров при прогнозе урожайности, а возможность рассчитать ее дистанционно создает хорошие перспективы для мониторинга и разработки новых технологий

с дифференцированным управлением процессов и агротехнических мероприятий.

Финансовая поддержка. Работа выполнена в рамках ПЦФ МСХ РК: BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана на 2024-2026 гг.»

Список литературы

1 Акинчин А.В., Левшаков Л.В., Линков С.А., Ким В.В., Горбунов В.В. Информационные технологии в системе точного земледелия. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2. С. 186-199.

2 Якушев В.П., Канаш Е.В., Русаков Д.В., Якушев В.В., Блохина С.Ю., Петрушин А.Ф., Блохин Ю.И., Митрофанова О.А., Митрофанов Е.П. Корреляционные зависимости между вегетационными индексами, урожаем зерна и оптическими характеристиками листьев пшеницы при разном содержании в почве азота и густоте посева. // Сельскохозяйственная биология. 2022. Том57. № 1. С. 98-112. https://doi.org/ 10.15389/agrobiology.2022.1.98rus

3 Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы. // Геоматика. 2009. № 3. С. 28-32.

4 Вегетационный индексы для сельского хозяйства [Электронный ресурс] URL: https://eos.com/ru/blog/vegetaczionnye-indeksy/. Дата обращения: 01.04.2026.

5 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1968. С. 336.

6 Новикова Н.Е., Грошелев С.Н., Бобков С.В. Отзывчивость гороха на удобрения и регуляторы роста. // Земледелие. 2014. № 2. С. 38-40.

7 Вожегова Р., Лиховид П., Лавренко С. Взаимосвязь между нормализованным дифференцированным и зеленым покровом у зернобобовых культур. // Новітні технології в АПК: дослідження та управління. 2022. № 30(44). С. 91-97. http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2022-1-30(44)-9

8 Терехин Э.А. Информативность спектральных вегетационных индексов для дешифрования сельскохозяйственной растительности. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 4. С. 243-248.

УДК 631.5:631.582

ПРЯМОЙ ПОСЕВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Ющенко Д.Н.

г. Омск, Российская Федерация

ФГБНУ «Омский АНЦ»

В мировом земледелии Казахстан, обладающий обширными земельными ресурсами, рассматривается, как один из важнейших регионов обеспечения производства высококачественного зерна.

Рельеф местности Центрального Казахстана отличается наличием склонов и большей расчлененностью. Согласно данным Карагандинского филиала КазГПИ ГипроЗем, в структуре пашни находится более 45% почв, имеющих уклон полей более 0,5º. Почвы, сформировавшиеся на холмисто-грядовом плосковершинном рельефе, отличаются условиями для жизни растений, в первую очередь, по влагообеспеченности и тепловому режиму.

Северные склоны получают прямой солнечной радиации на 17-24% меньше, чем ровные участки, а южные склоны - на 5-18% больше. Сход снежного покрова на северных склонах наблюдается на 5-7 суток позднее, по сравнению с южными на которых почти все твердые осадки (98%) сходили за первые пять дней снеготаяния, а на северных – лишь 28%, поскольку период снеготаяния растягивается, впитывание талых вод повышается.

Опыты по изучению системы обработки почвы под посев яровой пшеницы проводили в заложенном в 2001 году стационаре опыт, в типичных для Центрального Казахстана агроландшафтах.

1. Плато водораздела между северным и южным склонами (далее «плато»). Отличается хорошим плодородием почвы, отсутствием стока и водной эрозии. Снежный покров откладывается равномерно.

2. Пологая часть северного склона (далее «северный склон»). Характеризуется хорошим плодородием, обильным и достаточно равномерным снежным покровом, незначительными проявлениями водной эрозии. Уклон местности – $1{,}65^0$.

3. Крутая часть южного склона (далее «южный склон»). Отличается высокой эрозионной опасностью. Вследствие смыва поверхностный слой почвы значительно светлее, чем на плато водораздела и северном склоне. От потери органического вещества, почва здесь более склонна к уплотнению.

Снежный покров неравномерен, его высота невелика. Уклон местности -1,53^0.

Яровая пшеница Карагандинская 22 возделывалась по традиционной технологии с применением механических обработок почвы и при прямом посеве, предусматривающий полную замену механических обработок гербицидами.

В условиях зоны сухих степей, особенно в годы с низкой урожайностью, сохраняющаяся стерня в пределах 20-30% от исходного наличия после обработки плоскорежущими орудиями не может обеспечивать противоэрозионную устойчивость поверхности полей.

А.И. Бараев указывал на то, что для надежной защиты полей от ветровой эрозии необходимо иметь на поле живой растительный покров или мульчу из растительных остатков Максимальное сохранение пожнивных остатков на поверхности поля и наименьшее распыление почвы рабочими органами сельскохозяйственных машин положены в основу почвозащитной обработки почв, применяемой в настоящее время [7].

По данным ВНИИЗХ, полученным еще в 70-е годы, при наличии на 1м^2 300 шт. стоячих стернинок даже сильно распыленная песчаная почва не подвергается ветровой эрозии.

Для оценки ветроустойчивости почвы необходимо иметь суммарный критерий, объединяющий два главных параметра – комковатость верхнего слоя и количества стерни на единице поверхности.

В наших опытах количество растительных остатков на поверхности почвы при прямом посеве было выше, в 5,8 раз (246,4 г/м^2 – по химическому пару, на традиционном паре 42,5 г/м^2).

В среднем за 4 года в слое почвы 0-30 см к концу парования при интенсивных механических обработках содержание растительных остатков снизилось на 2,01 т/га по сравнению с прямым посевом.

При посеве 2-й и 3-ей культуры после пара комковатость и сохранность стерни зависели от способов осенней обработки почвы. После глубокого рыхления почвы на 25-27см сохранялось пожнивных остатков только 19,7%.

Оставление необрабатываемой стерни и разбрасывание пожнивных остатков по поверхности поля (с учетом стерни прошлых лет) в любые по урожайности годы может обеспечить сохранность почв от дефляции, как в паровом поле, так и в последующих посевах после пара.

На южном склоне (таблица 1) при уровне урожайности 0,1-0,2 т/га достичь необходимого мульчирующего слоя не удается даже после уборки пяти урожаев.

Прямой посев обеспечивает устойчивость поля как от ветровой деятельности, так и от смыва талыми водами в весеннее время.

Согласно данных ВНИИЗХ, проявление водной эрозии наблюдается даже на склонах крутизной менее 1° [6].

Таблица 1 - Количество пожнивных остатков на поверхности поля после посева четвертой культуры севооборота, т/га

Технологии возделывания	Плато			Северный склон			Южный склон		
	всего пожнивных остатков	прошлого года	прошлых лет	всего пожнивных остатков	прошлого года	прошлых лет	всего пожнивных остатков	прош лого года	прошлых лет
Традиционная	1,13	0,90	0,04	0,82	0,80	0,02	0,17	0,15	0,02
Прямой посев	4,05	2,34	1,71	2,95	1,55	1,40	1,55	0,35	1,20

За годы исследований на вариантах с механическими обработками почвы на северном склоне объем промоин составил– 20560 см3/га., на южном 19120 см3/га. Менее значительный почвенный смыв был на вариантах без механических обработок, на химическом пару он составил 2430 см3/га на северном склоне и 1500 см3/га - на южном.

Судя по запасам влаги в метровом слое почвы, наибольшее ее накопление было на плато водораздела, затем на северном склоне и меньше всего на южном склоне. В зависимости от вариантов подготовки парового поля, прослеживается более полное накопление влаги на вариантах без механического рыхления почвы. На южном склоне различия в накоплении влаги составляли от 10 до 30%, на северном до 16%.

Согласно наблюдениям, проведенным в течение многих лет в Карагандинском НИИРС, повышенные потери влаги в весенний период происходит на склоновых почвах, как обработанных с осени, так и не обработанных, и зависят в основном от характера таяния снега. При быстром таянии снега усиливается сток влаги с поверхности полей. Кроме того, обработанная с осени сухая почва с образованием глыб теряет влаги больше, чем необработанная. Создается неравномерность увлажнения верхнего слоя при отсутствии дождей после посева, последнее приводит к неравномерности всходов.

Определение водопроницаемости почвы в зависимости от технологии обработки показало, что интенсивность поглощения влаги почвой за первые два срока определения была на варианте с зяблевой обработкой, затем при экспозиции 5 до 60 минут водопроницаемость была устойчивой при прямом посеве, особенно при экспозиции 10 и 30 минут, когда различия составляли 121,4 и 118,3% по отношению к варианту с традиционной технологией (таблица 2).

В почвенных слоях после длительного применения прямого посева, что накопление органических остатковпроисходит не только в верхних слоях, но и по всему пахотному профилю верхнего корнеобитаемого слоя. за счет разлагающейся корневой системы (таблица 3).

Таблица 2 – Водопроницаемость почвы в зависимости от технологии обработки, (2010 – 2012 гг)

Время, мин	Количество впитавшейся воды, мм				
	традиционная	прямой посев	скорость впитывания за 1 мин		в % к традиционной
			традиционная	прямой посев	
2	22	20	11,0	10,0	90,1
3	40	38	13,3	12,7	95,0
5	45	50	9,0	10,0	111,1
10	70	85	7,0	8,5	121,4
30	186	220	6,2	7,3	118,3
60	280	290	4,7	4,8	103,6
1 час	341	325	5,7	5,4	95,3
2 часа	621	598	5,2	5,0	96,3
За все время	1605	1626	7,8	8,0	101,3

Таблица 3 - Содержание растительных остатков в почвенных слоях в зависимости от технологии возделывания, г/кг почвы (2010- 2012 гг.)

Почвенные горизонты, см	Содержание органических остатков		От содержания в 0-30 см, в %		К традиционной, %
	традиционная	прямой посев	традиционная	прямой посев	
0-5	4,9	8,4	69,1	50,6	171,5
5-10	0,9	2,5	12,7	15,1	277,8
10-15	0,5	1,3	7,0	7,9	260,0
15-20	0,2	1,2	2,9	7,3	600,0
20-25	0,2	1,2	2,9	7,3	600,0
25-30	0,4	2,0	5,7	12,1	500,0
0-30	7,1	16,6	100	100	233,8

Многими исследованиями установлено, что под первой культурой после пара находится избыточное количество нитратов. Последние при недостатке фосфора отрицательно действует на рост и развитие яровой пшеницы [5].

В посевах второй и третьей культуры после пара запасы нитратов в почве постепенно снижаются, нитрификация ослабляется, их потребление не компенсируется накоплением.

Содержание в почве гумуса является одним из основных показателей плодородия, от его количества и качественного состава зависит обеспеченность растений элементами питания, формирование водно-физических свойств почвы.

В конце первой ротации зернопарового севооборота отмечается лишь

тенденция к увеличению содержания гумуса при прямом посеве на плато водораздела и на северном склоне, заметные различия получены через девять лет его применения.

Основоположники научного почвоведения В.В. Докучаев и Н.А. Костычев (1951) указывали, что приемы агротехники, направленные на создание лучших условий для роста и развития сельскохозяйственных культур, являются также приемами управления жизнедеятельностью почвенной микрофлоры.

В результате длительного отсутствия обработки, динамика почвенной биоты меняется, активизируется жизнедеятельность плесневых грибов и целлюлозо разрушающих организмов [4].

На численность и родовой состав непосредственно оказывает влияние система обработки почвы, растительные остатки и благоприятное сочетание температуры и влаги [2].

В микробиоценозе, сложившемся на вариантах с посевами пшеницы по традиционному пару, наблюдается увеличение плотности бактерий, потребляющих органические субстраты. Происходит их накопление в большей степени в посевах первой культуры пшеницы, достигая уровня 2,1 млн/г почвы

При прямом посеве яровой пшеницы предусматривает применение химических обработок посевов, которое в первое время после применения оказывают ингибирующее действие на численный и видовой состав микроорганизмов, однако впоследствии микробиологическая активность в пахотном слое почвы восстанавливается [3].

Изучение микробиоценоза яровой пшеницы, возделываемой по химическому пару, показало снижение количества бактерий, потребляющих органические субстраты. Так же подавляется развитие бактерий, усваивающих минеральные формы азота, их численность уменьшается под посевами пшеницы по химическому пару на 54%.

Почвенные грибы и целлюлоз разрушающие микроорганизмы менее чувствительны к гербицидам, в посевах пшеницы по гербицидному пару накопление отмерших сорных растений стимулирует размножение грибов и целлюлозных микроорганизмов, как под первой культурой, так и под четвертой и шестой пшеницей.

Сравнивая состояние биоценоза под посевами пшеницы, возделываемой по традиционной технологии и прямому посеву, можно отметить преимущественное распространение при механических обработках в первую очередь бактерий, потребляющих органические и минеральные субстраты, а при прямом посеве, с использованием гербицидов, происходит накопление микромицетов и целлюлоз разрушающих микроорганизмов.

Основными возбудителями болезни корневая гниль растений пшеницы на опытном участке были грибы Bipolaris sorokiniana, рода Fusarium, рода

Alternaria. Они были выделены из пораженных отрезков пшеницы из приземного слоя воздуха.

Почва не является основным источником возбудителей корневой гнили, количество конидий не превышало 20 штук на 1г почвы, прямой посев не способствует увеличению развития инфекции.

Из изучаемых вариантов подготовки пара, лучшее уничтожение сорной растительности достигалось на химическом паре. За две обработки гибель сорняков достигала 96-98%.

В условиях Центрального Казахстана для подавления сорной растительности достаточно двух гербицидных обработок, проведенных в оптимальные сроки. Вместо третьей химической обработки пара наибольший эффект даст предпосевная обработка гербицидами в последующий год перед посевом первой культуры по химическому пару. Применение прямого посева в производственных условиях сдерживается дороговизной гербицидов.

Как показали исследования, в 2010–2019 гг возможны следующие направления в снижении затрат и повышении экономической эффективной производства зерна при прямом посеве: на вариантах с посевом однолетних зернобобовых культур по химическому пару возможна уборка культуры на сено или на зерно. В связи с этим к чистому доходу, получаемому за выращенное зерно пшеницы, добавится доход от реализации получаемого сена, что повышает рентабельность производства зерна пшеницы, выращиваемой в таком севообороте несмотря на некоторое снижение его сбора посев, горохоовсяной смеси, викоовсяной смеси, суданской травы, дает возможность получать продукцию в виде сена, что повышает рентабельность севооборота.

В сельскохозяйственном производстве очень важное значение, имеют затраты рабочего времени, что позволяет проводить необходимые агроприемы в оптимальные сроки, повышать их эффективность и, следовательно, влиять на урожайность сельхозкультур. В условиях Центрального Казахстана максимальный урожай зерна яровой пшеницы, достигается при посеве в самые оптимальные сроки в течение 7-10 дней и уборке урожая за две-три недели.

Экономия рабочего времени особенно важна во время проведения сева, поскольку этот период весьма ограничен в наших условиях природными факторами. Лучшим сроком посева яровой пшеницы является 15-25 мая. При более ранних сроках растения зачастую попадают под июльскую засуху, что приводит к резкому снижению урожая. При более поздних сроках посева налив зерна совпадает с понижением температуры воздуха, особенно в ночное время, вследствие чего формируется зерно с низкими показателями его качества, особенно если попадает под ранне-осенние заморозки. Второй причиной опасности посева в более поздние сроки в засушливые годы является быстрое пересыхание верхнего слоя

почвы, при этом полевая всхожесть резко уменьшается, растения не образуют вторичную корневую систему в случае выпадения поздних осадков – неравномерность созревания. Исследованиями, установлено, что в 45% хозяйств или на 30% посевных площадей посев зерновых культур проводится своевременно, на остальной площади с отклонениями в ту или иную сторону от оптимальных сроков сева. При проведении уборки за пределами агротехнических сроков, потери урожая составляют 1,5%, а при уборке в течение 40 дней потери составят более 30%. Суммарные потери от несвоевременной уборки могут достичь 40%. В среднем 58% хозяйств имеют тракторов меньше норматива, и в результате только 30% площадей засевается в лучшие агротехнические сроки. Недостаток в комбайнах испытывают 78% хозяйств и на 93% уборочных площадей, уборка проводится в неоптимальные сроки [1].

Применение прямого посева позволяет снять напряженность замена предпосевной механической обработки гербицидной дает возможность на 40-50% ускорить проведение посевных работ.

Определение времени на подготовку 1000 га пара по различным технологиям показало, что наиболее затратным оказался традиционный механический пар, на который потребовалось 131,6 часа. Химический пар при трехкратном опрыскивании – 69-66 часов, при двукратном опрыскивании гербицидами – 46,2 часа.

В целом за ротацию пятипольного зернопарового севооборота на 1000га пашни при традиционной технологии на выращивание пшеницы требуется 624,4 часа, в то время как при прямом посеве – 364,0 часа.

Благодаря применению новых технологий, современной техники и агрохимическим усовершенствованиям, позволяющим сегодня одному фермеру справляться с работой на 1000 га и более га пашни (В. Шилленгер, 2009). Это еще один фактор в пользу прямого посева, поскольку в последнее время наметилась тенденция уменьшения численности работающих в сельскохозяйственном производстве.

Самый главный экономический эффект заключается в сохранении и даже повышении плодородия почвы, трудно оценивается экономическими показателями.

Длительное отсутствие механического рыхления почвы, начиная с парового поля, при качественной борьбе с сорняками не оказало отрицательного влияния на величину урожая, вопреки бытующему мнению.

Отказ от механических обработок почвы следует рассматривать как прогрессивное направление в земледелии, приводящее к постепенному восстановлению ее естественной структуры, вследствие изменения направленности течения почвенных процессов, активности и соотношения состава микроорганизмов. Вместо интенсивного выделения углерода из почвы, начинается его накопление, происходит иная дифференциация пахотного слоя в почве, предшествующих культур, формируются поры

и каналы, по которым влага и воздух поступают в нижние ее горизонты, накапливается мульчирующий слой, предохраняющий почву от лишнего испарения влаги и перегрева в летнее время, а также от глубокого промерзания зимой, играющий важную роль в защите почвы от ветровой и водной эрозии.

Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что прямой посев в условиях Центрального Казахстана может быть приемлем, если учесть его почвосохранную способность, то следует говорить о необходимости его применения в первую очередь на склоновых земельных участках.

Эффективность прямого посева его перспективность на данном этапе заключается в экономии энергетических ресурсов, увеличении производительности труда, что для громадных посевных площадей Казахстана имеет важнейшее значение, для повышения урожайности, поскольку позволяет проводить работы в рамках рекомендуемых сроков.

Литература

1 Бакаев Н.М. Почвенная влага и урожай. – Алма-Ата, Кайнар, 1975. – 136 с.

2 Азаров Н.К. Принципы агроландшафтной организации территории землепользования и энергосодержащие технологии возделывания зерновых // Энерго – и ресурсосбережение в земледелии аридных территорий. Материалы международной научно-практической конференции. 2000 г. – С. 10-15.

3 Сдобников С.С. Агрохимические приемы борьбы с засухой и ветровой эрозией в районах целинных и залежных земель // Материалы выездной сессии по вопросам земледелия и борьбы с эрозией почв в степных и лесостепных районах. - М., 1958. – 15 с.

4 Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия – М.: Наука, 1972. – 342 с.

5 Карамшук З.П. Динамика численности актиномицетов и целлюлозоразрушающих микроорганизмов в севообороте. Вестник науки №11. – Алматы – 1974.

6 Шашков В.П. Комплексные меры борьбы с сорняками на севере Казахстана. – Шортанды, 2007

7 Астафьев В.Л. Факторы, определяющие эффективность применения техники в современных технологиях растениеводства Казахстана. // Ноу-Тилл и плодосмен-основа аграрной политики поддержки ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства. Международная конференция. Астана - Шортанды, 2009 г.-С.181-184.

УДК 633.31: 632.4 (571.13)

ОЦЕНКА ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Якунина, С.А. Крахмалев, А.В. Дубинин

г. Омск, Россия
ФГБНУ «Омский АНЦ»

Люцерна изменчивая *(Medicágo polymorpha)* - многолетнее растение семейства Бобовые *(Fabaceae)*. Благодаря своим ценным кормовым качествам, люцерну выращивают более, чем 80 странах всех континентах земного шара. Как биологический вид она поражается большим количеством микромицетов. Повреждения обнаруживаются на корнях, корневой шейке, стебле листьях и соцветиях. В результате чего снижается урожай зелёной массы, вызывая при этом преждевременное увядание и отмирание растений [1].

В условиях Омской области ежегодно отмечается повсеместное развитие бурой пятнистости (возбудитель – сумчатый гриб *Pseudopeziza medicaginis Fckl.),* мучнистой росы (возбудитель - сумчатый гриб *Erysiphe communis Fr. f. medicaginis Dietr.),* ржавчины (возбудитель - двудомный базидиальный гриб *Uromyces striatus Schroter)* и др. вредоносных болезней.

Бурая пятнистость проявляется на листьях в виде бурых округлых пятен, сначала мелких, а позже увеличивающихся до 2-3 мм в диаметре. Кроме листьев, пятнистость поражает стебли, черешки и бобики. Вредоносность болезни заключается в преждевременном массовом опадении листьев и значительному снижению урожая семян.

Мучнистая роса проявляется во второй половине лета, образуя белый налёт на листьях черешках и стеблях в виде округлых пятен. Позже на пятнах появляются с начало жёлтые, а потом чернеющие точки - клейстотеции.

Ржавчина весной на нижней стороне листьев формируются ярко-оранжевые чашеобразные подушечки - эции. К началу цветения на нижней стороне листа и черешках образуются коричневые урединиопустулы. К концу вегетации на поражённых растениях формируются черно-бурые телиопустулы. Развитию болезни способствуют высокие температура и влажность.

Возбудители большинства болезней переносятся с помощью семян. Заражённость их комплексом фитопатогенов является одной из важнейших причин ухудшения посевных качеств. При проведении фитоэкспертизы вокруг инфицированных семян формируются микроорганизменные очаги, являющиеся стартовой площадкой для развития эпифитотий [2].

Цель работы – провести мониторинг устойчивости образцов к бурой пятнистости и оценку инфицированности семян люцерны изменчивой грибными патогенами .

Условия, материал и методика исследования.

На проявления фитопатогенов большое влияние оказывают гидротермические условия и стадия развития растения - хозяина. Погодные условия 2025 г. отличались контрастностью и не способствовали эпифитотийному проявлению мучнистой росы и ржавчины, на люцерне изменчивой в течение вегетации растений. Так, июнь характеризовался повышенными температурами и засушливостью, ГТК=0,48, а июль и август избыточным увлажнением, на фоне низких температур, ГТК июля - 2,24, а августа 1,43, что затягивало вегетацию растений и способствовало значительному инфицированию полученных семян гемибиотрофными патогенами.

На полях лаборатории селекции многолетних трав Омского АНЦ в естественных условиях проведена оценка селекционного и коллекционного материала люцерны изменчивой по устойчивости к бурой пятнистости перед первым () и вторым () укосом в 2-х кратной повторности.

Степень поражения растений определяют по площади поверхности растений, охваченной заболеванием по шкале:

0 – 5 - от отсутствия признаков поражения до мелких пятен на нижних листьях, поражено 5%

6 – 15 - хлороз и мелкие бурые пятна на 6% поверхности на нижних листьях растения: на нижних – умеренно, на верхних –15%

16 – 40 - значительная инфекция на нижней трети растения, умеренная на средних листьях, слабая на выше середины растения

41 – 65 - растение поражено до флагового листа: листья нижнего яруса сильно, среднего яруса – умеренно, флаговый лист – слабо

66 –100 Поражено все растение: флаговый лист – сильно, наблюдается гибель листьев в нижнем и среднем ярусах, инфекция на колосовых чешуях и остях [3].

Полученные семена первого и второго укоса были протестированы в лаборатории иммунитета растений, проводили биологическим методом, согласно ГОСТ 59644-2021, на твёрдой питательной среде с целью определения комплекса внешней и внутренней заражённости возбудителями. Фитоэкспертиза является наиболее точным способом для определения внутренней заражённости семян и медленно развивающихся патогенных грибов, росту которых могут помешать сапрофитные грибы и бактерии, отличающиеся более быстрым ростом. Родовой состав патогенов определяли по атласу болезней кормовых культур [4].

Результаты исследований.

Мониторинг устойчивости образцов люцерны изменчивой к бурой пятнистости проводили путём фитопатологического осмотра в условиях

естественного проявления болезни перед первым и вторым укосом. Было установлено отсутствие поражения растений перед первым укосом, независимо от возраста посевов, обусловленное неблагоприятными погодными условиями.

Во второй половине вегетации обильные осадки и оптимальные температуры способствовали развитию патогена, что позволило провести оценку к тёмно-бурой пятнистости. Полученные результаты отражены в таблице 1.

Таблица 1 - Оценка устойчивости сортов люцерны к бурой пятнистости, в % за 2025 г.

Название	2023-2025 гг.		2024-2025 гг.		Поражение, балл		
	I ук. 2.06	II ук. 20.08	I ук. 2.06	II ук. 20.08	Ср. за I ук.	Ср. за II ук.	Max.
Омская 7	0	5	-	-	0	2,5	5
Флора 7	0	10	-	-	0	5	10
Флора 8	0	5	0	10	0	7,5	10
Памяти Гончарова	0	30	-	-	0	15	30
Сп-2-99/01-282	0	10	-	-	0	5	10
Гп - 13/14к1	0	5	0	5	0	5	5
Омская 23	0	5	0	10	0	7,5	10
ГП-13/14к 9	0	10	0	5	0	7,5	10
ГП-13/14к 3	0	30	0	5	0	17,5	30
СП-2-16/17д 10	0	10	-	-	0	5	10
ГП-17/19к 2	0	10	0	5	0	7,5	10
ГП-17/19к 5	0	5	0	5	0	5	5
СГП-20/22-1	0	30	0	5	0	17,5	30

Как видно из таблицы большинство сортов люцерны, не были поражены бурой пятнистостью перед первым укосом. Оценке линий перед вторым укосом показала их поражение фитопатогеном от 5 до 30 %, что соответствует средней устойчивости и средней восприимчивости к заболеванию, в зависимости от генотипа растения-хозяина. При максимальном поражении растений (30%) выделены сорта и линии имеющие незначительное повреждение (5%): Омская 7, Гп - 13/14к1 и ГП-17/19к 5.

Семена сортов и линий люцерны изменчивой были исследованы на инфицированность фитопатогенами. На семенах отмечен комплекс фитопатогенов - грибов рода Alternaria sp., Fusarium sp. и сапрофитные грибы рода Mucor ср., Penicillum sp. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Фитоэкспертиза семян люцерны урожая 2025 г., %

Название	*Fusarium*		*Alternaria*		*Ascochyta*	
	2023-2025	2024-2025	2023-2025	2024-2025	2023-2025	2024-2025
Омская 7	34	-	35	-	4	-
Флора 7	47	-	15	-	0	-
Флора 8	52	25	34	6	3	2
Памяти Гончарова	33	-	24	-	6	-
Сп-2-99/01-282	22	-	3	-	0	-
Гп - 13/14к1	18	34	43	39	2	2
Омская 23	50	14	22	38	0	6
ГП-13/14к 9	37	34	0	13	0	3
ГП-13/14к 3	39	12	13	27	1	2
СП-2-16/17д 10	52	-	16	-	3	-
ГП-17/19к 2	6	28	3	0	1	0
ГП-17/19к 5	2	16	3	34	0	3
СГП-20/22-1	1	24	0	23	0	2

Мониторинг инфицированности семян показал, что в основном были поражены патогенами из родов *Fusarium sp. и Alternaria sp.*

Степень поражения родом *Fusarium sp.* по всем исследуемым сортам и линиям изменялась от 1 % до 52 %. Грибы рода *Alternaria sp.* не были выявлены на сортах 2023-2025 гг. - СГП-20/22-1, ГП-13/14к 9 и образце 2024-2025 гг. - ГП-17/19к 2, на всем остальном материале процент поражения варьировал от 3 до 43%.

На семенах люцерны изменчивой, также выявлены грибы рода *Ascochyta* - процент встречаемости от 1 до 6%, были обнаружены колонии родов *Penicillium sp, Mucop sp, Aspergillus sp.*

Выводы.

Таким образом, в результате проведённой оценке к бурой пятнистости выявлены устойчивые сорта и генотипы: Омская 7, Гп - 13/14к1 и ГП-17/19к 5.

Фитоэкспертиза семян люцерны изменчивой позволила выявить основные фитопатогены передающиеся через семена. Эти грибы родов *Fusarium sp. и Alternaria sp.,* зараженность ими слсславляла в среднем по опыту: 2023-2025 гг. - 48,8%, в 2024-2025гг. - 47,9%

Литература

1. Хамираев У. К., Камилов Ш. Г. Грибные болезни люцерны в Ташкентской области (Узбекистан)// Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8 №11. С. 228-234. https://doi.org/10.33619/2414-2948/84/30

2. Марченко, Л. В. Фитосанитарная оценка семян люцерны изменчивой (Medicago varia) / Л. В. Марченко // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 9(84). – С. 90-94. – EDN RDCPCP.

3. Комплексная оценка генотипов зерновых культур в селекции растений / Л. П. Россеева, Л. В. Мешкова, И. А. Белан [и др.]. – Омск : Омский аграрный научный центр, 2025. – 88 с. – EDN LEPNFW

4. Атлас болезней кормовых культур в Западной Сибири / Л. Ф. Ашмарина, И. М. Горобей, Н. М. Коняева, З. В. Агаркова. – Новосибирск : Сибирское региональное отделение Россельхозакадемии, 2010. – 179 с. – EDN SHWANT.

ГЕНОФОНД И СЕЛЕКЦИЯ

УДК 633.11:631.523:631.175:631.1:574.52

СЕЛЕКЦИЯ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

Аширбаева С.А., Сарбаев А.Т, Абдикадирова А.К.

село Алмалыбак, Казахстан

Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства

Summary. The main goal of the agro-industrial complex, which is one of the leading sectors of the economy of Kazakhstan, is food security of the country based on the production of competitive products. A significant part of agricultural land in Kazakhstan is located in the risky farming zone. The bioclimatic potential of Kazakhstan is several times lower than in the USA, European countries and many regions of Russia. Durum wheat is a priority crop in Kazakhstan. Less attention is paid to this crop by producers than to any other. The areas occupied by spring durum wheat amount to 230-240 thousand hectares annually. In this regard, agricultural science should be guided by the principles of the ecosystem approach and, first of all, a rational system of farming should be developed for each soil and climatic zone, region of the republic, ensuring the growth of production, sustainability and profitability. Therefore, in recent years, issues of yield stability, ecological plasticity of varieties have been given great importance in breeding programs, as well as in variety testing and introduction of varieties. Durum wheat (Triticum durum Desf.) is one of the most important grain crops for the production of pasta. In comparison with soft wheat, it is characterized by glassy grain with a higher content of protein and gluten, while it has a low glycemic index, due to which products made from hard wheat are considered dietary and are highly valued throughout the world. Durum wheat is a priority crop. In the grain wedge of the republic, it accounts for 3% or 235 thousand hectares of spring wheat. This crop receives less attention from producers than any other, although it is in constant demand on the domestic and foreign markets. Therefore, it is important to constantly search for reserves to increase its yield and grain quality. The leading role in this is given to the variety, since its share in the overall increase in

yield is 60 percent or more.Variety plays an even greater role in obtaining high quality products. In this case, it often acts as the only possible efficient means of production. In modern interpretation, variety is presented as a category that concentrates on:high productivity; the best technological indicators of product quality. These criteria are determined by a complex of components:high genetic potential of productivity; optimal vegetation period for the cultivation zone; resistance to stresses; complex immunity; responsiveness to cultivation technology.

Твердая пшеница в Казахстане является приоритетной культурой. Со стороны товаропроизводителей этой культуре уделяется меньше внимания, чем какой–либо другой. Площади, занятые под яровой твердой пшеницей, составляют ежегодно от 200 – 300 тыс. гектар. В этой связи, аграрная наука должна руководствоваться принципами экосистемного подхода и, прежде всего, следует разработать рациональную систему ведения сельского хозяйства для каждой почвенно-климатической зоны, района республики, обеспечивающую рост производства продукции, устойчивость и рентабельность. Поэтому в последние годы вопросам стабильности урожая, экологической пластичности сортов придают большое значение в селекционных программах, а также при сортоиспытании и внедрении сортов. Твердая пшеница (Triticum durum Desf.) является одной из наиболее важных зерновых культур для производства макаронных изделий. В сравнении с мягкой пшеницей она характеризуется стекловидным зерном с более высоким содержанием белка и клейковины, при этом обладает низким гликемическим индексом, благодаря чему продукты, произведенные из твердой пшеницы, относятся к диетическим и высоко ценятся во всем мире. Современный уровень ведения сельского хозяйства ставит вопросы поиска форм более адаптированных к узким ареалам, в создании локальных, специализированных к определенным нишам сортов и, соответственно, расширении полиморфизма по многим хозяйственно-ценным признакам Твердая пшеница является приоритетной культурой., в зерновом клине республики на ее долю приходится 6-8%. Ведущая роль в этом отводится сорту, поскольку на его долю в общем приросте урожайности приходится 60 и более процентов. Еще большая роль сорта в получении продукции высокого качества. При этом он часто выступает единственно возможным эффективным средством производства. В современной интерпретации сорт представляется как категория, в которой концентрируется: высокая продуктивность; лучшие технологические показатели качества продукции. Эти критерии определяются комплексом слагаемых:

высокий генетический потенциал продуктивности;

1. оптимальный для зоны возделывания вегетационный период;
2. устойчивость к стрессам;
3. комплексный иммунитет;
4. отзывчивость на технологию возделывания;
5. хорошее качество продукции, длительность хранения

Современные высокоурожайные сорта пшеницы – это сообщество генов или пирамида генетических комбинаций, которую используют селекционеры. В большинстве случаев они хорошо адаптированы только в условиях регионов Причем достигнутый уровень адаптивности при определенном потенциале продуктивности пшеничного растения сохраняется у новых сортов, благодаря использованию в системе сложной ступенчатой гибридизации хорошо приспособленного к условиям региона материала, собственной селекции или созданного в сходных экологических зонах На начало текущего тысячелетия можно отметить две проблемы селекции твердой пшеницы -поиски путей стабилизации уровня урожайности и качества зерна на оптимальном и экономически обоснованном уровнях и создание сортов с комплексной устойчивостью к биологическим факторам. Таким образом, в настоящее время наблюдается не столько повышение потенциала урожайности новых сортов, сколько достижение стабильности урожайности по годам, а этого можно добиться при более высоком уровне устойчивости сортов к любым стрессовым факторам внешней среды. А. А. Жученко одной из главных причин неустойчивости урожая в неблагоприятные годы объясняет стремлением к повсеместному распространению сортов интенсивного типа без учета зональных и погодных условий. В этой связи селекционеры особое внимание уделяют приспособленности сортов к условиям произрастания. Успех исследований в селекционном процессе в значительной степени зависит от наличия коллекционного материала. В настоящее время в Казахстане осуществляется Республиканская программа «Генофонд». Одна из главных задач программы–всестороннее изучение сортового и видового разнообразия культурных растений с целью выявления исходного материала для селекции. Важным шагом в этом направлении является формирование рабочих коллекций образцов по каждому селекционному признаку. Создание таких признаковых коллекций способствует выделению новых источников и доноров и на их основе- выведение новых сортов пшеницы.

Основными показателями признаковых коллекций яровой твердой пшеницы являются:

– высота растений;
– устойчивость к болезням и вредителям;
– морозо-зимостойкость
– жаро-засухоустойчивость
– длина вегетационного периода;
– продуктивность;
– технологические и макаронные качества.

Исторически сложилось, что международные общества селекционеров совместно владеют генетическими ресурсами. Наиболее важные аспекты устойчивого прогресса национальных селекционных программ – международное сотрудничество и общий генетический материал. Международные

сельскохозяйственные исследования чрезвычайно расширили доступ к широко адаптированному исходному материалу, который отличается генетическим разнообразием, так как собран из огромного количества источников.

Среди стран производителей твердой пшеницы Франция, Иран, Аргентина, Румыния. Болгария, Италия, Индия, Сирия, Канада, США, Россия есть успехи в создании новых сортов. Селекционеры ближнего зарубежья добились определенных успехов в создании сортов твердых пшениц, это Коралл, Айсберг Одесский, Черномор, Парус, (Украина) Кишиневская ранняя, Кишиневская черноколосая (Молдова), Севиндж, Джафари (Азербайджан), Джизакская (Узбекистан), Бахт, Ватан, Саодат (Таджикистан) Киргизский поулкарлик, Пишпек (Киргизия) Гергана, Загорка,.(Болгария) Зарубежный опыт селекционной работы показывает, что в основных пшенично-сеющих странах – Аргентина, Австралия, Италия, Индия, Канада, США, Мексика, Аргентина, Венгрия ,Румыния, Франция, Болгария селекция ведется на высоком теоретическом уровне, с хорошей материально-технической базой, создана группа сортов интенсивного типа с высокой урожайностью 45-50 ц/га, а на орошении 60-65 ц/га, устойчивых к полеганию и комплексным иммунитетом к болезням и вредителям. Участники сети КАСИБ, имея доступ к материалу, получаемому через СИММИТ из Мексики и других стран, могут существенно разнообразить свою коллекцию и привнести новую изменчивость в сорта твердой пшеницы. Успех трансгрессивной селекции в значительной степени зависит от удачного подбора родительских форм для гибридизации. Н.И. Вавилов в книге «Научные основы селекции пшеницы» констатировал, что, несмотря на сотни генетических исследований, вопрос о подборе пар для скрещивания разработан недостаточно. Теории подбор пар по существу нет. Основное содержание подхода к данному вопросу сводится к следующему:

– широкое географическое использование компонентов для скрещивания;

– учет генетических индивидуальностей сортов и их специфических свойств, используемых в гибридизации;

– важность сведений о видовом разнообразии селектируемой культуры;

– роль различных типов скрещиваний в создании форм с необходимым сочетанием признаков;

– необходимость комплексных исследований в поиске путей повышения эффективности селекции.

Эти положения на протяжении всего времени постоянно уточняются, дополняются многими учеными. Во многих регионах Центральной, Западной и Восточной Европы климат может стать подходящим для выращивания твердой пшеницы. Наибольший прирост пригодных для данной культуры земель оценивается в Российской Федерации. В большинстве регионов производства твердой пшеницы преобладают сорта яровой

твердой пшениц. Развитие селекционной программы по созданию сортов озимой твердой пшеницы и увеличение их доли в общем объёме производства зерна твердой пшеницы одна из стратегических задач будущего. В результате всестороннего изучения коллекции яровой и озимой твердой пшеницы мы получили уникальные данные о пластичности макаронной продукции, полученных от конкретных сортов и линий. Полученная нами разносторонняя информация о генотипах изученных сортов и о фенотипическом проявлении важных признаков расширяет возможности селекционеров при ведении селекционного процесса. Точный подбор родительских форм, обладающих конкретными аллельными вариантами нужных генов, повысит эффективность селекционного процесса. Полученные в результате наших исследований, данные особенно актуальны в нынешнее время, так как могут быть использованы в улучшении имеющихся признаков при создании новых сортов твердой пшеницы, с улучшенными свойствами и адаптивным потенциалом. Применив полученные результаты на практике, можно добиться расширения ареала возделывания твердой пшеницы, получения высоких урожаев качественного зерна твердой пшеницы, что в свою очередь обеспечит продовольственную безопасность. В этой связи актуальным направлением в решении проблемы дальнейшего увеличения урожайности и генетической устойчивости культуры к неблагоприятным факторам среды Казахстана является изучение современного потенциала генофонда твердой пшеницы и создание новых сортов национальной селекции приспособленных к разным почвенно-климатическим условиям. На начало текущего тысячелетия можно отметить две проблемы селекции твердой пшеницы- поиски путей стабилизации уровня урожайности и качества зерна на оптимальном и экономически обоснованном уровнях и создание сортов с комплексной устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды. Таким образом, в настоящее время наблюдается не столько повышение потенциала урожайности новых сортов, сколько достижение стабильности урожайности по годам. Селекционеры особое внимание уделяют приспособленности сортов к условиям произрастания. (1,2,3) Успех исследований в селекционном процессе в значительной степени зависит от наличия коллекционного материала. Важным шагом в этом направлении является формирование рабочих коллекций образцов по каждому селекционному признаку. Создание таких признаковых коллекций способствует выделению новых источников и доноров и на их основе - выведение новых сортов пшеницы. Исторически сложилось, что международные общества селекционеров совместно владеют генетическими ресурсами. Наиболее важные аспекты устойчивого прогресса национальных селекционных программ -международное сотрудничество и общий генетический материал. Участники сети КАСИБ, имея доступ к материалу, получаемому через СИММИТ из Мексики и других стран, могут существенно разнообразить свою коллекцию и внести новую изменчивость в сорта пшеницы. Теории подбора пар по существу нет. Основное содержание под-

хода к данному вопросу сводится к следующему: широкое использование географически отдаленных компонентов для скрещивания;

– учет генетических индивидуальностей сортов и их специфических свойств, используемых в гибридизации;

– важность сведений о видовом разнообразии селектируемой культуры;

– роль различных типов скрещиваний в создании форм с необходимым сочетанием признаков;

– необходимость комплексных исследований и поиск путей повышения эффективности селекции.

Эти положения на протяжении всего времени постоянно уточняются, дополняются многими учеными.

Цель исследований – изучение, формирование и использование признаковой коллекции зерновых культур для повышения иммунологического потенциала создаваемых сортов.

Материалы, методы и условия исследований. Инфекционный фон создавался с использованием инокулюма, представленный НИИПББ (Отар). В его составе имеется наибольшее количество рас. Исследования проводились по общепринятым методикам. Для усиления инфекционного фона в специализированном питомнике предварительно были активизированы споры желтой, бурой и стеблевой ржавчины путем прогревания их в чашках Петри в термостате, создания влажной камеры в эксикаторе и инициирования. Затем инокулюм смешивали с тальком в соотношении 1:100. После предварительного опрыскивания посевов водой, готовая смесь наносилась на растения. Инфекционная нагрузка составила 20 мг уредоспор на 1 кв.м. посева.

Изучаемые сортообразцы оценивались по международным шкалам:

- шкала Гасснера и Штрайба – желтая ржавчина
- шкала Мэйнса и Джексона – бурая ржавчина
- шкала Стэкмана-Левина – стеблевая ржавчина
- шкала Саари и Прескотта – септориоз

Для проведения сравнительной оценки интенсивности поражения растений ржавчиной дополнительно пользовались модифицированной шкалой Cobb's: VR (иммунный) – симптомы поражения отсутствуют; R (устойчивый) – мелкие отдельные некротические зоны; MR (умеренно устойчивый) – урединии незначительные на зеленой ткани; MS (умеренно восприимчивый) – урединии средних размеров, нет некротических, но могут быть хлоротичные пятна; S (восприимчивый) – урединии в большом количестве, уредоспоры – свободные.

Результаты исследований. Испытания проводились по схеме: 1) сбор признаковой коллекции на основе выявления их иммунологической разнородности; 2) поиск и селекционное использование эффективных генов резистентности; 3) получение и отбор новых генотипов.

Цель изучения, формирования и использования признаковой коллекции зерновых культур для повышения иммунологического потенциала создаваемых сортов. В специализированном питомнике испытывались 39 сортообразцов яровой твердой пшеницы. На основе проведенных оценок и учетов степени поражаемости сортообразцов, выявлены резистентные к видам ржавчины генотипы. На искусственно-инфекционном фоне из материала яровой твердой пшеницы было испытано всего 39 сортообразцов, в т.ч.: 22 сортообразца из питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ) и 17 сортообразцов из контрольного питомника (КП). Из сортообразцов конкурсного сортооиспытания по устойчивости к трем видам - желтая, бурая, стеблевая ржавчина выделены: д.43 (КП 82 -2/15); д.48 (КП 93 - 3/15) и д.27 (КСИ 67 - 6/14).

Таблица 1 – Выделившиеся устойчивостью к трем видам ржавчины (желтая, бурая, стеблевая) сортообразцы озимой твердой пшеницы, 2024 г.

Название	Болезни ржавчина, %/тип поражения		
	желтая	бурая	Стеблевая
КП 82 -2/15	0R	20MR	0MR
КП 93 - 3/15	0R	30MR	20R
КСИ 67 - 6/14	0R	30MR	20MR

По устойчивости (R) и умеренной устойчивости (MR) к двум видам ржавчины выделены следующие сортообразцы: д. 32 (КСИ 71 - 3/14) – к желтой и бурой; д.29(КСИ 69 - 8/14); д. 19 (19031) – к желтой и стеблевой; д. 34 (КСИ 74 - 5/14) – к бурой и стеблевой ржавчине. Также, выделились по устойчивости (R) и умеренной устойчивости (MR) сортообразцы к желтой ржавчине - д. 25 (КСИ 65 - 9/14); д.13 (19005) и д.10 (18567-6); к бурой ржавчине - д. 23 (КСИ 63 - 4/14) , д. 44 (КП 103 - 1/15); к стеблевой ржавчине - д. 30 (КСИ 70 - 2/14) и д.28 (КСИ 68 - 7/14).Из контрольного питомника (КП) умеренную устойчивость проявили: к желтой ржавчине - д.10 (12/15); к бурой ржавчине - д.78 (18/15); к стеблевой ржавчине - д.26(4/15); д.9 (7/15); д.31 (8/15); д.17 (9/15); д.27 (10/15); д.3(11/15); д.62 (14/15); д.65 (15/15); д.16 (17/5); д.78 (18/15) и д.23 (20/15). Также, была проведена оценка селекционного материала по устойчивости к септориозу на естественном фоне. Все испытанные сортообразцы поражались в средней степени. Критерием эффективности селекции может служить, естественно, только коммерческий сорт, то есть официально допущенный к использованию в производстве. К числу необходимых факторов роста и развития растений в нашей зоне на первое место выступает обеспеченность влагой. В связи с этим основное внимание уделяется засухоустойчивости. Известно, что зерновые культуры сильно страдают от периодических засух, периодически подвергаются засухе. Генетический контроль над признаком засухоустойчивости изучен очень слабо. Сейчас устойчивость к засухе трактуется как взаимо-

действие генотипа с окружающей средой. Создание засухоустойчивых и высоко адаптивных сортов является актуальнейшей задачей селекции. В результате многолетнего изучения большого объема сортообразцов мировой коллекции и коммерческих сортов по основным биологическим и хозяйственно-ценным признакам позволило выделить целый ряд продуктивных, устойчивых к полеганию и основным грибным болезням скороспелых сортов. Создание засухоустойчивых сортов для республики Казахстан имеет чрезвычайное значение так, как ее территория расположена в зоне с ограниченным и резко колеблющимся по годам количеством осадков. Программа работ по селекции яровой твердой пшеницы в Казахском НИИЗиР предусматривает выведение экологически приспособленных сортов к местным климатическим условиям, т.е. способных формировать достаточно высокий урожай в типичные для данной зоны.

Таблица 2 – Вариабельность хозяйственно – ценных признаков сортообразцов твердой пшеницы.

Признаки	Яровая твердая	
	Lim	V %
Высота растений, см.	60,5 - 115,6	8,6
Продуктивная кустистость, шт.	1,1-2,8	22,2
Длина колоса, см.	5,6-8, 0	8,9
Число колосков в колосе, шт.	13,2 -15,6	9,4
Число зерен в колосе, шт.	28,1 - 38,0	15,3
Масса зерна колоса, гр.	0,5 - 1,3	19,8
Масса зерна с растения гр.	1,0 - 2,9	28,2

Сорта яровой твердой пшеницы характеризуются высокой урожайностью, хорошими макаронными качествами, устойчивы к болезням и вредителям и полеганию. Сорт яровой твердой пшеницы Жакут 20, разновидность гордеиформе отличается крупнозерностъю, масса 1000 зерен 52-56гр., прочная, устойчивая к полеганию, соломина, плотный колос. устойчив к осыпанию. Пыльной головней не поражается, бурой и стеблевой ржавчинами поражается на уровне стандартных сортов. В условиях Алматинской и Жамбылской областях за годы 2006-2008г.г. испытания обеспечил прибавку урожайности над лучшим стандартом в 3,5-5,0 ц/га. С высокими макаронными качествами. Отличается высоким содержанием белка (16-17,5%). Фенотипическая оценка по пунктам испытания 4-5 баллов, устойчивость полеганию 4-5 баллов. Содержание клейковины – 38,8%. Оценка макаронных качеств – 4,2 балла. Сорт допущен к использованию с 2009 года по Алматинской, Жамбылской и Туркестанской областям.

Сорт яровой твердой пшеницы Сеймур 17 разновидность гордеиформе Стебель прочный, устойчивый к полеганию. Зерно средней крупности, масса 1000 зерен 48,0гр., удлиненно-овальное, белое, бороздка неглубокая.

Сорт относится к среднеспелой группе, устойчив к осыпанию. Средневосприимчив к желтой (3/30) и бурой (3/20-30) ржавчине, на уровне стандарта восприимчив к стеблевой ржавчине (3-4/30-60) Сорт урожайный, засухоустойчив, но в то же время хорошо реагирует на агрофон, т.е. обладает выраженной экологической пластичностью. Устойчив к полеганию. Содержание клейковины–35,0% Оценка макаронных качеств – 4,1 балла. Сорт допущен к использованию в Алматинской, Жамбылской, Туркестанской области.

Сорт яровой твердой пшеницы Лан Разновидность гордеиформе. Стебель прочный, устойчивый к полеганию. Зерно средней крупности, масса 1000 зерен 48,0гр., удлиненно-овальное, белое, бороздка неглубокая. Сорт относится к среднеспелой группе, устойчив к осыпанию. Средневосприимчив к желтой и бурой ржавчине, на уровне стандарта восприимчив к стеблевой ржавчине. Сорт урожайный, засухоустойчив, но в то же время хорошо реагирует на агрофон, т.е. обладает выраженной экологической пластичностью.Устойчив полеганию 4-5 баллов. Содержание клейковины–35,0%, Оценка макаронных качеств – 4,1 балла. Сорт допущен к использованию в Восточно-Казахстанской области.

Литература

1. Уразалиев Р.А. Генетические принципы адаптивной селекции растений / Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 1994.-№1.-С.15-21.

2 Самофалова Н. Е, Иличкина Н.П. Особенности селекции полукарликовых сортов тургидной и твердой озимой пшеницы. Вестник Российской Академии С-х. наук 2005г.№3 С.38-41.

3 Ионова Е. В, Самофалова Н.Е. О засухоустойчивости яровой твердой пшеницы. Селекция и семеноводство 2006г.№1 С.14-15.

4 Аширбаева С.А. Итоги и перспектива развития твердой пшеницы.»Материалы Международной конференции “Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды” 10 -12 апреля 2008 года г. Кзылорда С.125-127

5. Sharma S.N., Saln R.S. Генетическая структура, масса зерна твердой пшеницы в условиях нормального и позднего сроков посева //Wheat the Serv. – 2003. - № 96. - С. 28-32.

6. Васильчук Н.С., Попова В.М. Селекция яровой твердой пшеницы на продуктивность и устойчивость к болезням //Актуальные проблемы селекции и семеноводства зерновых культур юго-восточного региона Российской Федерации. – Саратов, 1999. – 171 с.

7. Савицкая В.А. Летова Г.М. Некоторые исследования по твердой пшенице //Селекция и семеноводство зерновых культур. - 1980. – С. 20-24.8.

8. Зеленский Ю.И., Койшибаев М.К. Генетические ресурсы устойчивости яровой пшеницы к бурой ржавчине //Развитие ключевых направлений с/х культур в Казахстане: селекция, биотехнология, генетические ресурсы. - Алматы, 2004. - С. 108-116.

УДК 633.16:632.451(574.2)

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ УСТОЙЧИВОСТИ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ К СЕПТОРИОЗУ

С.А. Бабкенова, А.Т. Бабкенов, И. А. Жирнова

п. Научный, Казахстан

«Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Казахстан – это страна с исторически сложившимися сильными сельскохозяйственными традициями, которая обладает мощным потенциалом, чтобы стать ведущим мировым производителем в эру мировой экономической нестабильности, изменения климата и неустойчивой системы ценообразования.

Сейчас, когда цены на нефть снижаются и проблемы финансового сектора набирают обороты, сельское хозяйство в Казахстане считается одним из самых перспективных секторов экономики, который действительно может стать локомотивом на пути экономического развития и придать новый импульс стратегии диверсификации экспорта страны [1].

Урожайность и ее стабильность у пшеницы определяются множеством признаков и свойств, среди которых важнейшее значение имеет продолжительность жизни листового аппарата. Ухудшение фотосинтетической деятельности растений вызывают болезни, особенно септориозной этилогии.

За последние 25 лет, внимание к септориозным болезням пшеницы усилилась. Два возбудителя *Septoria tritici* и *Septoria nodorum* из рода *Septoria* имеют огромное значение в мировом производстве пшеницы. Потери урожая зерновых культур из-за 2 болезней в мире составляют около 9 млн. тонн [2].

Одним из наиболее эффективных и экологически безопасных способов борьбы с септориозом является возделывание устойчивых и слабо- восприимчивых сортов пшеницы, однако такие сорта на данный период в РК отсутствуют.

Объективную оценку исходного материала и сортов пшеницы на устойчивость к возбудителям септориоза можно получить только при испытании их на искусственном инфекционном фоне, который является той средой, где наиболее полно проявляются защитные свойства растения при заражении патогеном (рисунок 1).

Для выявления источников устойчивости к септориозу в течение 2 лет

(2024-2025 гг.) нами испытано 218 коллекционных сортообразцов яровой пшеницы из различных эколого-географических групп. Растения заражали в фазу трубкования. Первую оценку исходного материала отмечали через 7-10 дней после инокуляции.





Рисунок 1 – Искусственный инфекционный питомник по септориозу

Оценку степени поражения растений определяли визуально по Международной шкале, которая предусматривает учет пораженной площади органов растений в % и дифференцируется следующим образом:

Степень устойчивости	RR		R		M	S		SS	
Балл поражения	9	8	7	6	5	4	3	2	1
% пораженных органов	0	5	10	15	25	40	65	90	100

По степени поражения сорта разделяют на следующие группы:

RR - очень высокая и высокая устойчивость, поражение до 0 – 5%;

R - устойчивость - поражение до 6 – 15 %;

M - слабая восприимчивость – поражение 16-25 %;

S - восприимчивость – поражение 26-65 %;

SS - высокая и очень высокая восприимчивость, поражение до 90- 100 % [3].

Проведённые нами исследования показали, что устойчивые к септориозу образцы пшеницы встречаются крайне редко.

В 2024 году по результатам иммунологической оценки в категорию устойчивых вошли 5 сортов: Triticum petropavlovsky, Cltr 7267, Алмаз – 2, Алмаз-4, Лютесценс 2205. В группу слабовосприимчивых вошли 15 номеров: LINE 654/LYUTESTSENS 186-04-61, OMSKAYA 37/TORNADO 22, LYUTESTSENS 6-04-4/, ERITROSPERMUM 85-08, LINE D 25/ LYUTESTSENS 6-04-4, Анель 16 и другие.

В 2025 году многие сорта перешли в категорию слабовосприимчивых, кроме образцов: 86 2014 050 и 2014 055 ВИР, которые вошли в группу высокоустойчивых сортов. Устойчивостью характеризовались 17 образцов: Алмаз-4, Лют. 2205, Лют. 2207, Лют.2264, Лют.2222 и др.

По результатам двухлетней иммунологической оценки стабильной устойчивостью к S. tritici обладали 2 сорта: Алмаз 4 и Лютесценс 2205. Абсолютно устойчивых к S. *tritici* не выявлено.

За два года исследования доля восприимчивого коллекционного материала была максимальной, что обусловлена появлением в популяции патогена высокоагрессивных патотипов гриба.

Полученные данные свидетельствуют об уязвимости сортов пшеницы различного эколого-географического просхождения к эпифитотийно-опасному патогену. Именно поэтому является приоритетным направлением в селекции пшеницы на иммунитет создание коллекции сортов и линии, которые могут использоваться как источники и доноры устойчивости к септориозу.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках программы целевого финансирования Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан (BR22885305)

Литература

URL:http://agrotnk.kz/press-tsentr/novosti-tnk/1268/

Eyal Z., Scharen A.L., Prescott J.M., van Ginkel M.//The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management. – 1987. P. 1-3.

Коломиец Т.М., Скатенок О.О. Отбор исходного материала из разных генетических коллекций для селекции пшеницы на устойчивость к септориозу//Современные иммунологические исследования, их роль в создании новых сортов и интенсификация растениеводства. Большие Вяземы, 2009. С. 68-74.

УДК 631.52; 632.4 (574.241)

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ЛИНИИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ РЕЗИСТЕНТНЫЕ К ЛИСТОВОЙ РЖАВЧИНЕ

Бабкенова С. А, Бабкенов А.Т., Жылкыбаев Р.С.

п. Научный, Казахстан

«Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Производство пшеницы - одно из основных отраслей сельского хозяйства республики Казахстан. Болезни зерновых культур наносят значительный ущерб урожаю. Одним из специализированных возбудителей пшеницы, распространенных во всех регионах ее возделывания является бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina Eriks*.).

Проблема борьбы против болезней с воздушно-капельной инфекцией (виды ржавчины) химическим методом в Северном Казахстане осложнена большими площадями, занятыми под восприимчивыми сортами к этим заболеваниям сортами пшеницы. За короткий срок (5-7суток) ржавчинные заболевания распространяются на несколько миллионов гектар и провести своевременную обработку посевов не всегда возможно [1].

Опыт мировой наук и сельскохозяйственной практики убедительно доказал, что наиболее эффективным и экономически выгодным способом является выведение и внедрение в производство резистентных к патогенам для получения экологически чистой продукции.

Цель наших исследований - выделить перспективные линии яровой твердой пшеницы устойчивые к листовой ржавчине.

Изучение ювенильной устойчивости образцов яровой твердой пшеницы к популяции возбудителя листовой ржавчины проводили в условиях теплицы в лаборатории иммунитета растений к болезням на базе ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева» в Акмолинской области. Материалом исследования служили 150 линии яровой твердой пшеницы. В качестве стандарта использовали сорт твердой пшеницы Дамсинская 90, который характеризуется восприимчивостью к бурой ржавчине.

Инфекционным материалом служила сборная популяция *Puccinia triticina Erikss.,* собранная во время маршрутных обследований производственных посевов яровой пшеницы и размноженная на восприимчивом сорте Дамсинская 90. Семена каждого сортообразца высевали по 10-12 шт. в пластмассовые сосуды, объемом 4000 мл. После инокуляции проростки инкубировали во влажной камере в темноте при 18±2° С и влажности 100 %

в течение 14 часов. Иммунологическую оценку проводили по стандартной лабораторной методике на проростках [2, 3, 4] в условиях контролируемой температуры и влажности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Иммунологическая оценка сортообразцов яровой пшеницы на устойчивость к листовой ржавчине в условиях теплицы

Тип реакции учитывали на 10-14 сутки после инокуляции по шкале E. B. Mains и H. S. Jackson [5]: балл 0 – иммунный, признаки заболевания отсутствуют; 0; – некрозы без пустул; 1 – высокоустойчивый, очень мелкие пустулы, окруженные некрозом; 2 – умеренно устойчивый, пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом; 3 – умеренно восприимчивый, пустулы среднего размера, без некроза; 4 – сильно восприимчивый, пустулы большого размера, без некроза; X – гетерогенный тип, пустулы на одном и том же листе разных типов, присутствуют хлорозы и некрозы. Образцы, отрезки листьев которых были с типами реакции 0, 0; и 1, рассматривали как устойчивые (R); 1-2 и 2 – умеренно устойчивые (MR); 2-3 и X – умеренно восприимчивые (MS), 3 и 4 – восприимчивые (S).

Результаты исследований

В 2024-2025 годах проведена иммунологическая оценка 150 линий из лаборатории селекции яровой твердой пшеницы.

В 2024 году из 56 перспективных линии лаборатории селекции яровой твердой пшеницы абсолютной устойчивостью характеризовались 8 номеров: 272-08-9, 156-11-9, 156-11-10, 250-06-14, 88-12-6 и др. К группе умеренно устойчивых отнесены 4 линии: 214-12-14, 299-14-6, 33-15-16 и 88-10-14. В ка-

тегорию умеренно восприимчивых вошли 10 номеров: 333-05-5, 203-00-2, 148-11-1, 88-10-14, 272-08-14.

В 2025 году среди 94 сортообразцов яровой твердой пшеницы абсолютной резистентностью обладали 3 номера: 48-16 -13, 160-16-12 и Ne Odisseo. В категорию высокоустойчивых вошли 2 линии: 132-15-13, 175-13-20 и сорт Iride. В группу умеренно устойчивых вошли 22 номера: 44-14-13, 234-15-23, 173-15-1, 33-16-1, 33-16-6, 33-16-7, 187-14-5, 38-15-6, 88-10-14, 272-08-14, 221-15-4, 270-16-13, 214-12-14, 339-13-8, 217-14-8, 169-14-5, 345-13-9, 348-13-6, Duraking, SVEVO, Ne Obelix, Славута. Умеренной восприимчивостью характеризовались 15 сортообразцов: 173-15-4, 272-08-9, 88-12-6, 93-13-3, 124-11-15, 21-17-1, 239-16-15, 145-13-12, 292-13-7, 73-15-11, 193-14-21, 271-14-6, 168-11-9, 69-08-2, Grekalle.

По результатам иммунологической оценки, проведенной в 2024-2025 г.г. выделены 2 линии, которые отнесены к умеренно устойчивым: 214-12-4 и 88-10-14. В группу умеренно восприимчивых вошли 3 номера: 272-08-9, 88-12-6 и 339-13-8.

Выделенные линии яровой твердой пшеницы будут рекомендованы для дальнейшего использования в селекции яровой твердой пшеницы на устойчивость к листовой ржавчине.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках программы целевого финансирования Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан (BR24892821)

Литература

1. Койшибаев М.К. Болезни зерновых культур. Алматы, 2002. 368 с.

2. Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселева М.И., Жемчужина А.И., Смирнова Л.А., Щербик А. А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржав чине (методическое пособие), Москва: РС дизайн, 2012, 93 с.

3. Койшибаев М. К. Болезни пшеницы. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Анкара, 2018, 365с.

4. Long D.L., Kolmer J.A. A North American system of nomenclature for Puccinia recondita f. sp. tritici. Phytopathology, 1989, № 79 (5), p. 525-529.

5. Mains E.B., Jackson H.S. Physiological specialization in leaf rust of wheat, Puccinia triticina Erikss // Phytopathology. 1926. V. 16. P. 89-120.

УДК 631.524.85:633.11.»321» (571.1)

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МАТЕРИАЛА КАСИБ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Белан И.А., Россеева Л.П., Пугачева Н.С., Игнатьева Е.Ю.

Г. Омск, Россия
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

Введение. В настоящее время существует высокая потребность в короткостебельных сортах с высоким потенциалом продуктивности, устойчивых к грибным патогенам, обладающих повышенной засухоустойчивостью и более коротким вегетационным периодом [1]. В связи с этим перед селекционерами стоит традиционная задача создания сортов, обладающих устойчивостью к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды [2–4]. Особое значение для селекционеров имеет наличие исходного материала и информация о экологической адаптивности сортообразцов, которые планируются для передачи на ГСИ. Поэтому результаты испытаний в разных зонах России и Казахстана, проводимые участниками КАСИБ, очень важны для селекционеров.

Новизна исследований заключается в комплексном испытании сортов и линий питомника КАСИБ в 2021 и 2022 гг., а также выделении генотипов, представляющие интерес для селекционеров в качестве генисточников ценных признаков.

Цель исследований – оценка сортов и линий пшеницы мягкой яровой питомника КАСИБ по основным хозяйственно-ценным признакам в условиях южной лесостепи Омской области. В задачи входило испытать в оптимальные сроки посева по паровому предшественнику 44 сорта и линии. В полевых условиях провести фенологические наблюдения, учет заболеваний, а также лабораторную оценку ряда показателей качества зерна.

Материал и методика. Исследования проводились в 2021 и 2022 гг. в зоне южной лесостепи Омской области на полях лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ». Материалом, представленным в статье, являлись сортообразцы (генотипы) яровой мягкой пшеницы, которые сравнивались с районированными сортами: Памяти Азиева (среднеранний), Дуэт (среднеспелый) и Элемент 22 (среднепоздний).

Почва опытного участка – лугово-черноземная, среднемощная, среднесуглинистая с тяжелосуглинистым гранулометрическим составом. Предшественник – чистый пар.

Посев селекционных питомников проводили сеялкой ССФК–7 М, площадь делянки 5 м^2, повторность трехкратная, норма высева 5,0 млн. всхожих се-

мян на гектар, срок посева 12 – 15 мая. При уборке урожая использовали малогабаритный селекционно-семеноводческий комбайн «HEGE-125».

Фенологические наблюдения и учеты проводили по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [5]. Селекционные сорта и линии оценивались на устойчивость к патогенам мучнистой росы в фазе взрослого растения [6], а полный технологический анализ – в лаборатории качества зерна ФГБНУ «Омский АНЦ» (г. Омск). Результаты исследований статистически обработаны по Доспехову Б.А. [7] с использованием пакета программ STATISTICA 10.0. Учеты поражения стеблевой ржавчиной сортов и линий КАСИБ, проводившиеся в динамике в Кении, позволили рассчитать уровни устойчивости (ИУ): высокий – от 0,10 до 0,35; средний – от 0,36 до 0,65; низкий – от 0,66 до 0,80 и восприимчивый – более 80 [8].

Результаты. В 2021 и 2022 гг. было проведено сортоиспытание 44 сортов и линий питомника КАСИБ, представленных 15 научными учреждениями: 6 из Республики Казахстан (15 генотипов), 9 из России (21 генотип) и 8 стандартов.

Вегетационный период (май-август) 2021 г. характеризовался засухой, средний гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,55, а в июне преобладала прохладная погода с недобором осадков. Среднемесячная температура воздуха в июне составила 16,9°С, что на 1,1°С ниже нормы, а количество осадков достигло 44,7 мм (81,3% от нормы). Однако во второй декаде температура составила 19,1оС, что на 0,7оС (78,8%) ниже нормы, а осадков выпало 21,9 мм осадков (136,8% от нормы). Такие условия способствовали росту растений и позволили объективно оценить изучаемые генотипы на устойчивость к патогену мучнистой росы и засухе.

По метеорологическим условиям 2022 г. характеризовался неравномерным увлажнением (от засухи в мае до переувлажнения в июле), что позволило оценить устойчивость к стрессам в фазы цветения и налива зерна (ГТК май-август = 1,00). Май отличался сильной засухой, что создало неблагоприятные условия как для посева, так и для всходов семян (ГТК = 0,45). Июнь был недостаточно влажным (ГТК = 1,00). В июле I и II декады характеризовались средней засухой (ГТК = 0,45 и 0,62), тогда как III декада была избыточной по увлажнению (ГТК = 4,03). Такие погодные условия июля в фазы колошения и цветения были неблагоприятны для оплодотворения завязей и формирования числа зерен в колосе. В августе I декада была недостаточная по увлажнению (ГТК = 0,80), II декада характеризовалась повышенным увлажнением (ГТК = 1,27), а III декада – очень сильной засухой (ГТК = 0,10). Таким образом, период созревания зерна у пшеницы (молочная, восковая спелости и полное созревание) оказался неблагоприятным. Восприимчивые сорта мучнистой росой были поражены на 100 %. Погодные условия обоих лет были неблагоприятны для развития ржавчинных патогенов.

Среди изученных генотипов выделено 10 среднеранних, 23 среднеспелых и 11 среднепоздних сортов и линий, табл.1. В среднем вегетационный

период у среднеранних форм составил 77 суток, среднеспелых – 83 суток, а у среднепоздних – 85 суток. Высота растений у среднеранних форм составила 96 см, среднеспелых – 97см и среднепоздних – 102см. Высота растений заметно варьировала в зависимости от года и группы спелости: в 2021 году среднеранние сорта были выше на 15,5 см по сравнению с 2022 годом, среднеспелые – на 15 см, а среднепоздние – на 23 см. Средняя урожайность среднеранних форм составила 4 т/га, а среднеспелых и среднепоздних – 4,2 т/га и 4,6 т/га, соответственно.

Таблица 1 – Результаты изучения по группам спелости сортов и линий КАСИБ, 2021 и 2022 гг.

Признак	Группа спелости								
	среднеранняя			среднеспелая			среднепоздняя		
	2021г.	2022г.	ср	2021г.	2022г.	ср	2021г.	2022г.	ср
Вегетационный период, сутки	76	78	77	83	82	83	85	86	85
Высота растения, см	103,5	88	96	105	90	97	114	91	102
Урожайность, т/га	5,06	2,96	4	5,32	3,2	4,2	5,66	3,5	4,60
Масса 1000 зерен, г.	37,1	34,5	36,0	36,2	35,2	36	35,8	34,7	35,2
Натура, г/л	784,6	754,6	770	772,6	747,7	760	774,0	751,3	762,6
Сырой протеин, %	17,7	18,7	18	17,1	18,4	17,7	17,4	18,3	17,9

Урожайность также значительно варьировала в зависимости от года исследования. В 2021 году урожайность всех групп спелости была на 2,1 т/га выше, чем в 2022 году. Кроме того, в 2021 году наблюдались более высокие значения массы 1000 зерен и натуры зерна по сравнению с 2022 годом, при этом максимальное превышение было отмечено у среднеранних сортов и линий. Однако в 2021 году было зафиксировано более низкое содержание сырого протеина, независимо от группы спелости. Варьирование урожайности в оба года было средним (Cv – 10,2% в 2021 г. и 18,3% в 2022 г.), в то время как изменчивость остальных признаков была незначительной (Cv ≤ 8,0%).

При анализе представленных данных с помощью двухфакторного дисперсионного анализа, который позволил количественно оценить влияние генотипа и условий среды на проявление признаков, было установлено, что доля влияния генотипа на вегетационный период составила 88,7%, на массу 1000 зерен – 66,1%, натуру – 64,7% и содержание сырого протеина – 72,2%. Влияние условий выращивания не превышало 30%. Погодные условия оказали значительное влияние на высоту растений и особенно на урожайность – 56,8% и 78,4%, соответственно, в то время как доля влияния генотипа была значительно ниже – 33,2% и 15,8%, соответственно. В таблице 2 представлены сорта и линии, выделенные по комплексу признаков.

В группе среднеранних сортообразцов линии Лютесценс 1356 и Лютесценс 1364 (ИЦиГ СО РАН), независимо от года исследования, характеризуются самым коротким периодом вегетации (71-73 суток) и низкорослостью (90–93см). Эти линии также отличались повышенной массой 1000 зерен, натурой, содержанием сырого протеина и урожайностью, а также высокой устойчивостью к патогену мучнистой росы. Линии 198/225-2020 (Актюбинская СХОС) и Лютесценс 176/09 (НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева) также выделились по высоте растений (90 см). Линия Чт-11 (Курганский НИИСХ) характеризовалась повышенными показателями по массе 1000 зерен, натуре зерна и урожайности. Максимальную урожайность демонстрировали сортообразцы Омская 36, Памяти Азиева, линия Чт-11 (Курганский НИИСХ), Лютесценс 1356 и Лютесценс 1364 (ИЦиГ СО РАН). В 2021 году их урожайность колебалась от 5,03 до 6,11 т/га, а в 2022 году – от 3,05 до 4,19 т/га.

Таблица 2 – Характеристика сортов и линий по фенологическим наблюдениям, показателям качества зерна и урожайности.

Сорт, линия.	Оригинатор	Вегетационный период, сутки	Высота. см	Поражение мучнистой росой, %	Масса 1000зерен, г	Натура, г/л	Сырого протеина, %	Урожайность, т/га
среднеранняя группа								
Памяти Азиева	стандарт	77	98	100	34,5	770	18,0	4,12
Омская 36		79	103	75	39,7	760	17,9	4,99
Л. 198/225-2020	Актюбинская СХОС	79	90	100	38,4	774	17,2	3,95
Лют. 176/09	НПЦЗХ им. А.И. Бараева	78	90	100	34,4	776	16,9	3,67
Лют. 2244	Карагандинская СХОС	79	98	90	35,0	777	17,8	3,72
Л. Чт-11	Курганский НИИСХ	79	102	80	37,3	796	16,7	4,67
Лют. 1356	ИЦиГ СО РАН	73	93	20	37,0	768	20,3	4,57
Лют. 1364	ИЦиГ СО РАН	72	90	0	36,8	765	20,9	4,13
среднеспелая группа								
Дуэт	стандарт	83	98	25	35,4	769	19,0	5,02
Л. 2/03-09-3	Павлодарская СХОС	84	98	60	40,3	760	18,1	4,86
Лют.77 201/09	Карабалыкская СХОС	84	98	25	38,2	779	18,1	4,26
Лют. 8-12-18	Карабалыкская СХОС	80	88	40	35,6	724	18,2	4,79
Лют. 2219	Карагандинская СХОС	82	100	90	34,5	783	17,2	4,34

Продолжение таблицы 2

Л. 23/07	Северо-Казахст. СХОС	80	93	70	36,0	772	16,9	4,19
KS 61/09-4	Агр-кс Кургансемена	81	103	30	34,7	750	16,7	4,62
Лют. 1489	Самарский НИИСХ	85	93	0	34,2	756	18,8	4,16
Агрономи-ческая5	Омский ГАУ	84	93	15	35,5	769	18,0	4,14
Лют. 76-17	Омский ГАУ	83	98	30	36,3	767	18,0	4,50
Лют.82/09-7	Омский АНЦ	81	100	35	33,1	716	19,9	4,31
Лют.136/10-1	Омский АНЦ	84	103	25	33,1	726	18,7	4,39
среднепоздняя группа								
Элемент 22	Стандарт	87	93	45	33,0	771	18,2	4,68
Л. Пт-311	Курганский НИИСХ	85	95	50	37,4	767	16,7	4,47
KS 285/12-1586	Агр-кс Кургансемена	85	95	40	34,5	763	16,6	4,50
Лют. 1462	Самарский НИИСХ	86	95	15	35,0	761	18,8	5,18
Лют. 1486	Самарский НИИСХ	86	98	0	31,9	766	18,3	4,83
Лют.71/10-4	Омский АНЦ	85	100	25	35,6	742	19,6	4,43
Челябинка	Челябинский НИИСХ	85	103	70	35,1	754	18,6	4,38
Л.1616ае14	Самарский НИИСХ	85	108	35	36,2	763	16,8	4,68

В группе среднеспелых генотипов вегетационный период у Лютесценс 8-12-18 (Карабалыкская СХОС) и Линии 23/07 (Северо-Казахстанская СХОС) оказался на три дня короче, чем у стандарта Дуэт, высота растений была ниже стандарта на 10 см и 5 см соответственно. Также на 5 см ниже стандарта отмечена высота растений у Лютесценс 1489 (Самарский НИИСХ) и Агрономическая 5 (Омский ГАУ). Линии KS 61/09-4 («Агрокомплекс Кургансемена») и Лютесценс 82/09-7 (ФГБНУ «Омский АНЦ») показали на два дня более раннее созревание и отличались высоким содержанием сырого протеина.

Все среднепоздние генотипы созревали на одни – двое суток раньше, были на 2–15 см выше по высоте растений и на 1–4,4 г по массе 1000 зерен превышали стандарт Элемент 22. Высокое содержание сырого протеина было отмечено у линии Лютесценс 71/10-4 (ФГБНУ «Омский АНЦ»), а лидером по урожайности (5,18 т/га) стал Лютесценс 1462 (Самарский НИИСХ). Обе линии из Самарского НИИСХ проявляют высокую устойчивость к мучнистой росе.

В 2021 эти сорта и линии проходили испытание на устойчивость к стеблевой ржавчине в Кении. Учеты проводись в динамике, что позволило определить их уровень устойчивости.

Результаты показали, что среди среднеранних генотипов высокий уровень устойчивости к стеблевой ржавчине проявили Линия 198/225-2020 (Актюбинская СХОС) и Линия Чт-11 (Курганский НИИСХ), с индексом устой-

чивости (ИУ) 0,20 и 0,21, соответственно. Линии Лютесценс 1356 и Лютесценс 1364 (ИЦиГ СО РАН) оказались восприимчивыми к этому патогену, их ИУ составил 1,0.

Среди среднеспелых генотипов высокую устойчивость к возбудителю стеблевой ржавчины проявили линии из Карабалыкской СХОС (Лютесценс 77 201/09 и Лютесценс 8-12-18), Карагандинской СХОС (Лютесценс 2219), Самарского НИИСХ (Лютесценс 1489), а также две линии ФГБНУ «Омский АНЦ» (Лютесценс 82/09-7 и Лютесценс 136/10-1), их ИУ не превышал 0,35. Сорт Агрономическая 5 поражался патогеном.

Большинство среднепоздних сортов и линий проявили высокую устойчивость к стеблевой ржавчине (ИУ ≤ 27%). Линии Самарского НИИСХ, Лютесценс 1462 и Лютесценс 1486, не были поражены этим патогеном. Среднюю устойчивость показали стандарт Элемент 22 и KS 285/12-1586 (ООО «Агрокомплекс Кургансемена»), в то время как сорт Челябинка (Челябинский НИИСХ) оказался восприимчивым.

В 2022 и 2023 гг. в гибридизацию были включены сорта Агрономическая 5, Терция, а также линии Л.1616ае14, Лютесценс 82/09-7 и Лютесценс 136/10-1. В настоящее время планируется изучение отобранных на ранних этапах перспективных линий из питомников СП-1 и СП-2 с участием этих родительских форм.

Перспективная линия Лютесценс 136/10-1 в 2023г. была внесена в Госреестр РФ как сорт Омская крепость (11 регион РФ), а линия Лютесценс 82/09-7 зарегистрирована в Госреестре Кыргызской Республики как сорт Омская 45 и в текущем году испытывается в Республике Казахстан.

Выводы.

– среди изученных 44 генотипов выделено – 10 среднеранних, 23 среднеспелых и 11 среднепоздних сортов и линий, которые различались по фенологическим признакам, урожайности и показателям качества зерна. Независимо от группы спелости, показатели в 2021 г. существенно превышали аналогичные данные 2022 г., за исключением содержания сырого протеина.

– двухфакторным дисперсионным анализом было установлено: доля влияния генотипа на вегетационный период составила 88,7%, на массу 1000 зерен – 66,1%, натуру – 64,7% и содержание сырого протеина – 72,2. Влияние условий выращивания не превышало 30%. Погодные условия оказывали значительное влияние на высоту растений и особенно на урожайность, составив 56,8% и 78,4% соответственно.

– учитывая данные по уровню устойчивости генотипов по стеблевой ржавчине (Кения) селекционерам в качестве исходного материала рекомендуются: среднеранние линии – Линия 198/225-2020 (Актюбинская СХОС) и Линия Чт-11 (Курганский НИИСХ); среднеспелые – Лютесценс 8-12-18 (Карабалыкской СХОС), Лютесценс 2219 (Карагандинский СХОС), Лютесценс

1489Х (Самарский НИИС), Лютесценс 82/09-7 и Лютесценс 136/10- (ФГБНУ «Омский АНЦ»); среднепоздние – Лютесценс 1462, Лютесценс 1486 (Самарский НИИСХ) и KS 285/12-1586 (ООО «Агрокомплекс» Кургансемена»).

– перспективна линия Лютесценс 136/10-1 в 2023г. внесена в Госреестр РФ как сорт Омская крепость (11 регион РФ), а линия Лютесценс 82/09-7 внесена в Госреестр Кыргызской республики как сорт Омская 45 и в текущем году испытывается в Республике Казахстан.

Литература

1. Белан И. А., Россеева Л. П., Блохина Н. П., Григорьев Ю. П., Мухина Я. В., Трубачеева Н. В., Першина Л. А. Ресурсный потенциал сортов мягкой яровой пшеницы для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):449-465. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.449-465 EDN: NTNDZB

2. Гончаров Н. П., Богуславский Р. Л., Орлова Е. А., Белоусова М. Х., Аминов Н. Х., Коновалов А. А., Кондратенко Е. Я., Гультяева Е. И. Устойчивость амфиплоидов пшениц к возбудителю бурой ржавчины. Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020;6(3):95-106. DOI: https://doi.org/10.18699/Letters2020-6-14 EDN: LPRRAW

3. Гончаров Н. П., Косолапов В. М. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(4):361-366. DOI: https://doi.org/10.18699/VJ21.039 EDN: MAZDRX

4. Белан И. А., Россеева Л. П., Григорьев Ю. П., Пахотина И. П. Высококачественный сорт пшеницы мягкой яровой Омская 44 для условий Западной Сибири и Омской области. Аграрная наука Евро-Северо Востока. 2022;23(2):174-183. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.174-183 EDN: RWNIJD

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва: ООО «Группа Компаний Море», 2019. - Вып. 1. - 384с.

6. Россеева Л.П., Мешкова Л.В., Белан И.А., Мухордова М.Е., Пахотина И.В., Николаев П.Н. Комплексная оценка генотипов зерновых культур с селекции растений: методическое пособие/ ФГБНУ «Омский АНЦ», Омск, 2025 - 88 с. ISBN 978-5-98559-059-3

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб., – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351с. – END ZJQBUD.

8. Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселева М.И., Жемчужина А.И., Смирнова Л.А., Щербик А.А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине/Методические рекомендации ВНИИФ, М., 2012. - 93с.

УДК 633.2:636.085.51:547.965

ХАРАКТЕРИСТИКА ПАСТБИЩНОЙ МАССЫ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ PSATHYROSTACHYS JUNCEA ПО АМИНОКИСЛОТНОМУ СОСТАВУ

С. М. Дашкевич, М. У. Утебаев, Н. И. Филиппова, О. О. Крадецкая, И. В. Чилимова,

п. Научный, Казахстан
«Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева»

ключевые слова: *Psathyrostachys juncea,* аминокислоты, аминокислотный скор, пастбищная масса, *гетерозис*

Качество кормовых культур определяется их питательной ценностью, которая в, основном, зависит от погодных условий и времени скашивания или стравливания растений, а также от содержания химических компонентов в растительной ткани [1]. Основным определяющим качества кормов является содержание белковых веществ, которые, в свою очередь, состоят из аминокислот.

В состав белков входят 20 различных аминокислот, которые делят на заменимые и незаменимые. Незаменимые аминокислоты не могут быть синтезированы в организме животного, или синтезированы с недостаточной скоростью для растущего организма животного. Заменимые- соответственно синтезируются в организме животного. К заменимым аминокислотам относятся: аргинин, глютаминовая кислота, глицин, аспарагиновая кислота, гистидин, серин, цистеин, тирозин, аланин и пролин. Незаменимые аминокислоты поступают в организм животных с кормом. К ним относятся: валин, метионин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, лизин, триптофан, треонин [2].

Злаковые культуры являются важными источниками белка, но содержат ограниченное количество незаменимых аминокислот, в частности лизина [3]. Например, в состав протеина овсяницы тростниковой входят аминокислоты: аспарагиновая кислота – 7,4, глютаминовая кислота – 7,8, аланина – 5,0, валина – 4,1, глицина – 3,9, пролина – 3,8, треонина – 3,3, серина – 3,2 %, и 16 лейцина – 5,8 и лизина – 4,3, аргинина – 3,8, фенилаланина – 3,7, изолейцина – 3,1, гистидина – 2,5, тирозина – 1,8, метионина – 1,5, триптофана – 0,8 г/кг [4].

Аминокислоты также необходимы для липидного обмена, для синтеза различных химических соединений: гормонов, витаминов и т.д [5].

Методика и объект исследований

Цель исследований: оценка пастбищной массы (листьев и укороченных вегетативных побегов) генетической коллекции (72 образца) и нового селекционного материала (13 родительских форм и гибридов) Psathyrostachys juncea (P. juncea) по аминокислотному составу.

Массовую долю аминокислот определяли методом капиллярного электрофореза с использованием системы КАПЕЛЬ – 105М (Россия, г. Санкт-Петербург) на основе ГОСТ Р [6]. Исследования проведены в аккредитованном Аналитическом центре по определению качества растениеводческой продукции.

Для определения истинного гетерозиса использовались данные гибридов первого поколения и их родительских форм (Абрамова, 1985) [7], степени доминирования -по формуле, разработанной Beil и Atkins, 1965) [8]:

$$Г = ист\ (F\ 1 - Р\ л)\ /Р\ л \cdot 100$$

где Гист. – способность гибридов F1 превосходить по данному признаку лучшую из родительских форм (%); F1 – среднее значение показателя у гибридов F1; Р л. – среднее значение лучшей родительской формы.

$$Нр = (F1 - Мр)/(Лр - Мр),$$

где Нр – степень доминирования; Мр – среднее значение показателя у родительских форм; Лр – среднее значение показателя лучшей родительской формы.

- 1<Нр<1, промежуточное наследование; Нр=1, полное доминирование лучшего родителя;

Нр=-1, полное доминирование худшего родителя; Нр>1, сверхдоминирование; Нр<-1, отрицательное сверхдоминирование

Результаты исследований

В процессе оценки коллекционных образцов *P. juncea* определено содержание незаменимых аминокислот в пастбищной массе растений. Из 72 изученных 18 образцов представлены в таблице 1, как самые лучшие. Наибольшее количество незаменимых аминокислот находилось в пастбищной массе двух образцов: К-1702 (валина-4,793 г/100 г, лейцина + изолейцина-10,358 г/100 г, лизина- 4,944 г/100 г, фенилаланина -4,580 г/100 г, треонина- 5,381 г/100 г, гистидина-1,299 г/100 г, метеонина- 1,529 г/100 г); К-1698 (валина-4,56 г/100 г, лейцина + изолейцина- 9,81 г/100 г, лизина- 4,692 г/100 г, фенилаланина -4,384 г/100 г, треонина- 5,165 г/100 г, метеонина- 1,311 г/100 г).

Таблица 1 – Содержание незаменимых аминокислот в пастбищной массе лучших коллекционных образцов ломкоколосника ситникового (P. juncea)

№ каталога	Происхождение, сорт	Массовая доля аминокислот, грамм в 100 грамм протеина							
		Валин Val	Лейцин + изолейцин Leu+Ile	Лизин Lys	Фенилаланин Phe	Тирозин Tyr	Треонин Thr	Гистидин His	Метионин Met
К-1684	Казахстан	4,182	9,123	4,416	4,044	2,248	4,564	1,052	1,057
К-1688	Монголия	3,373	7,652	3,721	3,318	1,642	3,721	0,512	0,955
К-1691	Казахстан	3,806	8,478	4,065	3,582	2,050	4,239	0,716	1,154
К-1697	Казахстан	4,216	9,429	4,143	4,944	4,787	3,998	1,142	1,142
К-1698	СССР	4,561	9,812	4,692	4,384	2,383	5,165	1,157	1,311
К-1702	СССР	4,793	10,358	4,944	4,580	2,654	5,381	1,299	1,529
К-1703	СССР	4,310	9,394	4,263	4,060	2,315	4,995	1,296	1,447
К-1708	СССР	4,682	8,766	4,324	3,908	2,311	4,486	1,180	1,268
К-1711	СССР	4,201	8,033	3,635	3,787	2,174	3,873	1,218	1,026
К-1713	с. Шортандинский (Казахстан)	2,719	6,308	2,962	2,883	1,933	2,485	0,730	0,810
К-1718	c.Sawki, Канада	3,145	7,482	3,625	3,378	1,900	3,686	0,888	0,931
К-1720	СССР	2,892	6,887	3,413	3,135	1,823	2,751	1,077	0,733
К-1722	Китай	3,718	8,682	3,435	3,096	1,799	3,757	1,022	1,898
К-1725	Китай	3,431	7,407	2,933	2,860	1,726	3,379	0,726	1,743
К-1733	Китай	3,360	7,353	3,644	3,412	1,862	3,152	0,317	0,832
К-1739	Россия	3,332	7,593	3,447	3,473	2,049	3,022	0,438	0,996
К-1740	Россия	3,388	7,171	3,211	3,345	1,976	3,011	0,416	1,010
К-1743	Россия	3,612	9,024	3,210	3,522	2,134	3,065	0,656	1,569
min		2,72	6,31	2,93	2,86	1,64	2,49	0,32	0,73
max		4,79	10,36	4,94	4,94	4,79	5,38	1,30	1,90
average		3,76	8,28	3,80	3,68	2,31	3,83	0,87	1,20

В таблице показаны минимальные, максимальные и средние значения содержания незаменимых аминокислот. Отмечены образцы, характеризующиеся высокими данными по отдельным аминокислотам: К-1684- по содержанию лейцина+изолейцина- 9,123 г/100г, лизина -4,416 г/100г, треонина-4,564 г/100г; К-1703- по содержанию треонина- 4,995 г/100 г, гисти-

дина-1,296 г/100г, метеонина- 1,447 г/100 г; К-1697- соответственно лейцина и изолейцина- 9,429 г/100г, фенилаланина- 4,944 г/100 г, тирозина-4,787 г/100г; К-1711- по содержанию гистидина 1,299 г/100 г.

Таблица 2 - Аминокислотный скор по незаменимым аминокислотам, содержащимся в пастбищной массе лучших коллекционных образцов ломкоколосника ситникового *(P. juncea)*

№ каталога	Происхождение, сорт	Аминокислотный скор, %					
		Валин Val	Лейцин и Изолейцин Leu+Ile	Лизин Lys	Фенилаланин Phe	Треонин Thr	Гистидин His
Содержание аминокислот в эталонном белке		4,8	7+4	5,5	3,0	4	2,0
К-1684	Казахстан	105	83	80	133	112	50
К-1688	Монголия	84	69	67	110	92	25
К-1691	Казахстан	95	77	73	116	105	35
К-1697	Казахстан	106	85	74	163	97	55
К-1698	СССР	114	89	84	143	130	65
К-1702	СССР	120	93	89	150	135	75
К-1703	СССР	108	84	78	133	122	72
К-1708	СССР	117	80	78	130	112	63
К-1711	СССР	105	73	65	123	95	51
К-1713	с. Шортандинский	86	57	53	93	62	40
К-1718	Sawki	79	68	65	110	90	46
К-1720	СССР	72	63	62	104	68	36
К-1722	Китай	93	79	62	103	92	90
К-1725	Китай	86	67	53	96	85	87
К-1733	Китай	84	66	65	113	80	40
К-1739	Россия	83	69	62	113	75	49
К-1740	Россия	85	65	58	110	75	50
К-1743	Россия	90	82	58	116	75	78
min		72	57	53	93	62	25
max		120	93	89	163	135	90
average		95	75	68	121	95	56

По данным аминокислотного скора показана степень полноценности белков и их сбалансированность. Определяли биологическую ценность пастбищной массы методом сравнения аминокислотного состава белков

со шкалой аминокислот, рекомендованной Продовольственным комитетом Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [9]. В пастбищной массе наибольшее содержание отмечено для фенилаланина (121 %), а наименьшее — для гистидина (56 %). Наиболее сбалансированными по незаменимым аминокислотам были следующие генотипы: по валину К-1702(120%), К-1708 (117%), К1698 (114%); фенилаланину- практически все образцы показали превышение над идеальным белком на 3-63%, исключение составили с. Шортандинский и К-1725 (93-96%). По содержанию треонина высокими данными обладали К-1688, К-1691, К-1698, К-1702, К-1703, К-1708 (110-135%). Лейцин, изолейцин, лизин и гистидин для данной культуры и зоны Северного Казахстана являлись лимитирующими аминокислотами.

Кроме того, проведена оценка вновь созданных гибридов первого поколения в сравнении с родительскими формами по содержанию аминокислот. В таблице 2 показаны три группы (А, В, С) гибридных комбинаций реципрокных скрещиваний. В группе А положительный истинный эффект гетерозиса (0,96%) по содержанию незаменимой аминокислоты валина установлен в комбинации скрещиваний: К-43934 х К-46752 (КЛ -1805), и он отличался гетерозисом 0,9%, сверхдоминированием- 3,00%, гистидина соответственно 1,03% и 1,04%. В комбинации скрещиваний К-46752 х К-43934 (КЛ -1804) истинный гетерозис по содержанию гистидина составлял 2,3%, а сверхдоминирование -1,09%.

Аналогично в группе В, в комбинации К-43934 × К-40193 (КЛ -1808) отмечен гетерозисный эффект по содержанию гистидина (12,9%) и метеонина (6,0%) с установленным сверхдоминированием в 2,96-3,00%. Преимущество над родительскими формами 40193 × К-43934 показал гибрид КЛ -1809, эффект гетерозиса составил по треонину 1,91%, гистидину 12,2%, с данными по сверхдоминированию 1,68-2,91%. В группе С из трех представленных гибридов лучше исходных форм К-43934 × сорт Шортандинский по содержанию метеонина оказался гибрид КЛ-1813 с максимальным эффектом гетерозиса 57,7% и сверхдоминированием 7,06%.

Таблица 2 - Данные по незаменимым аминокислотам, включая оценки истинного гетерозиса (Г ист) и степени доминирования (Нр) у родительских и гибридных форм ломкоколосника ситникового *(Psathyrostachys juncea)*

Родители гибриды	Гибридная комбинация	Валин		Лейцин и изолейцин		Лизин		Фенилаланин		Тирозин		Треонин		Гистидин		Метеонин	
(А)																	
К-46752	-	4,926		4,621		4,124		3,922		2,372		5,507		1,644		1,344	
К-43934	-	4,974		4,955		4,335		4,254		2,384		5,293		0,873		1,216	
КЛ-1804	♀К-46752 × ♂К-43934	4,940		4,288		3,883		3,752		2,102		5,202		1,682		1,193	
КЛ-1805	♀К-43934 × ♂К-46752	5,022		4,189		3,811		3,787		2,000		5,085		1,661		1,051	
Гетерозис		Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр
КЛ-1804	♀К-46752 × ♂К-43934	-0,68	-0,41	-13,46	3,99	-10,41	-3,26	-11,80	-2,02	-11,8	-4,60	-5,54	-1,85	2,3	1,09	-11,2	-1,36
КЛ-1805	♀К-43934 × ♂К-46752	0,96	3,00	-15,46	4,58	-12,08	-3,94	-10,98	-1,81	-16,10	-63,0	-7,66	-2,94	1,03	1,04	-21,8	-3,58
(В)																	
К-43934	-	4,974		4,955		4,335		4,254		2,384		5,293		0,873		1,216	
К-40193	-	4,481		3,899		3,485		3,250		1,954		4,998		1,000		1,141	
КЛ-1808	♀К-43934 × ♂К-40193	4,845		4,378		3,952		3,785		2,300		5,289		1,129		1,289	
КЛ-1809	♀К-40193 × ♂К-43934	4,759		4,178		3,863		3,396		2,087		5,394		1,122		1,181	
Гетерозис		Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр
КЛ-1808	♀К-43934 × ♂К-40193	-2,59	0,47	-11,6	-0,09	-8,83	0,09	-11,00	0,06	-3,52	0,61	-0,07	0,97	12,9	3,00	6,00	2,92
КЛ-1809	♀К-40193 × ♂К-43934	-4,32	0,13	-15,68	-1,47	-10,89	-0,11	-20,00	-0,71	-12,4	-0,38	1,91	1,68	12,2	2,91	-2,88	0,08
(С)																	
К-43934	-	4,974		4,955		4,335		4,254		2,384		5,293		0,873		1,216	
К-46754	-	3,045		3,177		2,958		2,534		1,531		3,847		0,660		1,299	
К-36812	-	4,216		4,020		3,797		3,318		1,837		5,246		0,688		1,864	
Шортанд.	-	4,120		4,280		4,075		3,455		2,315		5,255		0,670		1,500	
КЛ-1816	♀К-43934 × ♂К-46754	3,701		3,801		3,450		3,149		1,718		4,230		0,693		0,998	
КЛ-1820	♀К-43934 × ♂К-36812	3,888		3,979		3,888		3,341		1,978		4,540		0,720		1,741	
КЛ-1813	♀К-43934 × Шортанд.	4,280		4,134		3,997		3,573		2,106		5,219		0,761		2,361	
Гетерозис		Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр	Гист.	Нр
КЛ-1816	♀К-43934 × ♂К-46754	-25,5	-0,32	-23,3	-0,29	-20,4	-0,28	-25,9	-0,28	-27,9	-0,55	-20,0	-0,47	-20,6	-0,68	-23,17	-6,16
КЛ-1820	♀К-43934 × ♂К-36812	-21,8	-0,12	-19,7	-1,10	-10,3	-0,25	-21,4	-0,95	-17,0	-0,57	-14,2	-30,4	-17,5	-0,56	-6,6	0,62
КЛ-1813	♀К-43934 × Шортанд.	-13,95	0,28	-16,5	-1,43	-7,79	-1,6	-16,0	-0,70	-11,7	-5,3	-1,40	-2,29	-12,8	-0,09	57,7	7,06

Литература

1. García, J., & Cozzolino, D. (2006). Use of near infrared reflectance (NIR) spectroscopy to predict chemical composition of forage in broad-based calibration models. Agricultura Técnica, 66(1), 41–47.

2. Бойник, В. В., & Акритиду, Х. П. (2014). Сравнительный анализ аминокислотного состава травы, семян и корней люпина многолистного. Вестник фармации, (1 (63)), 51-54.

3. Tomičić, Z., Spasevski, N., Lazarević, J., Čabarkapa, I., & Tomičić, R. (2022). Diversity of amino acids composition in cereals. Food and Feed Research, 49(1), 11-22.

4. Ивина И.П. Влияние сроков, способов посева и норм высева на семенную продуктивность овсяницы тростниковой в условиях орошения Нижнего Поволжья : дис. ... канд. с.-х. наук. — Волгоград, 2024. — 166 с.

5. Николаев, С. И., Карапетян, А. К., Корнилова, Е. В., & Струк, М. В. (2015). Сравнительный анализ аминокислотного состава кормов. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, (107), 1703-1714.

6. ГОСТ Р 55569. (2013). Корма для животных, комбикорма и кормовые ингредиенты – Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза. Стандартинформ. https://meganorm.ru/Data/553/55324.pdf

7. Abramova, Z. V. (1985). Genetics. Programmed learning. Agropromizdat. (In Russian).

8. Beil, G. M., & Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. Iowa State Journal of Science, 39(3), 52.

9. Consultation F. E. et al. Dietary protein quality evaluation in human nutrition //FAO Food Nutr. Pap. – 2011. – Т. 92. – №. 1-66. – С. 26369006.

УДК 634.721

МАҚСАРЫ ДАҚЫЛЫНЫҢ ЖАҢА «ВОДОПАД-23» СОРТЫ

Жамалбеков М.М., Айнабеков М.К., Оразалиев Н.Н.

Сарыағаш, Қазақстан
«Красноводопад АШТС» ЖШС

Кіріспе. Жаңа «Нұрлан», «Ақмай» мақсары сорттарын аудандастыру арқылы бұл мәселелер оңай шешімін тапты: өнімділік 16 ц/га дейін, майлылық 38,1 %-ға дейін артты, сондай-ақ жинау, тұқымды тазалау және май дайындау кезіндегі еңбек өнімділігі жоғарылады. Сондықтан өсіру кезеңінде экстремалды климаттық жағдайларға төзімді, майлылығы жоғары мақсарының жаңа сорттарын шығару өзекті мәселелердің бірі болып табылады [1]. Мақсары өсімдігі қуатты тамыр жүйесімен және жасуша шырынының жоғары концентрациясымен ерекшеленеді. Тұқым құрамындағы жартылай кебетін май мөлшері 33–39 %-ға дейін (ядросында 50–56 %-ға дейін) жетеді. Майдың құрамында линол қышқылы – 88,3 %, олеин қышқылы – 7,6 %, пальмитин қышқылы – 5,5 %, стеарин қышқылы – 0,65 %, линолен қышқылы – 0,2 % болады [2]. Мақсары ерте жаздық даму типімен сипатталады. Тұқымдары топырақ температурасы 2–3 °С болғанда өне бастайды (оңтайлы температура – 6–8 °С). Мақсары көгі қысқа мерзімді -4...-6 °С дейінгі үсіктерге төзімді келеді. Көктеудің ең қолайлы жағдайы – температураның біртіндеп жоғарылауы және ылғалдың жеткілікті болуы. Жапырақ розеткасы қалыптасқаннан кейін өсімдіктің төмен температураға төзімділігі төмендеп, әрі қарай дамуы үшін жеткілікті жылу қажет болады [3]. Пенза облысы жағдайында мақсарының өсуі мен дамуын бағалау нәтижелері бойынша мақсарының вегетациялық кезеңінің ұзақтығы орта есеппен 116 күнді құрады. Далалық өнгіштік көрсеткіші жоғары болып, 71,2–79,6 % аралығында өзгерді, вариация коэффициенті – 4,1 %. Жинауға дейін өсімдіктердің сақталуы 93,6–97,5 % аралығында болып, өзгергіштік деңгейі 2,7 %-ды құрады. Мақсарыда жапырақ бетінің ең жоғары ауданы гүлдену кезеңінде қалыптасып, 22,9–28,4 мың м²/га болды, ал фотосинтетикалық әлеуеті – 1,98–2,67 млн м²×тәулік/га құрады. 2019–2021 жылдар аралығында мақсары тұқымының өнімділігі орта есеппен 1,22–1,46 т/га болып, майлылығы 27,5 %-ды құрады. 1000 тұқымның массасы 38,4–39,8 г аралығында өзгерді. Тұқым қабықтылығы 43,6–46,6 % деңгейінде болды [4]. Зерттеу нәтижесінде кейбір морфологиялық белгілер бойынша табиғи және жасанды сұрыптаудың әсерінен айқын аймақтық ерекшеліктер қалыптасқаны анықталды. Автор мақсары өсірудің 10 негізгі орталығын бөліп көрсетіп, селекция үшін құнды белгілердің геогра-

фиялық таралу аймақтарын анықтаған. Бұл жұмыс мақсарының генетикалық әртүрлілігін бағалауға және селекциялық бағдарламаларда бастапқы материалды тиімді пайдалануға ғылыми негіз болды [5].

Зерттеу аймағының топырақ-климаттық сипаттамасы. Оңтүстік Қазақстан облысы 121,51 мың км² аумақты алып жатыр және Тянь-Шаньның тау бөктеріндегі шөлейтті-далалық аймақта орналасқан. Өңірдің мұхиттардан алыс орналасуы климаттың күрт континенттік сипатын қалыптастырады. Жылдық жауын-шашын мөлшері 200–700 мм аралығында өзгеріп, тәлімі жерлер үш аймаққа бөлінеді:

– қамтамасыз етілмеген тәлім (300–450 м, жауын-шашын – 250 мм);

– жартылай қамтамасыз етілген тәлім (450–600 м, жауын-шашын – 400–600 мм);

– қамтамасыз етілген тәлім (600–1500 м, жауын-шашын – 600 мм-ден жоғары).

Өңір климаты топырақ түзілу үдерістеріне, сондай-ақ топырақтың биологиялық, химиялық және физикалық қасиеттеріне, оның ішінде су-жылу режиміне тікелей әсер етеді.

Красноводопад агрометеостанциясының деректері бойынша, орташа жылдық ауа температурасы 14,1°С, 10°С-тан жоғары температуралар жиынтығы – 3800°С, ал гидротермиялық коэффициент (ГТК) 0,3–0,5 аралығында өзгереді. Орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 421 мм, оның 78%-ы қыс-көктем кезеңінде, 18%-ы күзде және тек 4%-ы жаз мезгілінде түседі.

Аймақтың топырақ жамылғысы ауыр саздақ механикалық құрамды кәдімгі сұр топырақтардан тұрады, бұл жартылай қамтамасыз етілген тәлім аймағына тән. Топырақтың агрохимиялық көрсеткіштері: қарашірік мөлшері – 0,8–0,9%, жалпы азот – 0,08–0,1%, жалпы фосфор – 0,1–0,15%, калий – 250 мг/кг. Топырақтың көлемдік массасы 1,15–1,30 г/см³, ал тұзды ерітіндідегі pH көрсеткіші – 7,1. Бұл топырақтар жақсы су-физикалық және химиялық қасиеттерімен ерекшеленеді және ауыл шаруашылығына қолайлы. Алайда жоғары өнім алу үшін агротехникалық талаптарды сақтау, ауыспалы егісті дұрыс ұйымдастыру және атмосфералық ылғалды сақтау мен жинақтау тәсілдерін қолдану қажет.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы

Зерттеу нәтижесінде оңтүстік өңірдің тәлімі жер жағдайына бейімделген жаңа «Водопад-23» мақсары сорты анықталды. Сорттың ерте гүлдейтіні және күзгі-қысқы, ерте көктемгі себуге бейімділігі дәлелденді. Құрғақшылық жылдары «Водопад-23» сорты стандарт «Нұрлан» сортынан 1,0–1,2 ц/га жоғары өнім беретіні анықталды. Сорттың майлылығы 36–38 %, қауыздылығы 38–46 % деңгейінде екені анықталды. Конкурстық сортсынақта жаңа сорттың орташа өнімділігі 10,2 ц/га құрап, стандарттан жоғары нәтиже көрсетті. Қатар аралығы 30 см және себу мөлшері 25 кг/га болған жағдайда тиімді агротехникалық көрсеткіштер белгіленді. «Водопад-23» сортының

гүлі медицина өнеркәсібінде пайдалануға жарамды екені анықталды. Зерттеу нәтижесінде «Водопад-23» сортының жоғары өнімді әрі қуаңшылыққа төзімді сорт екені ғылыми негізделді.

Зерттеу мақсаты. Бастапқы селекциялық материалды зерттеу, будандастыру, перспективалы үлгілерді іріктеу және сынақтан өткізу арқылы жоғары сапалы, өнімділігі жоғары әрі жергілікті жағдайға бейімделген майлы мақсарының жаңа сорттарын шығару.

Материалдар мен әдістемелер.

Зерттеу жұмыстары 2021–2023 жылдары Оңтүстік Қазақстан өңірінің тәлімі жер жағдайында жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде «Водопад-23» мақсары сорты және стандарт ретінде «Нұрлан» сорты алынды. Танаптық тәжірибелер конкурстық сортсынақ питомнигінде жүргізілді.

Тәжірибеде мақсары сорттарының өнімділігі, морфологиялық белгілері, құрғақшылыққа төзімділігі, майлылығы және қауыздылығы зерттелді. Себу жұмыстары қатар аралығы 30 см және себу мөлшері 25 кг/га нұсқасында жүргізілді.

Өсімдіктің биіктігі, қауашақ саны, бір қауашақтағы тұқым саны, 1000 тұқымның массасы және өнімділік көрсеткіштері стандартты әдістемелер бойынша анықталды. Майлылық көрсеткіштері зертханалық талдау арқылы бағаланды.

Алынған мәліметтер математикалық-статистикалық әдіспен өңделіп, сорттардың шаруашылық-биологиялық ерекшеліктеріне салыстырмалы талдау жүргізілді.

Инцухттау үшін себеттер толық ашылған кезеңде мақта қапшықтар кигізіліп, 3–5 күн ішінде өздігінен тозаңдану жүргізілді. Аталықтарды кастрациялау кезінде полиэтилен қапшықтар пайдаланылады, 3–5 күннен кейін аталық тозаңмен тозаңдандырылды, кейін қапшық алынып тасталды.

Иммунологиялық бағалау. Жапырақ дақтануы (тот және рамуляриоз) жапырақ бетінде сары-қоңыр немесе қоңыр дақтар түрінде байқалады. Зақымдану деңгейі көзбен бағаланып, зақымдалған бөлік пайызбен анықталады.

Зерттеу нәтижелері.

Водопад-23 сорты мақсарының жұмсақ тікенсіз түріне жатады. Өсімдіктері жасыл түксіз жылтыр, шырышты болып келеді. Жапырағы сағақсыз отырмалы, жиегі тегіс тікенсіз, төмендегілері (біріншілері) қандауыр пішінді. Қауашықтары жұмыр, жалпақ, ірі, диаметірі 2-5 см дейін жетеді. Қауашақ жапырақтары дөңгелектеу тікенсіз. Бір өсімдікте қауашақ саны орта есепен 25-45 дана. Жауын-шашын мөлшері аз құрғақшылық жылдары қауашағы кішірейіп күмбез тәріздес болады.

Гүлі ашалған (гүлдеген) сәтте сарғыш түсте болып, екі тәулікте қызыл түске айналып, ал қураған (дәні толық піскенде) қошқыл-қызыл реңде болады.

Дәні (тұқым) ақ түсті жылтыр жұмырлау ұзынша, сыртында төрт қыры анық көрінеді. Дәннің қабығы орташа қалың салыстырмалы мөлшердегі салмағы 48-51%. Бір қауашағындағы дәннің саны орта есеппен 40-45 дана, негізгі қауашағында жауын-шашын мол жылдары 120 данаға дейін жетеді. 1000 дана тұқымның салмағы орташа 44 грамм болса, топырақ ылғал мөлшеріне байланысты 36-48г аралығында өзгерісте болады.

Сорттың майлылығы 36-39% Өсімдік сабағымен бұтағы ақ түсті жылтыр жамылғымен жабылған түксіз. Бұтақтануы топырақ бетінен 20-30 см биіктікте басталады. Екінші кезектегі бұтақтары сиректеу. Өсімдік бойы жауын-шашын мөлшеріне тікелей байланысты, орташа бойы 45-60 см, ал ылғал мол жылдары 110 см жетеді.

Сорттың өнімділігі жылдың жауын-шашын мөлшеріне тікелей байланысты орта есеппен 8-14 ц/га мөлшерінде.

Сорттың ерекшелігі: «Шоқжұлдыз» басқа сорттардан айырмашылығы ерте гүлдейді, қыс және ерте көктем айларында себуге болады, осы себептен қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына төзімді болады.

Топырақ ылғалдығы төмен, жауын-шашын кем, қуаңшылық жылдары бұл сорттың өнімділігі стандарт «Нұрлан» сорттынан 1,0-1,2 ц/га жоғары болса ал жауын-шашын мол жылдары өнімділік 30% -ға немесе 3,0 ц/га артық өнім береді.

Мақсары гүлі медецина, тамақ өнеркәсібінде пайдалану шығыс елдерінде кең тараған. Жапония, Қытай, Үндістанда мақсары гүлін сусынға пайдалану үшін бірнеше өнеркәсіп жұмыс істейді. 2010 жылы мақсары гүліне Европа елдерінен, Жапониядан сұраныс түсе бастады.

«Водопад-23» сортының гүлі тұқымы піскенен кейін (қатты желді жауын-шашын болмаса) ұзақ сақталады, әрі ірі, қомақты түр-түсі сұранысқа лайық. Демек сорттың гүлін жинауда болашағы бар. Осындай тиімді көрсеткіштеріне байланысты «Водопад-23» мақсары сорты оңтүстік өңірде 2019 жылы келешегі зор сорт ретінде бағалануда (кесте 1).

Кесте 1 - 2021-2023 жыл зерттеулердің нәтижесінде «Водопад-23» сорттының өнімділік көрсеткіші.

Өсімбақ	жылдар	Өнім, ц/га		+- к стандартқа	
		Нурлан st	Водопад -23	ц/га	%
Сортты бәсекеге сынау өсімбағы	2021	8,9	10,7	0,8	8,24
	2022	9,0	9,8	0,9	9,09
	2023	7,4	10,2	1,2	13,9
Үш жылдық орташа өнімділік		8,4	10,2	1,0	10,6

Кесте мәліметтері бойынша 2021–2023 жылдары жүргізілген сортты бәсекеге сынау өсімдігінде «Водопад-23» мақсары сорты стандарт «Нұрлан»

сортымен салыстырғанда жоғары өнімділік көрсетті. 2021 жылы стандарт сорттың өнімділігі 8,9 ц/га болса, «Водопад-23» сорты 10,7 ц/га өнім беріп, стандарттан 0,8 ц/га немесе 8,24 % жоғары нәтиже көрсетті.

2022 жылы «Нұрлан» сортының өнімділігі 9,0 ц/га, ал «Водопад-23» сортының өнімділігі 9,8 ц/га болып, артық өнім мөлшері 0,9 ц/га немесе 9,09 % құрады.

2023 жылы ауа райының қолайсыз жағдайына қарамастан жаңа сорт 10,2 ц/га өнім қалыптастырып, стандарт сорттан 1,2 ц/га немесе 13,9 % жоғары болды.

Үш жылдық орташа көрсеткіш бойынша «Нұрлан» сортының өнімділігі 8,4 ц/га болса, «Водопад-23» сорты 10,2 ц/га өнім берді. Орташа артық өнім 1,0 ц/га немесе 10,6 % құрады.

Қортынды. Зерттеу нәтижелері «Водопад-23» сортының өнімділігі жоғары, құрғақшылық жағдайына бейімді және тәлімі жер жағдайында өсіруге перспективалы сорт екенін көрсетті.

Жүргізілген селекциялық зерттеулер нәтижесінде «Водопад-23» (94n-1) мақсары сорты шығарылды. Бұл сорт құрғақшылыққа төзімділігімен, орташа мерзімде пісуімен және жоғары өнімділігімен ерекшеленеді. Қазіргі таңда сорттың тұқым шаруашылығы «Красноводопад АШТС» ЖШС жерінде жүргізілуде.

Сонымен қатар, жаңа сорттың тұрақтылығы, біртектілігі және бәсекеге қабілеттілігін анықтау мақсатында патент алуға және мемлекеттік сорт сынағына аудандастыру үшін ұсынылды. Сортты өндірістік аймақтарға енгізу және аудандастыру бойынша сынақ жұмыстары жүргізілуде.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Медеубаев Р.М., Қонырбеков М. Мақсары. – Шымкент: «Кітап» баспасы ЖШС, 2010. – 20–25 б.

2 Лазер П., Рудик А., Ведмедева Е., Найденов В. Сафлор – южная альтернатива подсолнечнику // Зерно. – 2013. – №3. – С. 74–76. – Электронный ресурс. – Режим доступа: Zerno UA

3 Минкевич И.А. Сафлор. – Краснодар: Краевое книжное издательство, 1939. – С. 10–12.

4 Дружинин В.Г., Прахов В.А. Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса. – 2022. – С. 32–35.

5 Ashri A. Evaluation of the world collection of safflower (Carthamus tinctorius L.). V. Distribution and regional divergence for morphological characters // Euphytica. – 1975. – Vol. 24, №3. – P. 651–659.

6 Кшникаткина А.Н., Прахова Т., Щанин А.А. Урожайность и качество сортов сафлора различной окраски в условиях Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2019. – №1(50). – С. 2–7.

УДК 633.11:001.5:574.241

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ ПИТОМНИКА КАСИБ – 26 В УСЛОВИЯХ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ.

Жигула Т.Ю.

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева»,

Введение. Яровая твердая пшеница – одна из древнейших и наиболее распространенных ценных культур на земном шаре. Мука, полученная из зерен пшеницы, используется для изготовления макаронных и кондитерских изделий, кускуса, булгура и манной крупы Ее ценность определяется высокими технологическими свойствами зерна, включая повышенное содержание белка, прочную клейковину и стекловидность, что обеспечивает высокое качество продукции [1, 2].

Основными производителями являются Канада, Италия, Турция, Франция, Испания, Мексика и США. Высокий спрос на твердую пшеницу объясняется её технологическими свойствами и высокой пищевой ценностью [3].

Твердая пшеница обладает повышенной устойчивостью к абиотическим стрессам, включая засуху и высокие температуры, что особенно важно в условиях глобального изменения климата [2, 4]. Селекционные программы направлены на создание сортов с высокой продуктивностью, качеством зерна и адаптацией к неблагоприятным климатическим условиям [2, 4].

Испытания сортов и линий твердой пшеницы в рамках программы КАСИБ показывают, что внедрение адаптированных сортов позволяет повысить урожайность, качество зерна и устойчивость к стрессам [5].

Таким образом, твердая пшеница имеет высокое значение, как в мировом, так и в национальном производстве [6].

Новизна исследований. Эффективность экологического испытания питомника КАСИБ – 26 в условиях Акмолинской области.

В результате проведенных исследований в условиях степной зоне Акмолинской области изучены образцы питомника КАСИБ - 26 по продолжительности вегетационного периода, урожайности и ее элементам.

Цель и задачи. Провести оценку сортов яровой твердой пшеницы различного экологического и географического происхождения в питомнике КАСИБ – 26, оценить сорта яровой твердой пшеницы из международного

питомника КАСИБ 26 по вегетационному периоду, урожайности и элементам ее структуры.

Материал и методика. Исходным материалом для изучения послужили 28 образцов яровой твердой пшеницы питомника КАСИБ-26 из восьми селекционных учреждений Казахстана и России.

Посев питомника КАСИБ-26 проводили сеялкой ССФК-7. Площадь делянок – 5 м 2 с нормой высева 3.2 млн. всхожих семян на гектар, повторность в опыте 2-х кратная. Посев проводили в оптимальные сроки для данной зоны 20-27 мая. Все опыты были размещены по чистому пару.

В качестве стандартов высевались районированные в зоне сорта: среднеранний Корона (I группа), среднеспелый Дамсинская 90 (II группа) и среднепоздний Дамсинская юбилейная (III группа), которые высевались через I0 образцов.

Питомник КАСИБ –26 изучался согласно методике ВНИИР (1984 г.). Закладка питомника, учеты и фенологические наблюдения выполнялись по методикам государственного сортоиспытания ГКСИСК 1981г. Влажность зерна определяли по ГОСТ 10842-89 . Зерно с каждой делянки взвешивали с точностью до 0.1 кг и отбирали средний образец для определения влажности и качества зерна, натуру зерна по ГОСТу 13586,1-68. Товарная классификация зерна сортов осуществлялась на основе требований национального стандарта СТРК 1046-2008 [7]. Фитопатологическую оценку проводили по стандартной лабораторной методике на проростках, в условиях контролируемой температуры и влажности [8]. Уборка питомника проводилась комбайном Винтерштайгер (Австрия). Оценку засухоустойчивости, устойчивости к полеганию образцов проводили по соответствующей методике [9]. Расчеты экономической эффективности проводили соответствии с методикой ВНИИПИ [10]. Математическая обработка данных проводилось по программам SNEDECOR.

Кастрацию материнских форм проводили по общепринятой методике Опыление было проведено твел – методом Борлауга, в модификации Уразалиева Р.А, Шегебаева О.Ш.1981).

Результаты исследований. В 2025 году метеорологические условия вегетационного периода зерновых культур характеризуются как засушливые (ГТК =0,4). Всего за июнь, июль и август выпало 75,2 мм, что на 61,1 мм ниже среднемноголетней нормы. В течении вегетационного периода наблюдалась жаркая и засушливая погода, но в августе месяца наблюдалось развитие листостебельных болезней, что негативно повлияло на урожайность всех сортов.

Из данных таблицы 1 видно, что продолжительность вегетационного периода варьировала от 88 до 100 дней.

В соответствии с принятыми стандартами образцы были распределены на три группы спелости: среднераннюю (стандарт Корона), среднеспелую (Дамсинская 90) и среднепоздннюю (Дамсинская юбилейная).

В I группе – среднеранние сорта (стандарт Корона) среднеранние сорта характеризуются сравнительно коротким вегетационным периодом, что позволяет им завершать развитие быстрее и избегать неблагоприятных погодных условий в конце сезона. В 2025 году продолжительность вегетационного периода в этой группе колебалась от 88 до 91 дня. Минимальный вегетационный период наблюдался у сорта Леукурум 15/14 – 88 дней. Максимальный вегетационный период имел стандартный сорт Корона и ПЯТ/СМ Ж-22-51 – 91 день.

Такая динамика говорит о том, что среднеранние сорта способны созревать до наступления самых жарких и засушливых периодов, что особенно важно в условиях засухи и повышенной температуры. Однако короткий вегетационный период может ограничивать накопление биомассы и потенциальную продуктивность растений.

Таблица 1 – Урожайность и вегетационный период сортов и линий яровой твердой пшеницы питомника КАСИБ-26 за 2025 год.

Сорт, линия	Оригинатор	Вегетационный период, дней	Урожайность, ц/га	Отклонение от стандарта, ц/га
I группа – среднеранняя				
Корона (St)	ТОО «НПЦ ЗХ им. Бараева»	91	19,55	0,00
Линия 312/24-КСт	Актюбинская СХОС	91	13,05	-6,50
Линия 319/24-КСт	Актюбинская СХОС	89	17,85	-1,70
214-12-14	ТОО «НПЦ ЗХ им. Бараева»	90	16,70	-2,85
Г 2976	ТОО «Карабалыкская СХОС»	90	8,00	-11,55
Безенчукская 139	Межстанционный ст-т	90	9,90	-9,65
Г1155	ФГБНУ ФАНЦА	90	17,60	-1,95
Фортуна 24 (Г-12-75-3)	Омский АНЦ	91	21,00	+1,45
Гордеиформе 15/03	Челябинский НИИСХ	90	18,80	-0,75
Леукурум 15/14	Челябинский НИИСХ	88	13,40	-6,15
Безенчукский вариант	Самарский НИИСХ	91	17,90	-1,65
2797д-2	Самарский НИИСХ	88	15,55	-4,00
ПЯТ/СМ Ж-22-51	ЭкоНива-Семена	91	20,15	+0,60
Линия 1927д-27	Самарский НИИСХ	89	10,65	-8,90
Дамсинская янтарная	ТОО «НПЦ ЗХ им. Бараева»	89	17,80	-1,75
Лавина	ТОО «НПЦ ЗХ им. Бараева»	90	14,91	-4,64
II группа – среднеспелая				
Дамсинская 90 (St)	ТОО «НПЦ ЗХ им. Бараева»	96	16,75	0,00

Продолжение таблицы 1

145-13-12	ТОО «НПЦ ЗХ им. Бараева»	92	14,25	-2,50
Г 3000	ТОО «Карабалыкская СХОС»	94	14,55	-2,20
Г1096	ФГБНУ ФАНЦА	93	18,50	+1,75
Г1154	ФГБНУ ФАНЦА	93	11,95	-4,80
Г.12-16-9	Омский АНЦ	92	17,15	+0,40
Омский сапфир (Г 12-17-2)	Омский АНЦ	93	11,60	-5,15
ПЯТ/СМ Ж-22-62	Эко Нива-Семена	92	11,75	-5,00
Дамсинская 20-17	ТОО «НПЦ ЗХ им. Бараева»	96	17,90	+1,15
III группа – среднепоздняя				
Дамсинская юбилейная (St)	ТОО «НПЦ ЗХ им. Бараева»	98	13,00	0,00
Торғай	ТОО «НПЦ ЗХ им. Бараева»	100	11,30	-1,70
$НСР_{05}$			1,8	

Во II группе – среднеспелые сорта (стандарт Дамсинская 90) среднеспелые сорта отличаются более продолжительным вегетационным периодом, что позволяет им накапливать больше биомассы и лучше формировать зерно. В 2025 году вегетационный период этой группы варьировался от 92 до 96 дней.

Минимальный вегетационный период имели образцы 145-13-12 и Г.12-16-9 – 92 дня. Максимальный вегетационный период наблюдался у стандарта Дамсинская 90 и сорта Дамсинская 20-17 – 96 дней.

Среднеспелые сорта благодаря более длительному периоду развития могут быть более урожайными при благоприятных условиях, однако в условиях засухи и жаркой погоды они подвергаются большему стрессу в конце вегетации.

В III группе – среднепоздние сорта (стандарт Дамсинская юбилейная) среднепоздние сорта имеют самый длинный вегетационный период, от 98 до 100 дней в условиях 2025 года. Минимальный период у стандарта Дамсинская юбилейная – 98 дней. Максимальный период у сорта Торғай – 100 дней.

Длинный вегетационный период позволяет растениям накапливать больше биомассы и потенциально давать высокую урожайность при достаточном увлажнении. Однако в условиях засушливого и жаркого лета среднепоздние сорта рискуют недополучить урожай из-за стресса в последние фазы вегетации и увеличенной восприимчивости к листостебельным болезням.

В 2025 году урожайность сортов яровой твердой пшеницы питомника КАСИБ26 продемонстрировала значительные колебания в зависимости от группы спелости и адаптивности к засушливым условиям (таблица 1).

На фоне жаркого и маловлажного вегетационного периода отдельные

среднеранние сорта показали значительный разброс – от 8,0 ц/га до 21,0 ц/га, что объясняется неблагоприятными климатическими условиями вегетационного периода (жара и засуха). Минимальная урожайность наблюдалась у сорта Г 2976 – 8,0 ц/га, что значительно ниже стандарта. Максимальная урожайность достигнута у сорта Фортуна 24 (Г.12-75-3) – 21,0 ц/га, что превышает стандарт на 1,45 ц/га и демонстрирует высокую адаптивность к жаркой погоде. Образцы ПЯТ/СМ Ж-22-51 (20,15 ц/га) и Гордеиформе 15/03 (18,80 ц/га) также показали урожайность выше или близкую к стандарту. Плюсы: Некоторые сорта демонстрируют высокую продуктивность даже в условиях засухи. Среднеранние сорта быстрее созревают, что уменьшает риск повреждения растений поздними стрессами. Минусы: Сильный разброс урожайности указывает на низкую стабильность некоторых образцов (Г 2976, Безенчукская 139). Наиболее низкие показатели показывают чувствительность к жаркой и сухой погоде.

Среднеспелые сорта характеризовались урожайностью от 11,60 ц/га до 18,50 ц/га, что указывает на более стабильное накопление биомассы по сравнению с ранними сортами. Минимальная урожайность – 11,60 ц/га у сорта Омский сапфир, что ниже стандарта почти на 5,15 ц/га. Максимальная урожайность – 18,50 ц/га у сорта Г1096, что на 1,75 ц/га выше стандарта. Сорта Г.12-16-9 (17,15 ц/га) и Дамсинская 20-17 (17,90 ц/га) также показали превышение стандартного урожая. Плюсы: Среднеспелые сорта показали хороший потенциал урожайности даже в условиях засушливого лета. Несколько сортов превысили стандартный урожай, что демонстрирует высокую адаптивность. Минусы: Некоторые сорта, например Омский сапфир и ПЯТ/СМ Ж-22-62, пострадали от жары и засухи, показывая низкий урожай. Урожайность среднеспелых сортов более чувствительна к поздним стрессам по сравнению с ранними.

Среднепоздние сорта имели урожайность в диапазоне от 11,30 ц/га до 13,0 ц/га, что ниже показателей ранних и среднеспелых групп, что связано с длительным вегетационным периодом и неблагоприятной жаркой погодой в августе. Минимальная урожайность – 11,30 ц/га у сорта Торғай, что ниже стандарта на 1,70 ц/га. Максимальная урожайность – стандарт Дамсинская юбилейная – 13,0 ц/га. Плюсы: Стандартная среднепоздняя культура сохраняет стабильность урожайности даже в неблагоприятных условиях. Длительный вегетационный период позволяет лучше формировать зерно при достаточном увлажнении. Минусы: Общая урожайность ниже, чем у среднеранних и среднеспелых сортов. Продолжительный вегетационный период увеличивает риск стрессового влияния засухи и болезней.

Многочисленными исследованиями показано (таблица 2), что на формирование урожая яровой твердой пшеницы главным образом влияют три фактора: количество продуктивных колосьев, количество зерен с колоса и масса 1000 зерен. Именно сочетание этих показателей определяет потенциальную урожайность сорта в конкретных условиях [11, 12].

В среднеранней группе стандартный сорт Корона (St) имел продуктивную кустистость 1,7 стебля на растение, число зерен в колосе 27,8, массу 1000 зерен 35,54 грамма и урожайность 19,55 ц/га. Среди сравниваемых линий выделялись: Линия 312/24-КСт: кустистость выше (1,9), число зерен значительно больше (39,4), масса зерна сопоставима (35,43 г), но урожайность ниже — 13,05 ц/га. Это говорит о том, что высокий потенциал числа зерен не всегда реализуется в урожайность. Фортуна 24 (Г-12-75-3) показала продуктивную кустистость 1,9, число зерен 28,3, массу зерна 35,07 г и наивысшую урожайность в группе — 21,0 ц/га. Сравнение с Короной показывает, что сбалансированное сочетание всех элементов обеспечивает максимальный результат. ПЯТ/СМ Ж-22-51 с кустистостью 1,3, числом зерен 33,9 и массой 36,45 г достиг урожайности 20,15 ц/га, что сопоставимо с Короной и показывает, что даже при меньшей кустистости хороший размер и количество зерен компенсируют продуктивность.

В среднеспелой группе стандартный сорт Дамсинская 90 (St) имел кустистость 1,5, число зерен 25,8, массу 1000 зерен 31,58 г и урожайность 16,75 ц/га. Сравнение с другими линиями показывает: Г1096 имел более высокую кустистость — 2,4 стебля, число зерен 24,2 и массу 31,51 г, урожайность 18,5 ц/га, что выше стандарта на 1,75 ц/га. Пример демонстрирует важность продуктивной кустистости для увеличения урожая. Г.12-16-9 с кустистостью 1,4, числом зерен 30,2 и массой 37,71 г обеспечил урожай 17,15 ц/га — чуть выше стандарта за счет более крупного зерна и высокого числа зерен в колосе. Г 3000 с кустистостью 1,5 и очень крупным зерном 42,72 г дал урожай 14,55 ц/га, ниже стандарта, что показывает, что масса зерна не компенсирует недостаточную продуктивную кустистость или среднее число зерен.

В среднепоздней группе стандартный сорт Дамсинская юбилейная (St) имел кустистость 1,4, число зерен 22,8, массу зерна 22,51 г и урожайность 13,0 ц/га. Сравнение с сортом Торғай (кустистость 2,3, число зерен 26,1, масса зерна 20,72 г) показывает, что увеличенная кустистость не всегда ведет к заметному росту урожайности, если масса зерна невелика — урожайность Торғай составила 11,3 ц/га, ниже стандарта.

Таблица 2 – Структурные элементы формирования урожайности яровой твердой пшеницы по продуктивной кустистости, числу зерен в колосе и массы 1000 семян за 2025 год

Сорт, линия	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожай ность, ц/га
I группа – среднеранняя				
Корона (St)	1,7	27,8	35,54	19,55
Линия 312/24-КСт	1,9	39,4	35,43	13,05
Линия 319/24-КСт	1,6	32,0	36,39	17,85
214-12-14	1,7	23,9	28,86	16,70
Г 2976	1,7	21,3	29,23	8,00

Продолжение таблицы 2

Безенчукская 139	1,0	18,6	30,01	9,90
Г1155	2,0	25,1	32,17	17,60
Фортуна 24 (Г-12-75-3)	1,9	28,3	35,07	21,00
Гордеиформе 15/03	1,2	29,5	38,77	18,80
Леукурум 15/14	1,3	20,4	35,44	13,40
Безенчукский вариант	1,2	20,5	31,83	17,90
2797д-2	1,6	31,2	32,58	15,55
ПЯТ/СМ Ж-22-51	1,3	33,9	36,45	20,15
Линия 1927д-27	1,2	27	24,13	10,65
Дамсинская янтарная	1,6	27,7	37,31	17,80
Лавина	1,2	21,2	21,1	14,91
II группа – среднеспелая				
Дамсинская 90 (St)	1,5	25,8	31,58	16,75
145-13-12	1,3	26,5	21,9	14,25
Г 3000	1,5	25,2	42,72	14,55
Г1096	2,4	24,2	31,51	18,50
Г1154	2,1	21,8	24,49	11,95
Г.12-16-9	1,4	30,2	37,71	17,15
Омский сапфир (Г 12-17-2)	1,5	31,7	28,66	11,60
ПЯТ/СМ Ж-22-62	1,3	30,8	34,38	11,75
Дамсинская 20-17	1,7	29,2	27,0	17,90
III группа – среднепоздняя				
Дамсинская юбилейная (St)	1,4	22,8	22,51	13,00
Торғай	2,3	26,1	20,72	11,30

Выводы

Среднеранние сорта яровой твердой пшеницы показали наибольшую адаптивность к жаркой и засушливой погоде 2025 года, завершали вегетацию быстрее и сохраняли высокую урожайность.

Среднеспелые и среднепоздние сорта имеют больший потенциал урожайности при достаточном увлажнении, но более чувствительны к стрессам и болезням.

Основными факторами формирования урожая являются продуктивная кустистость, число зерен в колосе и масса 1000 зерен; их сбалансированное сочетание обеспечивает максимальную продуктивность.

Результаты позволяют выделить наиболее адаптированные и продуктивные сорта питомника КАСИБ-26 для выращивания в степных условиях Казахстана.

Литература

1. FAOSTAT. Crop production statistics [Электронный ресурс] / Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome : FAO, 2023. – Режим доступа: https://www.fao.org (дата обращения: 18.11.2025).

2. ICARDA. Durum Wheat Research Highlights [Электронный ресурс]. – Beirut : ICARDA, 2022. – Режим доступа: https://www.icarda.org (дата обращения: 18.11.2025).

3. Wheat: World Markets and Trade [Электронный ресурс] / USDA Foreign Agricultural Service. – Washington, DC : USDA, 2023. – Режим доступа: https://www.fas.usda.gov (дата обращения: 18.11.2025).

4. CIMMYT. Durum Wheat Improvement Program. Annual Report [Электронный ресурс]. – Mexico : CIMMYT, 2021. – Режим доступа: https://www.cimmyt.org (дата обращения: 18.11.2025).

5. Отчёты международного питомника твердой пшеницы КА-СИБ-22. – Барнаул : ФГБНУ «ФАНЦ», 2022.

6. Morgounov, A. High-yielding and high-quality durum wheat cultivars for Central Asia / A. Morgounov, A. Trofimovskaya, Y. Zelenskiy [и др.] // Journal of Cereal Science. – 2018. – Vol. 80. – P. 187–194.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1988. – 121 с.

8. Jin, Y. Characterization of seedling infection types and adult plant infection responses of monogenic Sr gene lines to race TTKS of Puccinia graminis f. sp. tritici / Y. Jin, R. P. Singh, R. W. Ward, R. Wanyera [и др.] // Plant Disease. – 2007. – Vol. 91. – P. 1096–1099.

9. Методика оценки селекционных форм и сортов мягкой пшеницы при испытании на отличимость, однородность и устойчивость к факторам среды. – Уфа, 2004. – 39 с.

10. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М. : ВНИИПИ, 1983. – 145 с.

11. Панфилов, А. Л. Влияние элементов продуктивности колоса на урожайность яровой мягкой пшеницы на склоновых землях Оренбургского Предуралья / А. Л. Панфилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5. – С. 26–31.

12. Гончаренко, А. А. Проблема экологической устойчивости сортов зерновых культур и задачи селекции / А. А. Гончаренко // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2015. – Т. 12. – № 1–2. – С. 32.

УДК 633.88:581.5

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕДИАЗИЯ КРУПНОЛИСТНОГО (MEDIASIA MACROPHYLLA PIMENOV)

Ю.Э. Икромова, З.И. Умурзакова, К.Туратов

Самарканд, Узбекистан

«Самаркандский государственный университет имени Ш. Рашидова»

Аннотация. В последние годы стремительный рост численности населения приводит также к увеличению спроса на лекарственные, эфиромасличные, кормовые, а также медоносные растения, богатые нектаром. В особенности в условиях мировой пандемии повышенное внимание людей к своему здоровью, рост осведомлённости о сохранении здоровья, предпочтение натуральных средств для активизации иммунной системы у лиц, страдающих хроническими заболеваниями, а также абсолютная безвредность и польза природных средств стали причиной резкого увеличения объёма инвестиций в научные исследования в данной области и значительного роста спроса на лекарственные растения на международных рынках.

В этом отношении важное хозяйственное значение имеет перспективное лекарственное растение — медиазия крупнолистный *(Mediasia macrophylla Pimen),* относящийся к семейству зонтичных *(Apiaceae)*; его листья, цветки и семена богаты эфирными маслами.

Ключевые слова: *Mediasia, экология, эфир, лекарственное, эндемик, заповедник, таксономический, флавоноид, пряность, лист.*

Annotation. In recent years, rapid population growth has led to a significant increase in demand for medicinal, essential oil – bearing, forage, and nectar-rich plants. Particularly during the global pandemic, heightened public attention to health, increased awareness of preventive care, and the preference for natural remedies to enhance the immune system-especially among individuals with chronic diseases – have contributed to a substantial rise in investment in scientific research in this field and to the growing demand for medicinal plants in international markets. In this regard, Mediasia macrophylla Pimen, a promising medicinal plant of considerable economic importance belonging to the Apiaceae family, deserves special attention. The leaves, flowers, and seeds of this species are rich in essential oils, highlighting its potential value for pharmaceutical and industrial applications.

Keywords: *Mediasia, macrophylla, ecology, essential, oils, medicinal, plant, endemic species, nature, reserve, taxonomy, flavonoids, spice, leaf, morphology.*

Одной из глобальных проблем современности является сохранение биологического разнообразия в мировом масштабе, охрана растительного мира и их рациональное использование. В современных ботанических исследованиях признана необходимость совершенствования деятельности заповедников как наиболее эффективной формы охраны природы, изучения морфобиологических и биоэкологических особенностей флоры охраняемых территорий и находящихся в них видов, находящихся на грани исчезновения, обоснования необходимости охраны эндемичных видов и их значения с точки зрения биоразнообразия, проведения широкомасштабного таксономического анализа, а также совершенствования природоохранных мероприятий.

Одним из видов, подлежащих такой охране, является растение крупнолистный медиазия *(Mediasia macrophylla* Pimen), которое в естественных условиях (район исследования — Джизакская область) встречается только на территориях заповедников. Крупнолистный медиазия *(Mediasia macrophylla Pimen)* является эндемичным растением Центральной Азии, у которого произрастает единственный вид. Данный вид относится к роду, названному по Средней Азии *(Asia media),* при перестановке слов образовано название Mediasia, а за счёт крупного листа (*macrophylla)* выделен на видовом уровне [1].

Согласно литературным данным, растение медиазия крупнолистный *(Mediasia macrophylla Pimen)* относится к ксерофитам и приспособлено к засушливым условиям. В природных условиях преимущественно произрастает на каменистых и щебнистых склонах горных территорий. В соседних республиках — Казахстане, Таджикистане, Кыргызстане (Ошская, Чуйская и Джалал-Абадская области), Афганистане, а также в Узбекистане — в Ташкентской, Ферганской, Наманганской, Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях — естественно распространено в средней части гор и на горных склонах на каменистых почвах. Медиазия, особенно его листья, цветки и семена, богат эфирными маслами. Поэтому местное население использует медиазия как пряно-ароматическое растение в пищу. Молочные продукты с добавлением медиазияа длительное время (до 15–20 дней) не прокисают. Его листья и семена, высушенные в тени или на солнце, применяются при засолке огурцов, помидоров, капусты, яблок, дыни, арбуза и других продуктов. Своеобразный аромат медиазияа сохраняется продолжительное время. Он главным образом используется для придания блюдам аромата, а также при приготовлении мясных и рыбных консервов. Содержащиеся в его составе сложные липиды используются в пищевой промышленности [1; 6; 7].

Также установлено, что химические вещества, содержащиеся в листьях и стеблях крупнолистного медиазияа (Mediasia macrophylla Pimen), обла-

дают лечебными свойствами при ревматизме, нефрите, экземе, герпесе, заболеваниях желудочно-кишечного тракта, печени и при повреждениях тканей. Кроме того, выявлено, что настой корня применяется местным населением для остановки кровотечений [8; 9].

Актуальность. Крупнолистный медиазия (Mediasia macrophylla Pimen) — многолетнее лекарственное и пряное растение, относящееся к семейству зонтичных (Apiaceae), распространённое исключительно в естественных условиях. Вследствие постоянного использования положение вида в фитоценозе постепенно сокращается. В целях сохранения растения в пределах естественного ареала распространения, расширения масштабов его использования и вовлечения в различные сферы жизнедеятельности возникла необходимость введения крупнолистного медиазияа (Mediasia macrophylla Pimen) в культуру.

Цель исследования. Интродукция крупнолистного медиазияа (Mediasia macrophylla Pimen), определение его места в растительном сообществе естественного ареала, изучение биоэкологических особенностей лекарственного и пряного растения, выращенного в условиях посадочной плантации, условий культивирования, фитохимического состава, морфологии, анатомии и онтогенеза растений, полученных в обеих средах, а также создание на этой основе электронной базы данных о биоэкологии растения.

Методы исследования. Для анализа жизненного цикла растений, репродуктивных стратегий, определения периода цветения и его изменения под влиянием факторов окружающей среды, а также при изучении биологии цветения и суточного ритмика цветения использованы методы А. Н. Пономарёва (1960) и Т. А. Работнова (1975) [2; 3]. Для определения всхожести семян в лабораторных условиях применён метод М. К. Фирсовой [4]. При характеристике проросших молодых всходов использован метод И. Т. Васильченко [5].

Результаты исследования. Районом проведения исследования является Джизакская область, ареал распространения вида крайне ограничен. Установлено, что растение крупнолистный медиазия (Mediasia macrophylla Pimen) распространено на территории Зааминского государственного заповедника Заминского района Джизакской области (39.590736 N, 68.351009 E); участок произрастания расположен на высоте 2200 м над уровнем моря, в системе Туркестанского хребта, на северном склоне, на левом берегу Кулсоя, при крутизне склона 30–35 %, сомкнутости растительного покрова 95 % и каменисто-щебнистых почвах. Биологический анализ распространения растения проведён на площади 102 м². В природном фитоценозе Зааминского государственного заповедника численность популяции очень низкая: на исследуемом участке площадью 10 м² встречается 1–2 экземпляра; установлено, что вид широко распространён в сообществах с доминированием арчи (рисунок 1). Изучено более 10 видов растений, произрастающих совместно с медиазияом, и собран гербарный материал.



Рисунок 1 - Фаза цветения крупнолистного медиазияа (Mediasia macrophylla Pimen) Зааминский государственный заповедник — 39.590736 N, 68.351009 E.

Крупнолистный медиазия (Mediasia macrophylla Pimen) также в естественных условиях произрастает на территории Нуратауского государственного заповедника Джизакской области, на горах Парандоз — 40.48704 N, 66.7784 E, Пубсой — 40.4805 N, 66.8078 E, а также в Фаришском районе на горе Йотоксой — 40.33827 N, 67.16498 E; 40.33718 N, 67.16904 E (рисунок 2).



Рисунок 2 - Фаза цветения крупнолистного медиазияа (Mediasia macrophylla Pimen) (Нуратауский государственный заповедник — Парандоз, 40.48704 N, 66.7784 E).

Семена растения медиазия были собраны в конце сентября (27.09.2022) на территории Зааминского государственного заповедника, расположенного в Зааминском районе Джизакской области, для посева на опытном участке.

В целях определения оптимальных сроков посева и прорастания семян в полевых условиях в октябре и марте по 100 семян высевали на глубину 1,5–2 см, 3–4 см и 5–6 см на полевом опытном участке Бахмальского района, в четырёхкратной повторности, рядовым способом. Все посеянные семена были засыпаны перегнойной почвой.

В осенний период 90–95 % семян, посеянных на глубину 1,5–2 см, проросли (12–13.03.2023), и с 19.03.2023 начаты их измерения. Семядольные листья проростков тонкие, безмясистые, коричневого цвета; затем окраска листьев изменяется на тёмно-зелёную. Листья с коротким черешком, без опушения и без запаха; гипокотиль через 4–5 дней начинает приобретать коричневую окраску. Длина проросшего растения измерялась каждые 5

дней. После прорастания в течение одного дня появляются семядольные листья, а через 5–7 дней — первый настоящий лист. До отмирания семядольных листьев стебель и листья растения не имеют запаха. Семядольные листья короткочерешковые, яйцевидной формы, с ровными, нерассечёнными краями. Настоящий лист длинночерешковый, обратно-сердцевидной формы, с зубчатым краем и перистым основанием. После появления настоящего листа растение приобретает характерный аромат (рисунок 3).



Рисунок 3 - Вид семядольных и настоящих листьев крупнолистного медиазияа (Mediasia macrophylla Pimen).

В целях определения всхожести семян растения в чашках Петри на фильтровальной бумаге, обработанной дистиллированной водой, в четырёхкратной повторности проращивали по 100 семян, хранившихся один и два года.

Эксперимент проводился в Invitro-лаборатории, открытой при направлении «Биология» Джизакского государственного университета, в двух термостатах различных моделей (модель: Термостат V 80 л, t 5–60 °C, рабочая камера Ш × Г × В — 400 × 406 × 500 мм; 512 × 525 × 721 мм, и SPX-250 BIII, объём камеры 250 л, t от +0 °C до +65 °C) при воздействии температур +5; +10; +15; +20; +25; +30; +35 °C (рис. 4), в результате чего была определена оптимальная температура прорастания семян [10].

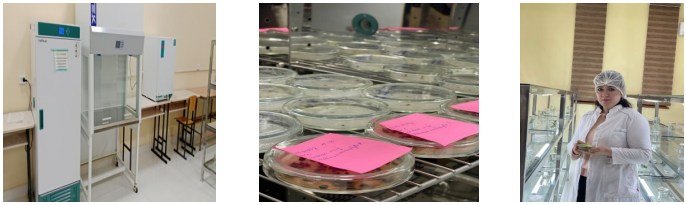


Рисунок 4 - Процесс проращивания семян крупнолистного медиазияа (Mediasia macrophylla Pimen) в термостате при различных температурах (+5; +10; +15; +20; +25; +30; +35 °C).

Оптимальная температура прорастания семян составляет +25 °С, при этом наибольший показатель всхожести наблюдается именно на 20-й день. Была прослежена динамика прорастания семян в термостате. Семена, проросшие в лабораторных условиях, были высажены в полевые условия.

После посева семян растение крупнолистный медиазия (*Mediasia macrophylla* Pimen) зацвело на втором году вегетации. В зависимости от абиотических факторов для раскрытия цветков из бутонов в среднем требуется 20–22 дня. У крупнолистного медиазияа (*Mediasia macrophylla* Pimen), произрастающего в естественном ареале, лепестки имеют беловатую окраску, тогда как в условиях посадочной плантации наблюдалась жёлтая окраска. Причиной этого являются состав почвы, температура воздуха и другие абиотические факторы. Продолжительность фазы цветения обусловлена воздействием абиотических факторов, а также поздним формированием бутонов на генеративных побегах текущего года.

У исследуемого объекта наблюдались и фиксировались строение цветка, количество тычинок и пестиков, способ опыления, диаметр и высота бутона и цветка, строение стебля на различных этапах фазы цветения, диаметр стебля, а также физиологические изменения в цветке и других органах растения. Были прослежены суточный и сезонный ритмы цветения, результаты исследований регистрировались. При наблюдении суточного процесса цветения температура воздуха и относительная влажность определялись с помощью психрометра. Сроки раскрытия цветков зависят от возраста растения и температуры воздуха; побеги текущего года формируют бутоны позднее, вследствие чего фаза цветения растения продолжается дольше. В ходе сезонного цветения массовое цветение (в разрезе 2024–2025 гг.) приходилось на первую декаду июня. Продолжительность сезонного цветения крупнолистного медиазияа (Mediasia macrophylla Pimen) в 2024 году составила с 7 мая по 22 июня, что равно 45 дням. В 2025 году данный показатель составил 47 дней.

Создана карта исследованных территорий произрастания крупнолистного медиазияа (Mediasia macrophylla Pimen) (рисунок 5).

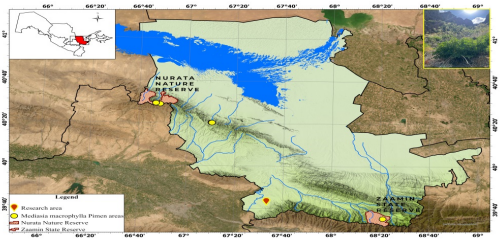


Рисунок 5 - Территории естественного распространения и районы проведения исследований крупнолистного медиазияа (*Mediasia macrophylla Pimen*), установленные в ходе экспедиций (по Джизакской области).

Заключение. Определены территории естественного распространения растения крупнолистный медиазия (*Mediasia macrophylla* Pimen) в пределах Джизакской области и создана карта этих территорий. Установлено место вида в растительном сообществе естественного ареала. В лабораторных условиях и в условиях посадочной плантации определена всхожесть семян, после чего семена были высеяны на полевом опытном участке. В условиях посадочной плантации растение культивируется с 2022 года. Наблюдаются морфологические и биоэкологические показатели растения, результаты исследований систематически фиксируются. Определено анатомическое строение исследуемого объекта, установлен фитохимический состав растения крупнолистный медиазия (Mediasia macrophylla Pimen), выращенного в природных условиях и в условиях посадочной плантации. Собраны гербарные образцы, включающие вегетативные и генеративные органы растения.

Литература

1 A.Usmonxodjayev., E.I.Basitxanova., O.P.Pratov., A.Djabbarov. O`zbekistonda o`sadigan shifobaxsh o`simliklarning etimologik zamonaviy ensiklopediyasi. “Yangi asr avlodi” 2018. 52 – b.

2 Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений // Полеая геоботаника. Т.2. - М.-Л.: Изд. АН СССР. 1960.-С. 9-18.

3 Работнов Т.А. Изучение ценотических популяций в целях выяснения «стратегии жизни» видов растений. \\Бюлл. МОИП, отд. биол., том 80, вып. 2. 1975.

4 Фирсова М.К. Методы определения качества семян. –М.: Селхоз. Литература, 1959. 351 с.

5 Васильченко И.Т. Всходы деревьев и кустарников. (Определитель). М., Л., 1960. 271 – 272 с.

6 Khassanov F. O., Tojibaev K. Sh., Turdiboev O. A. Endemic genera in the flora of Middle Asia. «Камелинские чтения» / Специальный выпуск. DOI: 10.14258/pbssm.2024049. P 266-270.

7 Khojimatov, Olim & Bussmann, Rainer. (2023). Mediasia macrophylla (Regel & Schmalh.) Pimenov - APIACEAE. Ethnobiology of Uzbekistan (pp.491-495). DOI:10.1007/978-3-031-23031-8_50.

8 Chernenko, Tatyana & Glushenkova, A. & Nigmatullaev, A. (2002). Lipids from Mediasia macrophylla Leaves. Chemistry of Natural Compounds - CHEM NAT COMPD. 38. 307-309. DOI:10.1023/A:1021657520719

9 Валентин Л. Огуден. Народная Медицина Средний Азии и Казахстана. Издательский дом «ГАНГА» 2021.

10 Y.Ikromova, Z.Umurzakova, Z.Rasulova., Determination of germination of Mediasia macrophylla Pimen. Seeds in plantation conditions. E3S Web of Conferences 650, 02003 (2025) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202565002003 ICENIS 2025

УДК 631.52: 633.13 (574.2)

РЕЗУЛЬТАТЫ КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ ЯРОВОГО ОВСА В УСЛОВИЯХ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Б. Кокушева, А.В. Юзюк

п. Научный, Казахстан

«Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Введение. Овес посевной (Avena sativa L.) одна из важнейших зернофуражных культур мира, по сумме посевных площадей в мировом земледелии он находится на пятом место после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Широкое распространение овес получил благодаря разнообразному использованию (на зерно, зеленую массу, сенаж, зерносенаж, силос и др.) и высоким кормовым качествам [1]. Высокие питательные свойства овса широко используются в животноводстве, где на кормовые цели направляется около 80% производимого зерна. Овёс представляет собой высокоэнергетический концентрированный корм, применяемый при откорме сельскохозяйственных животных и птицы, а также в рационах молодняка.

Высокое содержание в зерне овса белка, крахмала и жира определяет его использование в пищевых и кормовых целях. Зерно овса отличается высокой усвояемостью белка, жира, крахмала, незаменимых аминокислот и витаминов. Продукты из зерна овса имеют большое значение в детском и диетическом питании, его используют при производстве крупы, (хлопья, геркулес, мука для киселя), изготавливают печенье и галеты, муку можно примешивать к ржаной и пшеничной муке в хлебопечении. Голозерные формы овса характеризуются более высоким содержанием протеина. Массовая доля белка в зерне голозерного овса составляет 17,0-19,0 %, что превосходит этот показатель пленчатых сортов (12,4-16,0%).

В селекции на качество неоспоримый интерес представляют голозерные формы овса. Высокое содержание в зерне белка (до 19%) и жира (до 7%), отсутствие пленок делает его ценным и экономически выгодным сырьем для переработки. В селекции овса (Avena sativa L.) основное внимание уделяется скороспелости, высокой и стабильной урожайности, качеству зерна и устойчивости к засухе и болезням. Селекционный процесс по созданию голозерных сортов осуществляется параллельно с селекцией пленчатых сортов и направлен на повышение урожайности, устойчивости к болезням и полеганию [2].

Конкурсное сортоиспытание (КСИ) является завершающим этапом селекционного процесса, и направленно на комплексную оценку генетического потенциала перспективных форм. На данном этапе изучаются основные хозяйственно ценные признаки, включая уровень и стабильность урожайности, адаптивность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды, с последующим сравнением со стандартными и районированными сортами.

Новизна исследований – оценка и отбор новых перспективных линии пленчатого и голозерного овса, обладающего высокой продуктивностью и качеством.

Целью исследований является изучение новых линий плёнчатого и голозёрного овса устойчивых к абиотическим и биотическим факторам с высокой продуктивностью и качеством зерна.

Задачи - Изучение сортов и линий ярового овса в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) в условиях Акмолинской области с целью выделения перспективного материла.

Материал и методика. Исследования проводились в 2021-2023 гг. на полях ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева», расположенного в Акмолинской области.

Почва представлена в основном малогумусными южными карбонатными черноземами, а их почвообразующая порода – желто-бурые карбонатные легкие глины. Содержание гумуса в пахотном слое почвы – 2,8-4,1%, содержание валовых форм азота - 0,15-0,26%, фосфора - 0,10-0,16%, калия – 82-116 мг на 100 г почвы [3]. В целом чернозем южный карбонатный можно охарактеризовать как почву хорошего качества. Химические и физические свойства южных карбонатных черноземов довольно благоприятны для произрастания сельскохозяйственных культур.

Опыты были размещены по паровому предшественнику. Учетная площадь делянки 24 м^2, повторность четырехкратная. Посев производили в конце третьей декады мая, селекционной сеялкой ССФК – 7, уборка урожая селекционным комбайном Винтерштайгер. Оценку линий, фенологические наблюдения и учет урожая осуществляли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Экспериментальные данные обрабатывались с помощью пакета программ SNEDECOR [4].

Климат Северного Казахстана характеризуется резко континентальными условиями с коротким безморозным периодом (до 60 дней), частыми засухами, сильными ветрами и неравномерным распределением осадков. Это обусловливает необходимость создания скороспелых и засухоустойчивых сортов, эффективно использующих почвенную влагу.

Агрометеорологические показатели в годы исследований различались по количеству осадков и температурным условиям в течение вегетационного периода растений: 2021 год характеризуется как умеренно сухой (ГТК = 0,66), 2022 год – засушливый (ГТК = 0,56) и 2023 год очень засушливый (ГТК = 0,3).

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов 2021-2023 гг.

Месяц	Температура воздуха, 0С				Осадки, мм				ГТК			
	2021 г	2022 г	2023г	Ср. мн.	2021г	2022 г	2023 г	Ср. мн.	2021 г	2022 г	2023 г	Ср. мн.
Июнь	18,4	20,2	20,0	18,3	18,3	22,2	13,2	39,5	1,01	0,37	0,44	0,60
Июль	20,4	21,1	24,4	19,9	31,9	52,9	6,8	57,0	0,64	0,81	0,15	0,53
Август	19,6	17,2	19,0	17,4	37,8	25,2	12,7	39,8	0,52	0,47	0,46	0,48

В таблице 1 представлены данные о температуре воздуха, количестве осадков и гидротермическом коэффициенте за июнь–август 2021–2023 гг. Анализ показывает, что температурный режим характеризуется сезонным повышением с максимумом в июле, при этом наиболее высокие значения отмечены в 2023 году. Значения гидротермического коэффициента во все годы остаются ниже 1, что указывает на недостаточное увлажнение, а в 2023 году фиксируются экстремально засушливые условия. В целом выявляется тенденция к усилению засушливости климатических условий. Анализ температурного режима показывает, что во все годы наблюдений температура воздуха в большинстве месяцев превышала среднемноголетние показатели. В июне отмечено превышение среднемноголетнего значения (18,3 °С): максимальная температура зафиксирована в 2022 г. (20,2 °С). В июле наиболее высокие температуры наблюдались в 2023 г. (24,4 °С), что значительно выше нормы (19,9 °С). В августе температурный режим оставался повышенным относительно среднемноголетнего уровня (17,4 °С) 2021 и 2023 годов. Наиболее благоприятным годом для роста и развития овса ярового был 2021.

Результаты исследований.

В питомнике конкурсного сортоиспытания в период 2021-2023 гг. ежегодно изучалось по 10 перспективных линий ярового овса.

Нами было установлено, что вегетационный период пленчатых линий овса за 2021-2023 годы исследований варьировал от 78-80 дней, у стандарта Байзат – 78 дней, у голозерных линий варьировал 75-78 дней, у стандарта Сыргалым – 77 дней (таблица 2).

В результате трехлетнего изучения средняя урожайность пленчатых линий в питомнике КСИ варьировала в пределах 17,8 – 21,4 ц/га у стандарта пленчатого сорта Байзат – 17,8 ц/га, у голозерных линий – 9,9-12,0 ц/га, у стандарта голозерного сорта Сыргалым - 9,9 ц/га.

Ведущую роль в формировании урожайности играют структурные элементы, составляющие её основу: высота растений, продуктивная кустистость, длина метёлки, число зёрен в метелке, масса 1000 зёрен, длина метелки и длина верхнего междоузлия. Проявление данных признаков

зависит как от генотипа растений, так и от условий среды, которые вносят различный вклад в формирование признака. Высота растение у пленчатых линии находилась в пределах от 56,7 до 65,1 см, у стандарта Байзат - 56,7 см, высота растений у голозерных линии составила от 50,0 до 55,5 см. (таблица 3). У стандарта Сыргалым – 55,5.

Таблица 2 - Вегетационный период и урожайность лучших линий КСИ овса, 2021-2023 гг.

Сорт	Вегетационный период, сутки	Урожайность, ц/га				
		Годы			Средняя	Отклонение от st
		2021 г.	2022 г.	2023 г.		
Овес пленчатый						
Байзат, st	78	22,8	20,2	10,5	17,8	-
15/11	80	27,4	23,2	13,7	21,4	+3,6
19/12	78	27,2	22,6	13,4	21,1	+3,3
76/11	80	26,0	22,5	12,6	20,4	+2,6
32/11	79	25,8	24,7	12,1	20,9	+3,1
53/06	79	25,6	20,6	11,0	19,07	+1,3
1/12	78	24,9	22,2	10,2	19,1	+1,3
Овес голозерный						
Сыргалым, st	77	15,0	11,8	3,0	9,9	-
13/13	77	16,5	14,2	5,4	12,0	+2,1
13/10	77	13,6	12,5	4,5	10,2	+0,3
Нср 05		1,32	1,6	1,4		

Продуктивная кустистость у пленчатых линии варьировала от 1,1 до 1,6 шт., у стандарта Байзат – 1,1. Продуктивная кустистость у голозерных линии составила от 1,2 – 1,4 шт., у стандарта Сыргалым 1,2. У перспективных пленчатых линий длина верхнего междоузлия в среднем за три года варьировала от 22,5 до 26,7 см, у стандарта Байзат - 24,2 см, перспективные линии голозерного овса длина верхнего междоузлия в среднем варьировала от 20,5 до 24,7, у стандарта Сыргалым - 24,7. Длина метелки у пленчатых линии овса была в пределах 11,4 – 15,4 см, у стандарта Байзат - 11,4 см. Длина метелки у голозерных линии была в пределах 12,1-12,8 см, у стандарта Сыргалым – 12,8 см. Озерненность метелки у пленчатых линии варьировал от 17,1 до 29,0, у стандарта Байзат - 23,2. Озерненность у голозерных линии варьировал от 18,7 до 20,8, у стандарта Сыргалым – 19,5. Число зерен с метелки у пленчатых линии от 34,6 до 48,6, у стандарта Байзат - 36,7. Число зерен с метелки у голозерных линии показала от 36,7 до 41,9, у стандарта Сыргалым - 36,7. Масса 1000 зерен у пленчатых линии варьировала от 29,7 до 34,8, у стандарта Байзат – 34,8 г. Масса 1000 зерен у голозерных линии от 21,1 до 23,2, у стандарта – 22,3 г.

Таблица 3 – Структурный анализ линии овса в питомнике КСИ (2021-2023 гг.).

Сорт, линий	Высота растений, см	Продуктивная кустистость, шт	Длина верхнего междоузлия, см	Длина метелки, см	Озерненность метелки	Число зерен с метелке, г	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, г
Овес пленчатый								
Байзат, st	56,7	1,1	24,2	11,4	23,2	36,2	1,01	34,8
15/11	57,6	1,3	22,5	12,0	17,1	34,6	0,95	29,7
19/12	60,7	1,1	26,1	13,7	25,1	46,8	1,30	32,8
76/11	65,1	1,1	26,7	15,4	29,0	43,4	1,23	30,4
32/11	63,2	1,3	26,0	13,5	21,4	44,9	1,29	34,2
53/06	61,7	1,2	25,9	13,0	22,8	40,3	1,17	34,5
1/12	57,3	1,6	23,6	12,4	23,7	48,6	1,41	33,0
Овес голозерный								
Сыргалым, st	55,5	1,2	24,7	12,8	19,5	36,7	0,70	22,3
13/13	55,4	1,4	23,8	12,5	18,7	41,9	0,74	23,2
13/10	50,0	1,2	20,5	12,1	20,8	41,7	0,80	21,1

Корреляционная связь в условиях очень сухого 2023 года у пленчатых линии выявлена между числом зерен в метелке и массой зерен с метелки составила r=0,89**, у голозерных линии между числом зерен с метелки и массой зерен с метелки r=1,00**.

В условиях сухого 2022 года сильная корреляционная связь у пленчатых линии установлена между числом зерен с метелки и массой зерна с метелки r=1,00**, у голозерных линии между числом зерен с метелки и массой зерна с метелки r=0,97**.

В условиях умеренно сухого 2021 года сильная корреляционная связь установлена между числом зерна с метелки и массой зерна с метелки у пленчатых линии составила r= 0,93**, у голозерных линии года между числом зерна с метелки и массой зерна с метелки r= 1,00.

Одним из важных показателей, определяющих пищевую ценность зерна овса, является содержание белка.

Содержание белка в условиях 2021-2023 гг. у лучших линий и стандартов КСИ овса было в пределах от 11,9 до 19,91%, таблица 4.

В целом различный уровень белка в годы исследований, свидетельствует о значительной изменчивости показателя в зависимости от генотипа и погодных условий года. Среди стандартов сорт Байзат характеризовался сравнительно стабильным, но умеренным содержанием белка (в среднем 14,94 %), тогда как сорт Сыргалым показал более высокий средний уровень — 16,22 %, с заметным повышением в 2023 году (17,49 %). Из исследуемых линий наибо-

лее низкое среднее содержание белка отмечено у линии 19/12 (13,64 %), что связано с существенным снижением показателя в 2022 году (11,99 %). Линии 32/11 и 76/11 занимают промежуточное положение со средними значениями 14,42 % и 15,1 % соответственно, при относительно устойчивых показателях по годам. Наиболее высокие значения белка продемонстрировали линии 13/13 и 13/10, со средними показателями 17,06 % и 18,02 % соответственно. Особенно выделяется линия 13/10, достигшая максимального значения 19,91 % в 2023 году, что является наивысшим показателем среди всех образцов.

Таблица 4 – Содержание белка в КСИ овса, 2021-2023 гг.

Сорт, линии	Массовая доля белка, %			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Байзат, стандарт	15,09	14,04	15,68	14,94
19/12	15,34	11,99	13,58	13,64
76/11	15,69	14,74	14,87	15,1
32/11	13,83	13,59	15,83	14,42
Сыргалым, стандарт	16,76	14,42	17,49	16,22
13/13 (Дамсинский голозерный)	15,81	17,89	17,49	17,06
13/10	15,27	18,89	19,91	18,02

По содержанию белка наиболее перспективными являются голозерные линии 13/10 и 13/13, которые стабильно превосходят стандартный сорт Сыргалым, и могут представлять интерес для дальнейшей селекции, в качестве ценных источников высокого белка.

По результатам проведенных исследований в 2023 г. на Государственное сортоиспытание передан сорт овса Дамсинский голозерный.

Сорт среднеспелого типа созревания, устойчив к засухе и устойчив к полеганию Масса 1000 зерен 22,2-24,6 г.

Средняя урожайность сорта Дамсинского голозерного в конкурсном сортоиспытании за годы исследований составила 12,0 ц/га, при уровне стандарта 9,9 ц/га.

В результате проведённого Государственного сортоиспытания сорт овса Дамсинский голозерный допущен к использованию с 2026 по Акмолинской области.

Выводы

В результате проведённых 3-хлетных исследований установлено существенное влияние погодных факторов на формирование урожайности и качественных показателей исследуемых генотипов.

Определено, что продуктивность линий овса в значительной степени зависит от элементов структуры урожая, прежде всего числа зерен в метелке, массы зерна с метелки и массы 1000 зерен. Между числом зерен в метелке и массой зерен с метелки линии овса выявлены тесные положи-

тельные корреляционные связи (r = 0,98–1,00), что подтверждает их ключевую роль при отборе высокопродуктивных форм, особенно в условиях дефицита влаги.

Среди пленчатых форм по комплексу хозяйственно ценных признаков и уровню урожайности (+ 2,6 – 3,6 ц/га к стандарту) выделены линии 15/11, 19/12, 76/11, 32/11, 53/06 и 1/12. Среди голозерных форм наибольшую селекционную ценность представляют линии 13/13 и 13/10, обеспечившие прибавку урожайности до 2,1 ц/га по сравнению со стандартом. Линии овса показали более высокую урожайность по сравнению со стандартами, что подчеркивает их потенциальную значимость для дальнейшего селекционного процесса.

Анализ качества зерна показал значительную вариабельность содержания белка (11,99–19,91%). Наиболее высокие и стабильные показатели отмечены у голозерных линий 13/10 (в среднем 18,02%) и 13/13 (17,06%), что существенно превышает уровень стандарта.

Таким образом, в условиях засушливого климата Акмолинской области выделенные линии овса сочетают в себе повышенную продуктивность и качество зерна и могут быть рекомендованы для дальнейшего селекционного использования и внедрения в производство.

Литература

1. Аверьясова, Ю. С. Перспективы создания скороспелых сортов овса голозерного типа в зоне Северного Зауралья / Ю. С. Аверьясова, М. Н. Фомина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 1(242). – С. 44-48. – EDN TKQCWZ.

2. Халецкий С. П., Власов А. Г., Шемпель З. В., Трушко А. А. // Основные направления и результаты селекции овса / Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино, 05–06 июля 2017 года. – Жодино: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 262-265. – EDN ZJATXD.

3. Справочник статистических параметров черноземов южных карбонатных опытного хозяйства ВНИИЗХ им. А. И. Бараева. - Целиноград, 1991.-104 с.

4. 12. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск, 2012–282с.

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. –Алматы: Кайнар, 2002. - 378 с.

УДК 633.358:664.87

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ГОРОХА: КУЛИНАРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ЦВЕТОМЕТРИЯ КАШИ В СИСТЕМЕ LAB

Крадецкая О.О., Ошергина И.П., Утебаев М.У., Чилимова И.В.

п. Научный, Казахстан
ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева»

Горох посевной (*Pisum sativum L.*) является одной из наиболее распространенных зернобобовых культур, широко используемой в пищевой промышленности благодаря высокому содержанию белка, углеводов, аминокислот и биологически активных веществ. В современных условиях особое значение приобретает не только химический состав зерна, но и его технологические и потребительские показатели. Кулинарная оценка зерна гороха включает такие показатели, как время варки, степень разваримости, увеличение массы зерна после термической обработки и органолептические свойства. Эти показатели в значительной степени зависят от генотипа, структуры зерна и условий выращивания, что неоднократно отмечалось в исследованиях многих ученых [1, 2, 3, 4]. При этом традиционные методы оценки часто ограничиваются описательными характеристиками, что не всегда позволяет объективно сравнивать образцы между собой. В последние годы возрастает интерес к инструментальным методам оценки пищевых продуктов, в частности к анализу цвета с использованием современного оборудования в системе цветовых координат LAB. Цвет является важным показателем потребительской привлекательности каши из зерна гороха и может изменяться под влиянием пигментного состава сырья, а также процессов, при тепловой обработке [5].

Несмотря на наличие работ, посвященных изучению химического состава и технологических свойств зерна, вопросы комплексной оценки качества готовой продукции (кулинарная оценка, цветовая характеристика) остаются недостаточно изученными. Особенно актуально для селекционных исследований, направленных на создание сортов с улучшенными потребительскими свойствами.

Научная новизна работы заключается в комплексной оценке качества зерна гороха (*Pisum sativum L.*) с одновременным использованием кулинарных показателей и инструментального анализа цветовых характеристик готового продукта (каши) в системе LAB. В отличие от большинства

ранее выполненных исследований, в которых качество гороха преимущественно оценивалось по химическому составу, технологическим свойствам или отдельным органолептическим признакам, в данной работе реализован интегрированный подход, объединяющий показатели разваривaемости, текстуры и сенсорных свойств с объективной цветометрической оценкой [6].

Впервые для исследуемых образцов гороха применена система LAB для характеристики цвета не сырого зерна, а именно конечного продукта переработки — каши, что позволяет более точно оценить потребительские свойства. Цвет в системе *Lab** является объективным и воспроизводимым показателем, широко используемым в пищевых исследованиях благодаря возможности количественного описания светлоты и цветовых оттенков [7].

При этом показано, что цветовые параметры продуктов из гороха могут существенно варьировать в зависимости от сорта, технологии обработки и условий термического воздействия [8].

Новизна исследования также заключается в установлении взаимосвязи между кулинарными показателями (время варки, коэффициент разваривaемости, масса варёных семян) и параметрами цветности (L*, a*, b*) каши. В существующих работах цветовые характеристики, как правило, анализируются отдельно от кулинарных свойств или применяются преимущественно для сырья, а не для готовых блюд [9,10].

Дополнительным элементом новизны является выявление генотипической вариабельности образцов гороха по совокупности кулинарных и цветовых признаков, что расширяет представления о критериях качества зерна и может быть использовано в селекционных программах. Показано, что цвет продукта, наряду с технологическими характеристиками, является важным индикатором потребительской привлекательности и качества, формируемым как пигментным составом, так и процессами термической обработки [8].

Целью исследований является оценка качества зерна гороха по кулинарным показателям и цветовым характеристикам каши с использованием системы LAB.

Задачами исследований является определение кулинарной оценки и цветовой характеристики каши и выделение сортов с наиболее ценными показателями качества.

Исследования проводили в аккредитованном Аналитическом Центре ТОО «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева» в лаборатории биохимии и технологической оценки качества сельскохозяйственных культур. Кулинарную оценку зерна (время варки, коэффициент разваримости, цвет и вкус вареного зерна) проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (технологическая оценка зерновых, крупяных, зернофуражных культур) - М.- 1988 [89]. Цветовые характеристики каши определяли с использованием колориметра CR- 300 фирмы Konica Minolta (Япония).

Результаты исследований. В таблице 1 представлены лучшие коллекционные сорта гороха посевного листочкового морфотипа, а так же диапазон по изменчивости показателя по всем изученным образцам. Анализ данных позволяет выявить значительную межсортовую вариабельность. Отмечается широкий диапазон времени варки — от 95 до 162 минут (в среднем 126 мин). Наиболее быстро разваривaются сорта Чишминский 80 (95 мин), Александрит (100 мин) и стандарт Өріс (101 мин), что указывает на их высокую пригодность для кулинарного использования.

Масса варёных семян варьирует от 116,8 до 141,6 г (в среднем 126,4 г), отражая различия в водопоглотительной способности. Максимальное значение отмечено у Obrazcov ciflik 14 (141,6 г) что коррелирует с более высоким коэффициентом разваримости (до 2,8).

Таблица 1 – Кулинарная оценка коллекционных сортов гороха посевного листочкового морфотипа, урожай 2025 года

Сорт	Время варки семян, мин.	Вес вареных семян, г.	Коэффициент разваримости	Кулинарная оценка крупы гороха				Общая кулинарная оценка, балл
				цвет	балл	качество каши		
						равномерность разваривания, структура	вкус, балл	
Өріс, стандарт	101	120,8	2,4	желтый	4,9	равномерная	4,5	4,8
Александрит	100	131,2	2,6	темно - желтый	4,3	не равномерная	4,6	4,6
Чишминский 80	95	120,2	2,4	светло-желтый	4,4	не равномерная	4,7	4,7
Proteo	143	128,4	2,6	светло-зеленый	3,3	не равномерная	4,8	4,4
Obrazcov ciflik 14	158	141,6	2,8	темно – желтый	4,0	равномерная	4,9	4,6
Визир	160	129,2	2,6	желтый	4,7	равномерная	4,8	4,8
мин	95	116,8	2,3		3,3		4,4	4,4
макс	162	141,6	2,8		4,9		4,9	4,8
среднее	126	126,4	2,5		4,1		4,7	4,6

Органолептическая оценка цвета варьирует от 3,3 до 4,9 балла (в среднем 4,1). Наиболее привлекательный цвет отмечен у стандарта Өріс (4,9) и сорта Визир (4,7), тогда как низкие оценки характерны для зелёносемянных форм. Это свидетельствует о предпочтении желтосемянных форм в кулинарной оценке.

По качеству каши (равномерность разваривания и структура) большинство сортов характеризуются либо равномерной, либо неравномерной

консистенцией. При этом равномерное разваривание чаще наблюдается у сортов с более длительным временем варки (например, Визир, Obrazcov ciflik 14), тогда как у скороспелых форм чаще отмечается некоторая неоднородность.

Вкусовые качества варьируют в узком диапазоне — от 4,4 до 4,9 балла (в среднем 4,7), что указывает на в целом высокую вкусовую ценность всех изученных образцов. Максимальные значения отмечены у Obrazcov ciflik 14 (4,9), Визир и Proteo (по 4,8).

Итоговая кулинарная оценка находится в пределах 4,4–4,8 балла (среднее 4,6). Наиболее высокие показатели имеют стандарт Өріс и сорт Визир (по 4,8), что обусловлено сочетанием хорошего цвета, вкуса и удовлетворительной структуры.

Таблица 2 – Оценка кулинарных свойств сортов гороха посевного усатого морфотипа, урожай 2025 года

Сорт	Время варки семян, мин.	Вес вареных семян, г.	Коэффициент разваримости	Кулинарная оценка крупы гороха				Общая кули-нар-ная оцен-ка, балл
				цвет	балл	качество каши		
						равномерность разваривания, структура	вкус, балл	
Касиб, стандарт	107	127,8	2,6	желтый	4,8	не равномерная	4,9	4,9
Статус	106	129,6	2,6	желтый	4,9	равномерная	4,8	4,9
Шустрик	140	137,4	2,7	желтый	4,8	равномерная	4,5	4,8
Флагман 8	139	136,2	2,7	темно - желтый	4,3	равномерная	4,6	4,6
Аксайский усатый	152	131,4	2,6	желтый	4,8	равномерная	4,9	4,9
Obrazcov ciflik 13	123	126,0	2,5	желтый	4,8	не равномерная	4,8	4,9
мин	106	119,0	2,4		3,9		4,4	4,4
макс	165	137,4	2,7		4,9		4,9	4,9
среднее	135	128,1	2,6		4,6		4,7	4,7

При оценке зерна сортов усатого морфотипа время варки семян варьирует от 106 до 165 минут (в среднем 135 мин), что указывает на преимущественно более длительное разваривание по сравнению с ранее рассмотренной группой (таблица 2). Наиболее скороспелыми по данному признаку являются сорта Статус (106 мин), Касиб (107 мин), что делает их технологически более удобными для переработки.

Масса варёных семян изменяется в пределах 119,0–137,4 г (в среднем 128,1 г), отражая различия в водопоглотительной способности. Наибольшие

значения характерны для сортов Шустрик (137,4 г), Флагман 8 (136,2 г), что сочетается с высоким коэффициентом разваримости (2,7).

Органолептическая оценка цвета варьирует от 3,9 до 4,9 балла (в среднем 4,6). Наиболее высокие оценки получили желтосемянные формы — Статус (4,9), Касиб (4,8), Шустрик и Аксайский усатый (по 4,8).

Вкусовые качества варьируют в пределах 4,4–4,9 балла (в среднем 4,7), что свидетельствует о высокой пищевой ценности большинства образцов. Максимальные оценки вкуса отмечены у сортов Касиб и Аксайский усатый (по 4,9), а также у Статус и Obrazcov ciflik 13 (по 4,8).

Общая кулинарная оценка находится в диапазоне 4,4–4,9 балла (среднее 4,7), что несколько выше по сравнению листочковым морфотипом. Наиболее высокую оценку (4,9 балла) имеют сорта Статус, Касиб, Аксайский усатый и Obrazcov ciflik 13, отличающиеся сочетанием хорошего цвета, высокого вкуса и удовлетворительной или высокой разваримости.

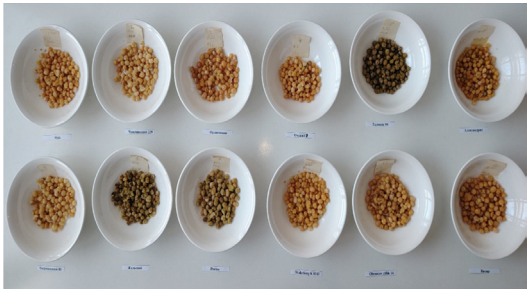




Рисунок 1- Кулинарная оценка и цветовая характеристика каши зерна гороха

Цветовая характеристика каши гороха важна как с точки зрения потребительских качеств, так и с точки зрения технологического процесса переработки. Цвет влияет на восприятие качества продукта, его привлекательность и, в некоторых случаях, на пищевые свойства, такие как содержание антиоксидантов и витаминов. Цветовые характеристики каши определяли с использованием колориметра CR- 300 фирмы Konica Minolta (Япония). Прибор позволяет производить цветовые изменения света, отраженного от объекта в цветовых координатах, объективное выражение параметров цвета выполнено в цветовом пространстве L*a*b* (мера яркости, которая варьирует от 0, до 100). При кулинарной оценке цвет каши определялся визуально, а значения лабораторной системы Lab близки к восприятию человеческого глаза, то есть при использовании данной цветовой базы можно перейти на определение цвета каши с помощью прибора, что позволит более точно и быстро определить данный показатель.

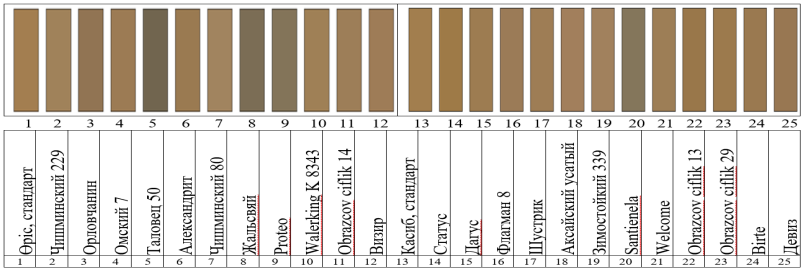


Рисунок 2- Цветовая палитра каши по системе Lab

Выводы. В результате исследований установлено, что обе группы сортов гороха обладают высоким уровнем кулинарных качеств, однако усатые морфотипы в среднем превосходят листочковые по общей кулинарной оценке за счёт более высоких показателей вкуса и цвета, несмотря на более длительное время варки. Для селекционных целей целесообразно использовать сорта Өріс и Визир как источники стабильных высоких кулинарных качеств и относительно короткого времени варки (листочковый морфотип), Сорта Статус, Касиб, Аксайский усатый и Obrazcov ciflik 13 (усатый морфотип) как доноры с максимальной общей кулинарной оценки.

Цветовая характеристика зерна, шрота и каши гороха имеет важное значение как для потребителей, так и для переработчиков, поэтому для более быстрого и точного определения цветовой характеристики каши применять систему LAB. Зеленые, желтые и коричневые сорта гороха имеют различия в цвете, что влияет на внешний вид готовой продукции. Для промышленной переработки и кулинарных целей важно учитывать, как цвет будет изменяться при варке и хранении, чтобы обеспечить привлекательность и качество конечных продуктов.

Таким образом, для условий Северного Казахстана перспективным направлением селекции является сочетание высокой разваримости и отличных органолептических показателей с сокращённым временем варки, с приоритетным использованием желтосемянных генотипов.

Литература

1. Guindon M. F., Aguero M. G., Gatti I., Cointry E. Comparative analysis of the physicochemical composition of pea cultivars // Ciencia y Tecnología Agropecuaria. – 2021. – Vol. 22, No. 2.

2. Tulbek M. C., Wang Y. L., Hounjet M. Pea — a sustainable vegetable protein crop // Sustainable protein sources. – Academic Press, 2024. – P. 143–162.

3. An N., Zhang Y., Li Q. A comprehensive review on composition, functionality

and application of pea protein // International Journal of Biological Macromolecules. – 2024. – Vol. 254. – Article 128082. – DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2024.128082.

4. Крадецкая О. О., Ошергина И. В., Дашкевич С. М., Утебаев М. У., Чилимова И. В., Тен Е. А. Оценка качества зерна гороха посевного (Pisum sativum L.) в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана // Изденістер, нәтижелер. – 2025. – № 1 (105). – С. 165–172. – DOI: 10.37884/1-2025/20.

5. Pathare P. B., Opara U. L., Al-Said F. A. J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review // Food and Bioprocess Technology. – 2013. – Vol. 6, No. 1. – P. 36–60.

6. Wang N., Hatcher D. W., Warkentin T. D., Toews R. Effect of cultivar and environment on physicochemical and cooking characteristics of field pea (Pisum sativum) // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 118, No. 1. – P. 109–115. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.04.082.

7. Wu D., Sun D. W. Colour measurements by computer vision for food quality control: a review // Trends in Food Science & Technology. – 2013. – Vol. 29, No. 1. – P. 5–20.

8. Jakobson K., Kaleda A., Adra K., Tammik M. L., Vaikma H., Kriščiunaite T., Vilu R. Techno-functional and sensory characterization of commercial plant protein powders // Foods. – 2023. – Vol. 12, No. 14. – Article 2805.

9. Espósito M. A., Bermejo C., Guindon M. F., Palacios T., Gatti I. Garden pea: agronomic, color and quality characterization using morphological and molecular data // RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias. – 2024. – Vol. 50, No. 2. – P. 75–82.

10. Selimović A., et al. The effect of baking temperature and buckwheat flour addition on the selected properties of wheat bread // Croatian Journal of Food Science and Technology. – 2014. – Vol. 6, No. 1. – P. 43–50.

УДК 631.17: 630*232.13: 004.942

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОРТОИСПЫТАНИИ

Лыкова Н. А.

г. Санкт-Петербург, Россия
ФГБНУ «Агрофизический
научно-исследовательский институт»

Введение. Для качественного анализа агроэкологической взаимообусловленности продуктивности и факторов среды в качестве интегрального показателя определена динамика продуктивности возделываемых культур в условиях колебаний погодных реализаций климата. В растениеводстве оценивают три категории продуктивности: потенциальную, климатически обусловленную и действительно возможную. Действительно возможная продуктивность, то есть действительно возможный урожай, характеризует продуктивность посева, которая теоретически достижима на конкретной почве и может быть получена при соблюдении агротехнологии в складывающихся метеорологических условиях. Уровень такого урожая лимитируется факторами плодородия почв [1]. Возможный уровень реализация генотипа под воздействием лимитирующих факторов среды исследуется в серии экологических сортоиспытаний (ЭСИ), перед тем как новый сорт (гибрид) поступит в Государственное сортоиспытание (ГСИ) [2]. И ЭСИ и ГСИ являются наукоемкими технологиями, требующими использование программных продуктов высокого качества с удобным интерфейсом. Причем цифровые платформы разрабатываются под конкретные задачи исследования, регион, сельскохозяйственную культуру. А поскольку Государственный реестр селекционных достижений постоянно обновляется, так как на смену старым сортам приходят новые, разработка программного обеспечения ЭСИ – это очень динамичная область исследований, с почти полувековой историей, истоки которой - это направления интенсификации сельского хозяйства за счет программирования урожаев либо, в последствии, развития прецизионного земледелия [3]. Нельзя опираться только на средний многолетний уровень урожая, необходимо дополнительно располагать сведениями о статистических характеристиках действительно возможного урожая.

Новизна исследований. Новые подходы к формированию регулируемой агроэкосистемы (РАЭС) позволяют выявлять особенности реакции растений на действующие факторы среды в физически моделируемых условиях среды обитания. На основании полученных знаний, разрабатываются

высокоэффективная методология создания наиболее адаптированных сортов и гибридов с ценными хозяйственными признаками. Созданы базы данных, базы знаний, цифровая платформы, цифровая экосистема, разрабатываемые, в том числе, и для целей экологического испытания новых сортов и гибридов растений. Разработаны принципы и методы ускоренной оценки селекционного материала в естественной среде и в условиях регулируемой агроэкосистемы с использованием инструментов цифрового земледелия.

Цель и задачи. Цель — развитие цифровых основ методологии ускоренного испытания сортов с использованием базы данных о развитии растений разных генотипов под воздействием комплекса факторов среды.

Задачи — выделить в многофакторных экспериментах группы факторов среды (влажности почвы, содержания NPK), определяющих продуктивность растений, и погодных для использования в программе обработки данных ЭСИ на примере злаковых культур и картофеля.

Материал и методика. Проводили ЭСИ в полевых условиях и в РАЭС по методике ускоренного испытания генотипов (УИГ), разработанной в Агрофизическом научно-исследовательском институте. База данных содержит сведения о результатах проведения экологического сортоиспытании ускореным методом, адаптированным как для сортов яровых зерновых культур [4], так и для сортообразцов картофеля [5].

Результаты иисследований. Методология быстрого экологического сортоиспытания (БЭСИ), учитывает принципы климатической зональности испытаний, принцип поливариантности развития растений, принцип вариативности и принцип оптимальности [6]. Выражение количественных признаков согласно смешанной модели Гаусса относительно комплексного градиента среды имеет определённый оптимум функции. Что касается урожая, то частотное распределение климатически обеспеченного, а, следовательно, и действительно возможного урожая близко к нормальному [7]. Другие количественные признаки могут иметь несколько вершин (оптимумов). Тогда, применяя процедуру выравнивания распределения методом скользящей средней, достигается достоверно одновершинное распределение и проводится количественный градиентный анализ. Используя метод W критерия нормальности Шапиро-Уилка были получены гистограммы распределения количественных признаков картофеля и яровых злаков (рисунок 1). Большинство признаков, делающих свой вклад в итоговую продуктивность растений, соответствуют нормальному распределению. Однако не всегда и не все количественные признаки биологических объектов имеют нормальное распределение при объединении или, наоборот, отборе данных, соответствующих определённым условиям (генотипу, факторам среды). Такие признаки необходимо оценивать непараметрическими критериями.

Прогноз агроэкологически обеспеченного, действительно возможного урожая разных сортов методом УИГ обеспечивается в испытании мони-

торингом целого ряда количественных признаков (генетически обусловленных единиц) на разных уровнях внутрипопуляционной структурной дифференциации. Для успешного прогноза в быстром экологическом сортоиспытании наряду с выбором оцениваемых признаков, выбор учтенных лимитирующих факторов среды также важен.

Показатель ГТК (Селянинова) в многолетних экспериментах, либо в разных регионах служил погодно-климатической характеристикой. ГТК также удобно рассчитывать в условиях регулируемой агроэкосистемы, в камерах искусственного климата, в фитотроне, в климатических комплексах для растений.

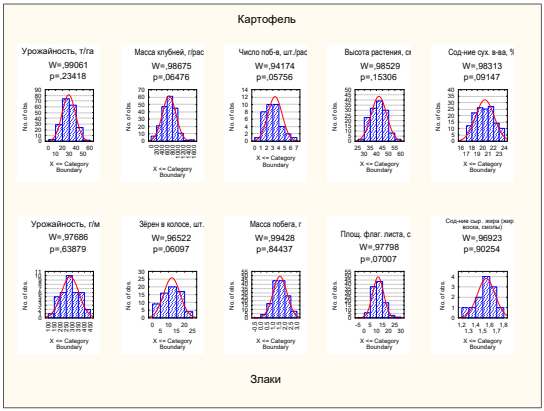


Рисунок 1 - Гистограммы распределения количественных признаков растений.



Рисунок 2 - Блок-схема построения цифрового агроэкологического паспорта сорта

При обеспечении растений в избытке влагой и минеральным питанием в определённых сочетаниях факторов ГТК и NPK можно спровоцировать развитие заболеваний от грибных патогенов, бактерий и вирусов, что также уточняет цифровой паспорт сорта. Моделирование разнообразных агроэкологических условий испытаний на основе управляемых факторов является залогом быстрого и информативного сортоиспытания (Рис.2). Параметрический подход в организации сортоиспытаний облегчает программную обработку данных, улучшает качество прогноза действительной продуктивности сортообразца, делает возможным построение агроэкологического паспорта сорта.

Выводы. Задача прогнозирования адаптивности сорта требует использования информационных технологий, программных средств, включающих базы данных, базы знаний и цифровую экспертную систему, позволяющую принимать решения относительно уровня урожайности той или иной культуры (генотипа) в определённых условиях среды.

Литература

1. Усков И.Б. Идет глобальное потепление. Что делать земледельцу? // Аграрный эксперт. – 2008. – №8. – С.6-9.

2. Шелоухова Н.А., Стефанова М.В. Анализ динамики роста злаков в экологическом тестировании // Экология. Экономика. Информатика. Сборник статей в 3 томах. Т.2: «Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем» /Отв. ред. Матишов Г.Г. – г.Ростов-на-Дону: изд-во ЮФУ, 2015. – С.538-543.

3. Якушев В.П., Полуэктов Р.А., Смоляр Е.И., Стефанова Н.А., Топаж А.Г. Точное земледелие: состояние исследований и задачи агрофизики. //Агрофизические и экологические проблемы сельского хозяйства в 21 веке /Под ред. В.Якушева и Д.Куртенера. Т.3. – СПб: изд-во АФИ, 2002. – С.26-74.

4. Архипов М.В., Данилова Т.А., Гусакова Л.П., Прияткин Н.С., Шелоухова Н.А. Актуальные проблемы повышения эффективности науки в обеспечении выполнения ключевых задач продовольственной безопасности в зерновом секторе страны // Труды КубГАУ .– 2018. – №71. – С.5-9.

5. Шелоухова Н.А., Данилова Т.А., Синицына С.М. Ресурсно-экологическая оценка почвенно-климатических параметров в селекции картофеля // IV Межд. Науч.-пр. конф., посвященная 85-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ 6 - 10 сентября 2016 года. Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем /под ред. Н. И. Граниной и Н.Д. Киселевой. – Иркутск: изд-во ИГУ, 2016. – 293-296.

6. Батыгин Н.Ф., Татьянко А.К., Потапова С.М., Стефанова Н.А. Принципы организации экологического сортоиспытания //Аграрная Россия. – 2003. – №6. – С.7-9.

7. Лыкова Н.А. Принцип ускоренного испытания генотипов //Доклады Россельхозакадемии. – 2008. – №3. – С.3-4.

УДК 633.26/.29: 638.19

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕКРЕСТНОГО ОПЫЛЕНИЯ ГОРЦА ЗАБАЙКАЛЬСКОГО В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ

Малицкая Н.В., Кузнецова М.А., Баяхметова С.Е., Курмангалиев М.К.

г. Петропавловск, Казахстан
НАО «Северо – Казахстанский университет имени М. Козыбаева»

Горец забайкальский из семейства Гречишных является ценной культурой, которая востребована во многих направлениях, в первую очередь в кормовом, также и пищевом: чайный напиток, переработанные и сырые продукты, в том числе и медоносном. Для ее возделывания нужны семена и здесь встает вопрос о производстве полноценных выполненных семян. Самоопыления для последней цели недостаточно. Перекрестное опыление происходит сложно из – за строения репродуктивных органов цветка, неравномерности тычинок и рыльца, слабой привлекательности пыльцы цветков.

Приманить насекомых к горцу забайкальскому можно, подсеяв к нему хорошо опыляемые пчелами культуры, например, донник, что относится к новизне исследования. Рядом растущие культуры активно воздействуют на абиотические факторы, способствуя эффективному развитию растений [1].

Цель: разработать технологию перекрестного опыления горца забайкальского для условий Северного Казахстана.

Задача: сравнить нектаропродуктивность медоносных культур.

Материал и методика. В 2022 - 2024 годах на полевом стационаре Акмолинской области провели научное исследование: «Сравнительная нектаропродуктивность медоносных культур с помощью перекрестного опыления». Полевой опыт заложили по схеме:

1. донник желтый– контроль;

2. горец забайкальский;

3. горец забайкальский + донник желтый.

Почва опытного поля – чернозем обыкновенный среднемощный, тяжелосуглинистый со слабощелочной реакцией, pH водной вытяжки равна 7,8. Опыт соответствует зональной типичности. Климат степной зоны засушливый, обеспеченность теплом средняя. Осадков выпадает около 280 - 300 мм, ГТК равен 0,8-0,9. Площадь опытной делянки составила 12м^2. Варианты опыта расположили рендомизированным методом в трехкратной повторности.

Объекты исследования: сорта горца забайкальского - Чаглинский и донника желтого – Альшевский. Технология возделывания культур была зо-

нальной. Посев горца и донника был проведен в первых числах мая 2021 года, густота стояния на второй год жизни культур, соответственно, составила 52 и 76 шт/1м^2, способ посева: 30 и 45 см, глубина посева: 2-4 и 1-3 см. От большей площади питания зависит хорошее выделение нектара [2].

Проведение учетов: в каждом соцветии культурных растений исследовали количество цветков, пыльцы, посещения их насекомыми и выход нектара. Учеты проводили в соответствии с рекомендациями Кучерова Е.В [3].

В фазе восковой спелости горца забайкальского определили качество семян: завязываемость, выполненность, урожайность по методическим указаниям в полевых опытах с кормовыми культурами [4]. Экспериментальные данные обработали дисперсионным (НСР05) и корреляционным (r) анализом по Доспехову Б.А. [5].

Результаты исследования. Со второго года жизни обеих культур начинают наблюдать за процессом цветения. Кисти донника желтого из семейства Бобовых обильноцветковые, которые содержат много высококачественной пыльцы. Нектар доступен в открытых цветках и не застывает из-за погодных условий [6].

Цветки горца расположены в рыхлых кистях. Цветки с короткими столбиками имели крупнее листочки околоплодника и предрасположены к небольшому бесплодию, чем цветки с длинными столбиками [7].

30% соцветий донника желтого зацветает с 14 июня, горца - на шесть суток позже – 20 июня, рисунок 1а. Поэтому вначале пчелы опыляют и собирают нектар с донника, затем любопытство пчел из - за запаха пыльцы горца заставляет их перелетать на его цветки.





Рисунок 1 – а) различия в наступлении периода цветения между донником желтым и горцем забайкальским
б) выполненные плоды горца забайкальского

Запах пыльцы на 10% привлекает насекомых. Наблюдения за активностью насекомых показали, что на донник садится наибольшее количество пчел – 17 шт (таблица 1), затем на рядом посаженных культурах – 12 шт и на последнем месте оказался горец забайкальский – 5 шт.

На оплодотворение семян горца влияет вид опыления: при недостаточном опылении на стебле остаются семязачаточные образования среди сформированных плодов, (рисунок 2).



Рисунок 2 – Семязачаточные образования горца забайкальского среди сформированных плодов

Наибольшее количество цветков в соцветии находится на варианте: горец забайкальский + донник желтый - 170 шт, что в 3,4 раза больше, чем на посеве донника (контроль) - 50 шт. Также наибольшее количество пыльцы, мг выделяемого соцветием для опыления - 7 и количество нектара, собранного пчелами с одного соцветия, мг - 56 отмечено на том же варианте.

Таблица 1 – Сравнительная нектаропродуктивность медоносных культур с помощью перекрестного опыления, в среднем за 2022 – 2024 гг.

Варианты	Запах пыльцы	Количество цветков в одном соцветии, шт	Количество насекомых на одном растении в сутки, шт	Количество пыльцы с одного соцветия, мг	Количество нектара с одного соцветия, мг
Донник желтый – контроль	резкий кумариновый	50	17	5	12,5
Горец забайкальский	пряный	110	5	2	8,8
Горец забайкальский + донник желтый	смешанный	170	12	7	56,0

На оплодотворение семян горца повлияло опыление цветков пчелами. На отмеченном варианте достаточное количество пыльцы с одного соцветия, 7 мг и насекомых - 12 шт повлияли на качественное опыление цветков, результатом которого явился высокий % завязи семян (85), (таблица 2).

Таблица 2 - Качество семян горца забайкальского после перекрестного опыления, в среднем за 2022 – 2024 гг.

Варианты	Завязываемость семян, %	Урожайность плодов, ц/га	Выполненность плодов, %
Горец забайкальский	70	7	90
Горец забайкальский + донник желтый	85	9	97
НСР05, ц/га		0,03	

В период сбора семян в фазу восковой спелости был очевиден результат опыления пчелами. На варианте с близким посевом культур процент выполненности плодов горца (97), рисунок 1б, был в 1,07 раза больше, чем на отдельном посеве горца (90). Между выполненностью и урожайностью семян лежит прямая корреляционная зависимость, r = 0,7. Прибавка изучаемого варианта 2 ц/га достоверна в соответствии с НСР05 0,03 ц/га.

Вывод. Следовательно, строение цветка и выделение пыльцы влияет на его опыление с помощью насекомых и на сбор ими нектара. Рекомендуется применять технологию перекрестного опыления горца забайкальского с помощью подсева донника желтого в Северном Казахстане для производства нектара до 56 мг с каждого соцветия и полноценных семян до 9 ц/га.

Литература

1. Ларин, И.В. Луговодство и пастбищное хозяйство [Текст] / И.В. Ларин, П.П. Бегучев, Т.А. Работнов и др. – Л.: Колос, 1975. – С. 295–310

2. Савин, А.П. Исследование медоносной базы и опыления растений пчелами [Текст] / А.П. Савин, А.Н. Бурмистров //Сборник научно-исследовательских работ по пчеловодству. - Рыбное: ФГБНУ «НИИ пчеловодства», 2005. - С.49-65

3. Кучеров, Е.В. Медоносные растения Башкирии [Текст]/ Е.В. Кучеров, С.М. Сираева. – М.: Наука, 1980. – 128с.

4. Новоселов, Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [Текст] / Ю.К. Новоселов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов и др. – Москва, 1983. - 197 с.

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований [Текст] /Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. Савин, А.П. Научное и технологическое обоснование возделывания энтомофильных культур для интенсификации кормопроизводства и пчеловодства в лесостепной зоне Европейской части России: монография [Текст] / А.П. Савин. - Рыбное, 2004.- 296 с.

7. Костиков, И.Ф. Интродукция новых и малораспространенных культур в Северном Казахстане. Часть 3 – Горец забайкальский (Polygonum divaricatum): монография [Текст] / И.Ф. Костиков, Н.В. Малицкая. - Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2017. - 180 с.

УДК 633/635:631.52

СОЗДАНИЕ СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ ВЫСОКОУРОЖАЙНЫХ АДАПТИРОВАННЫХ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ ДЛЯ ОРОШАЕМОЙ ЗОНЫ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Махмаджанов С.П., Костак О.А, Костаков А.К., Тагаев А.М., Асабаев А.С., Базарбай З.К., Махмаджанов Д.С.

Туркестанская область, Казахстан

ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства»

Введение. Люцерна (*Medicago sativa L.*) является стратегически важной бобовой культурой, широко возделываемой в аридных и полуаридных регионах. Из-за высокого водопотребления в условиях дефицита осадков ее производство критически зависит от орошения. В частности, в западных штатах США и Туркестанской области Казахстана ирригация необходима на протяжении всего вегетационного периода [1], а общая доля орошаемых посевов люцерны в США составляет около 51% [2].

Однако интенсивное орошение часто провоцирует вторичное засоление почв. Солевой стресс негативно влияет на ключевые физиологические процессы: от всхожести семян и фотосинтеза до эффективности симбиотической азотфиксации и накопления биомассы. В ответ на осмотическое давление растение активирует эндогенные механизмы адаптации, включая синтез осмолитов (пролина, трегалозы) и поддержание ионного гомеостаза.

Для повышения солеустойчивости *M. sativa* сегодня применяются комплексные подходы, объединяющие генетические исследования и биотехнологические инструменты. Использование функциональной геномики для поиска таргетных генов, применение PGPR-бактерий, микоризных грибов, а также предпосевная обработка семян фитогормонами (салициловой кислотой, брассинолидом) позволяют существенно улучшить адаптивный потенциал культуры в условиях засоления [3-5].

Для эффективного смягчения последствий засоления при сохранении высокой доходности предпочтительно выращивание люцерны, так как стандартные солеустойчивые злаки (пырей, бермудская трава и др.) уступают ей в питательной ценности и рентабельности.

Ключевые аспекты производства люцерны в таких условиях:

Агротехника: На продуктивность влияют методы подготовки почвы, дренаж, тип орошения и внесение добавок [6-7].

Риски: Минерализованная вода повреждает ткани растений, а плохое проникновение воды и дефицит кислорода в зоне корней угнетают их рост [8-11].

Генетика: Реакция на солевой стресс специфична для каждого сорта. Например, у марокканских популяций люцерны при воздействии NaCl наблюдалось снижение биомассы и азота на фоне роста концентрации сахаров в листьях [12].

Солевой стресс активирует у люцерны гены устойчивости, что приводит к уменьшению площади листьев, высоты побегов и содержания минералов, увеличивая при этом соотношение листьев к стеблям[13]. Адаптация включает накопление солей в клубеньках, снижение азотфиксации [14-15]. и секвестрацию токсичных ионов в вакуолях[16].

Засоление почв - глобальный абиотический стресс, охвативший более 100 стран. По данным ЮНЕСКО и ФАО, площадь таких земель достигла 932,2 млн га[17]. Изменение климата и дефицит воды только ускоряют этот процесс, сокращая доступные пашни и пастбища.

Деградация угодий обостряет конкуренцию за ресурсы между пищевым и кормовым секторами. В условиях дефицита земель критически важным становится отбор и выращивание сортов, устойчивых к засолению и щелочности, что позволяет эффективно использовать проблемные территории [18].

Материалы и методы. Место и объекты исследований. Работа выполнена в 2023–2025 гг. на базе ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства» (Махтааральский район, Туркестанская область, Казахстан). Объектами изучения послужили образцы люцерны в конкурсном (20) питомниках. В качестве стандарта через каждые 10 номеров высевали сорт Даму-12.

Условия опыта. Почва участка - светлый серозем, среднесуглинистый. Содержание гумуса (0–20 см) составляет 0,82–0,85%, подвижного фосфора - 12,0–22,0 мг/кг, калия -145,0–250,0 мг/кг. Глубина залегания грунтовых вод варьировала от 106,6 см (апрель) до 275,0 см (сентябрь). Снижение уровня вод в летне-осенний период связано с засушливостью и дефицитом зимне-весенних осадков.

Предшественники - хлопчатник и дыня. Опыты мелкоделяночные (общая площадь - 12 м², учетная - 10 м², повторность трехкратная). Норма высева - 2 г/м². Программа исследований включала оценку высоты растений, облиственности, урожайности (зеленая масса, сено) и биохимического состава (протеин, клетчатка, жир, зола).

Исследования проводились согласно методикам ВИР, Госсортоиспытания [19-20], Б.А. Доспехова [21-22] и унифицированному классификатору рода Medicago L. Статистическая обработка данных выполнена в программе Microsoft Excel.

Метеоусловия 2023–2025 гг. отличались типичной для юга Казахстана рез-

кой континентальностью и повышенной теплообеспеченностью. Вегетационные периоды характеризовались экстремальной жарой (до +40...+45°С) и дефицитом осадков. Несмотря на сложные гидротермические факторы, в агросекторе района отмечен рост производства на 17,3%, что подтверждает высокую адаптивность изучаемых сортообразцов.

Результаты исследований. В конкурсном питомнике проведена оценка 20 образцов люцерны в сравнении с районированным стандартом Даму-12. Агротехника соответствовала условиям селекционного питомника (табл.1).

Результаты испытаний за 2023–2025 гг. показали:

Зимостойкость: Все образцы продемонстрировали высокие показатели (85–95% сохранившихся растений на 1 м²).

Таблица 1 – Хозяйственно-биологические показатели в конкурсном сортоиспытании, учет 2023-2025 гг.

№ п/п	Сорто-образцы	Облист-вен-ность, %	Сред-няя высота, см	Сумма Урожая зеленой массы, ц/га за 5 укосов	В % к ст.	Сумма Урожая сухой массы, ц/га за 5 укосов	В % к ст.	Масса 1000 штук семян, г	Инди- видуаль-ные отборы семян, г
1	Даму-12-St.	49,4	86,2	1246	100,0	205	100,0	2,7	14,1
2	М-2572	44,6	99,2	1345	107,9	231	112,7	2,7	14,2
3	М-2584	48,2	96,8	1258	101,0	230	112,2	2,8	14,1
4	М-2518	47,8	84,2	1204	96,6	218	106,3	3,0	14,3
5	М-2533	49,2	89,2	1335	107,1	206	100,5	2,7	14,1
6	М-2532	44,4	79,4	1309	105,1	231	112,7	2,5	14
7	М-2501	45,8	86,8	1170	93,9	206	100,5	2,4	14
8	М-2568	48,6	84,8	1150	92,3	220	107,3	2,5	14
9	М-2566	46,2	79,4	1173	94,1	232	113,2	2,5	13,9
10	М-2537	47,8	95,4	1256	100,8	236	115,1	2,3	14,2
11	М-2513	44,8	81,6	1383	111,0	221	107,8	2,5	14,1
12	М-2522	50,0	82,2	1197	96,1	226	110,2	2,4	14,3
13	М-2579	50,6	84,6	1382	110,9	228	111,2	2,4	13,9

Продолжение таблицы 1

14	М-2552	47,2	94,2	1089	87,4	252	122,9	2,6	13,0
15	М-2582	46,2	91,2	1292	103,7	233	113,7	2,7	14,2
16	М-2581	49,4	93,6	1269	101,8	232	113,2	2,6	14,3
17	М-2587	46,8	80,4	1318	105,8	221	107,8	2,7	14,4
18	М-2553	51,2	88,8	1162	93,3	206	100,5	2,7	14,1
19	М-2547	50,4	93,6	1240	99,5	211	102,9	3,0	14
20	М-2545	54,2	94,6	1074	86,2	248	121,0	2,7	13,9
21	М-2539	52,4	97,6	1168	93,7	198	96,6	2,5	14
НС НСР 05 -1,9ц									

Кустистость: У 15 сортообразцов отмечена высокая интенсивность ветвления (62–65 стеблей на куст), у 5 - средняя (45–50 стеблей).

Урожайность зеленой массы: Средний показатель по питомнику составил 1231,5 ц/га. Стандарт существенно превзошли 8 образцов. Наибольшую продуктивность обеспечили М-2513 (1383 ц/га, +11,0% к ст.) и М-2579 (1382 ц/га, +10,9% к ст.). Наименьшие результаты зафиксированы у образцов М-2545 и М-2552 (86,2–87,4% от уровня стандарта).

По выходу сухой массы 18 из 20 образцов превзошли стандарт. Максимальный сбор зафиксирован у М-2552 (252 ц/га, +22,9% к ст.), что подтверждает его высокую питательную ценность и способность эффективно накапливать сухое вещество при относительно небольшом объеме сырой биомассы.

Морфологические особенности показывают, что максимальная облиственность отмечена у образца М-2545 (54,2%), что на 4,8% выше стандартного сорта Даму-12. Самым высокорослым признан образец М-2572 (99,2 см), что способствовало формированию высокого урожая зеленой массы (107,9% к стандартному сорту Даму-12).

Семенная продуктивность показала, что крупносемянностью выделились образцы М-2518 и М-2547 (масса 1000 семян - 3,0 г). Остальные номера находились на уровне или ниже стандарта (2,7 г).

Финансирование. Данное исследование проведено при поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан в рамках научно-технической программы BR22884393: «Создание конкурентоспособных сортов и гибридов кормовых культур для различных агроклиматических зон Казахстана и разработка сортовой технологии».

Выводы. На основании проведенных исследований (2023–2025 гг.) можно сделать следующие выводы:

Изученные сортообразцы люцерны проявили высокую устойчивость к

экстремальным условиям юга Казахстана (жара до +45°С, засоление), обеспечив зимостойкость на уровне 85–95%.

Выделены перспективные линии, значительно превосходящие стандарт Даму-12 по ключевым параметрам. Лидерами по выходу зеленой массы стали М-2513 (+11%) и М-2579 (+10,9%).

Особую ценность представляет образец М-2552, который при умеренном объеме вегетативной массы обеспечил максимальный сбор сухого вещества (252 ц/га, что на 22,9% выше контроля).

Отобранный селекционный материал является фундаментом для создания новых сортов, способных обеспечивать высокую рентабельность кормопроизводства на засоленных землях в условиях меняющегося климата.

Литература

1. Putnam, D. H. Strategic importance of alfalfa in the West [Электронный ресурс] / D. H. Putnam // Proceedings of the Western Alfalfa and Forage Conference.-2012.-P. 1–12.-Режим доступа: [укажите URL, если есть].

2. Alfalfa and Forage Crops: Irrigation and Production Statistics [Текст] / United States Department of Agriculture ; National Agricultural Statistics Service.-Washington : USDA, 2022.-45 p.

3. Mouradi, M. Physiological and biochemical responses to salt stress in alfalfa (Medicago sativa L.) [Текст] / M. Mouradi, K. Farissi, M. Lahlali // Journal of Applied Botany and Food Quality.-2018.-Vol. 91.-P. 212–221.

4. Munns, R. Mechanisms of salinity tolerance [Текст] / R. Munns, M. Tester // Annual Review of Plant Biology.-2008.-Vol. 59.-P. 651–681.

5. Sandhu, G. Genomic and biotechnological approaches for enhancing salt tolerance in Alfalfa [Текст] / G. Sandhu, B. S. Gill // Alfalfa Science and Technology.-2017.-№ 4.-P. 88–104.

6. Benes, S. E. Alfalfa production in salt-affected soils [Текст] / S. E. Benes, R. B. Hutmacher, S. R. Grattan // Alfalfa Management Guide.-2018.-Vol. 22.-P. 45–58.

7. Sanden, B. L. Alfalfa production in salt-affected soils [Текст] / B. L. Sanden, G. Sheesley // Irrigation of Agricultural Crops.-2007.-Vol. 30.-P. 121–135.

8. Ayers, R. S. Water quality for agriculture [Текст] / R. S. Ayers, D. W. Westcot.-Rome : FAO, 1985.-174 p.-(FAO Irrigation and Drainage Paper ; № 29).

9. Grattan, S. R. Understanding and managing salinity in alfalfa [Текст] / S. R. Grattan, J. D. Oster // Proceedings of the Western Alfalfa and Forage Conference.-2003.-P. 11–24.

10. Hanson, B. R. Agricultural Salinity and Drainage [Текст] / B. R. Hanson, S. R. Grattan, A. Fulton.-California : University of California, 2006.-164 p.

11. Oster, J. D. Response of alfalfa to irrigation with saline-sodic water [Текст]

/ J. D. Oster, S. R. Grattan // Agricultural Water Management.-2002.-Vol. 52, № 1.-P. 59–80.

12. Mouradi, M. Physiological and biochemical responses to salt stress in alfalfa (Medicago sativa L.) [Текст] / M. Mouradi, K. Farissi, M. Lahlali // Journal of Applied Botany and Food Quality.-2018.-Vol. 91.-P. 212–221.

13. Sandhu, G. Alfalfa (Medicago sativa L.) responses to salt stress [Текст] / G. Sandhu, B. S. Gill, R. S. Saini // Alfalfa Science and Technology.-2017.-Vol. 45, № 2.-P. 112–125.

14. Latrach, L. Salt stress tolerance in alfalfa (Medicago sativa L.) in symbiotic association with Sinorhizobium meliloti [Текст] / L. Latrach, K. Farissi, M. Mouradi // South African Journal of Botany.-2014.-Vol. 91.-P. 113–122.

15. Elgharably, A. Alfalfa (Medicago sativa L.) growth and nitrogen fixation under soil salinity and mineral nitrogen levels [Текст] / A. Elgharably, S. E. Benes // Journal of Plant Nutrition.-2020.-Vol. 43, № 18.-P. 2727–2739.

16. Munns, R. Mechanisms of salinity tolerance [Текст] / R. Munns, M. Tester // Annual Review of Plant Biology.-2008.-Vol. 59.-P. 651–681.

17. Rengasamy, P. World salinization with emphasis on Australia [Текст] / P. Rengasamy // Journal of Experimental Botany.-2006.-Vol. 57, № 5.-P. 1017–1023.

18. Zhang, J. L. Breeding and selection of salt-tolerant crops for sustainable agriculture [Текст] / J. L. Zhang, T. J. Flowers, S. M. Wang // Journal of Arid Land.-2008.-Vol. 1, № 2.-P. 135–144.

19. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст] / М-во сел. хоз-ва СССР, Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур ; под общ. ред. М. А. Федина.-Москва : Колос, 1985.-Вып. 1 : Общая часть.-263 с.

20. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] : учеб. для вузов / Б. А. Доспехов.-5-е изд., доп. и перераб.-Москва : Агропромиздат, 1985.-351 с.

21. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав [Текст] / Всесоюз. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова ; сост. А. И. Иванов [и др.].-Ленинград : ВИР, 1985.-48 с.

22. Международный классификатор СЭВ рода Medicago L. [Текст] / сост. А. И. Иванов [и др.].-Ленинград : ВИР, 1984.-38 с.

УДК 633.16:631.52

КҮЗДІК АРПАНЫҢ КОНКУРСТЫҚ СОРТСЫНАҚТАҒЫ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕРЕРІ

Мусабаев Ж.С., Татебаев Б.Ж.

Сарқырама а, Қазақстан
«Красноводопад ауылшаруашылық тәжірибе станциясы» ЖШС.

Кіріспе . Арпа әлемдегі жетекші дақылдардың бірі болып табылады. Арпа дәні, сыра қайнату саласы мен алкоголь өнімдерін өндіру үшін шикізат ретінде, жарма өндірісінде кеңінен қолданады. Арпа дақылы – малазығын өндіруде ерекше орын алады, оның дәнінен құрама жем алынса, ал сабаны мал азық ретінде қолданады. [1]

ФАО ның деректері бойынша дүниежүзілік арпа өндірісінің шамамен 75% мал азықтық мақсатта пайдаланылады, 20% сыра қайнату өнеркәсібі үшін уыт өндірісінде өңделеді және тек 5% тамақ өнімдерін өндіруге пайдаланылады [2].

Арпаның ауылшаруашылық және өнеркәсіп өндірісінде алатын орны ерекше. Оның алуан түрлі формалары мен жоғары экологиялық-географиялық бейімділігі оны топырақ пен климаттық жағдайы қолайсыз аймақтарда өсіруге мүмкіндік береді.

Арпа – ең маңызды мал азықтық және азық-түлік дақылдарының бірі. Бір килограмм арпа дәнінде 100 г ақуыз және 1,28 азықтық бірлік бар, бұл басқа дақылдарға (сұлы, қара бидай және т.б.) қарағанда едәуір көп. Қара бидайдың, күріштің, сұлының, бидайдың және басқа да дақылдардың вегетативті массасында азықтық бірлік пен ақуыз мөлшері арпа сабанына қарағанда 3,5 есе аз. Ауылшаруашылық жануарларының рационында арпаны пайдалану тәуліктік салмақ қосуға жақсы әсер етеді, бұл мал шаруашылығы өнімдерінің өндірісін арттыруға ықпал етеді [3].

Қазақстанның оңтүстігінде негізінен күздік арпа өсірледі. Жаздық арпа көп жағдайда, күздік дақылдарды суық ұрғанда және көп мөлшерде сиректелгенде егіледі. Осы мақсатта арпа сорттары ерте пісетін болуы керек. Бұл - экологиялық жағдайда құрғақшылық, өнімділік азайуының бірден-бір себебі. Сонымен бірге арпа сорттары жауын-шашын мөлшерінің ауытқуына, ауруларға төзімді болуы керек. Бір сортта шаруашылық құнды және биологиялық қасиеттерді құрау үшін, еліміздің және шетел селекциясының көптеген коллекциялық үлгілерін зерттеуді талап етеді. Сонымен қатар арпа дақылы көп таралған ауруларға, зиянкестерге және суыққа төзімді болуы қажет. Олар егістікке зиян келтіріп қана қоймай өнімділіктің азайуына ықпал етеді. [4]

Қазақстанда мал шаруашылығының карқынды дамуына байланысты, арпа дәніне сұраныс артуда. Осыған байланысты әлемдік коллекциялық үлгілерді зерттеп, ауылшаруашылығына және қайта өңдеу өндірісінің талаптарына сай интенсивті сорттарды шығаруды талап етеді. Бұл арпа дәнінің өнімін арттырып қана қаймай, өзіндік құнының төмендеуіне ықпал етеді.[5] [6]

Климаттың өзгеруімен, ауыл шаруашылығы өсімдіктерінің генетикалық әртүрлілігінің қысқаруымен және жер шарындағы халықтың қарқынды ұлғаюымен сипатталатын әлемде, астық өндірісін арттыру туралы мәселе ерекше орында. Бұл жағдайларда селекциялық зерттеулер басым болып табылады.

Қазіргі селекцияда ғалымдар шаруашылық құнды белгілердің барлық спектрі бойынша бағытталған жұмысты жүргізуі тиіс, өйткені түпкілікті өнімділігі сорттың қоршаған ортаның биотикалық және абиотикалық факторларына бейімделу дәрежесіне тікелей байланысты.

Бұл міндетті табысты шешу едәуір дәрежеде тиісті бастапқы материалдың болуымен айқындалады. Ата-аналық формаларды анықтау және іріктеу - сәтті селекцияның негізі. Бастапқы материалды анықтау, сорттарға қойылатын талаптардың ұлғаюына байланысты біртіндеп ұлғайуда. Бұл ретте неғұрлым өнімді сорттардың шығарылуына байланысты, белгілердің биологиялық табиғаты туралы білімнің ұлғаюына, селекция міндеттерінің күрделенуіне және басқа да бірқатар себептерге қарай бастапқы материалдың өзіне қойылатын талаптар да өзгеруде.[7]

Ғылыми жаңалығы

Қазақстаның Оңтүстік аймағына бейімделген күздік арпа сортының моделін әзірлеу және жаңа шығарылған сортты ҚР АШМ «Ауылшаруашылығы дақылдарын сорт сынау жөніндегі мемлекеттік комиссия» Республикалық Мемлекеттік мекемесіне сортсынауға беру.

Зерттеу жұмысының мақсаты мен міндеттері

- күздік арпаның тәліми жағдайға бейімделген сорттарын шығару үшін негізгі биологиялық қасиеттеріне және шаруашылық құнды белгілеріне қарай отырып, сұрыптап алу;

- күздік арпаның гендік қорын биологиялық қасиеттері мен шаруашылық құнды белгілері бар жаңа үлгілермен толықтыру.

Зерттеу нысаны және әдісі

Зерттеу нысаны ретінде 30 күздік арпаның үлгілері конкурстық өсімбақта сыналды. Стандарт көп тараған күздік арпаның Береке 54 сорты, әр 10үлгіден соң егіліп отырды.

Егіс көлемі 20м^2

Алдыңғы дақыл сүр танап;

Фенологиялық бақылау – 2011жылы 13 мамырда ауылшаруышылығы министрі № 06-/245 бұйрығымен бекіткен Мемлекеттік сорт сынау әдісіне сайкес;

Суыққа төзімділігін анықтау –күзде (толық өніп шыққан соң) ¼ м^2 жерде өсімдіктерді санап, көктемде аман қалғандарын санау арқылы жүргізілді;

Ауруларға төзімділігі –зерттеу жұмыстары табиғи жағдайда, бағалау халықаралық тәжірибеге сәйкес (% айырмашылықта) жүргізілді.

R – төзімді генотип (10% дейін).

MR – орташа төзімді (30% дейін).

MS – орташа төзімсіз (60% дейін).

S - төзімсіз (80-100%).

Өсімдіктің ұзындығы – орташа 5-10 өсімдіктің бірінші буынаралығынан бастап қылдарының ұшына дейін өлшенеді;

Масақтың ұзындығы – орташа 5-10 өсімдіктің бірінші сигменттен масақтың ұшына дейін өлшеу арқылы анықталады;

Масақтағы дән саны –орташа 5-10 өсімдіктен алынады;

1000 дәннің салмағы орташа 5-10 өсімдіктен алынады;

Өнімділігі – үлгілерді 20м^2 жерден Hege 125 селекциялық комбайнмен орып анықталды;

Математикалық өңдеу Б. Доспеховтың әдісі бойынша жүргізілді.

Тәжірибе 2023-2025ж. BR24892821 «Қазақстанның әртүрлі топырақ-климаттық аймақтарында өнімділік, сапа және стресске төзімділік әлеуетін арттыру үшін дәнді дақылдар селекциясы және бастапқы тұқым шаруашылығы» жоба аясында, Красноводопадская ауылшаруашылық тәжірибе станциясында, арпа сұрыптау бөлімінде жүргізілді.

Бұл аймақ жартылай ылғалмен қамтылған тәлімі жерге жатады. Топырағы – таулы-далалық және сұр топырақ, саздақ-ұсақ тасты. Қарашірік мөлшері 0,8-1,2% аралығында, азот 0,08-0,1%, фосфор 0,1-0,15%, калий 252 мг/кг дейін құрайды.

Красноводопад АШТС. агрометеостанциясының мәліметі бойынша ауаның жылдық орташа температурасы 14,1ºС, 10 градустан асатын температураның қосындысы 3800ºС. Аязсыз кезеңнің ұзақтығы 150-190 күн. Жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері 421мм, көбіне қыс және көктем мезгілінде түседі.

Нәтижелер

Конкурстық сортсынақтағы коллекциялық үлгілер осы аймақта күздік дақылдарды егуге белгіленген қолайлы мерзімде егілді. Өсу барысында үлгілерді күтіп баптау (отау, араларын шабу) жұмыстары жүргізілді. Барлық вегетациялық кезеңдерде фенологиялық бақылаулар жүргізілді. Сонымен бірге ауруларға және қысқа төзімділігі бағаланды.Үлгілердің вегетациялық кезеңін бағалау халықаралық тәжірибеге сәйкес 1-қаңтардан бастап жүргізілді. Толық пісіп жетілу мерзімі орташа 150-162күнді құрады. Осыған сәйкес үлгілер үш топқа бөлінді, ерте пісетін, орташа пісетін және кеш пісетін. Стандарт Береке 54 сортының пісіп жетілу мерзімі 153 күнді құрап, орташа

пісетін топқа енді. Пісу мерзімі ерте үлгілер 150-153 күнде толық пісіп жетілді. Яғни стандарт Береке 54 сортынан 1-3 күнге ерте. Олар: Н-11-3, Еп-270, Л-11/Т-55, Л-12/ Т-60 және т.б. үлгілер. Сонымен бірге орташа пісетін үлгілер 154-158 күнде және кеш пісетін үлгілер 158-162 күнде пісіп жетілді.

Өсімдіктердің ауруларға төзімділігі - жахандық маселелердің бірі. Соңғы кезде дәнді дақылдардың ауру қоздырғыштарға төзімділігі - қатты алаңдатуда, әсіресе арпаның гельментоспориоз және септориоз қоздырғыштарына.2023-2025жж. жылдарында күздік арпаның үлгілерін зерттеу барысында үлгілердің басым көпшілігінде орташа төзімділік (30% дейін) байқалды. Аурулармен зақымдану деңгейі 10% дейін, төзімді 3 үлгі анықталды. Олар: Л-12/Т-60, Н-11-3, UN-24/14. Суыққа төзімділікті зерттеу кезінде көптеген үлгілердің суыққа төзімділік дәрежесі 7-8 балл шегінде болды, және орташа төзімділік көрсетті. Зерттеу жүргізілген жылдары қыста ауаның орташа тәуліктік температурасы көпжылдықпен салыстырғанда жоғары болды.2023 жылы ауаның орташа тәуліктік температурасы: желтоқсанда +0,3Со, қаңтарда +2,5С0, ақпанда +5,7Со, 2024 жылы желтоқсанда + 4,5Со, қаңтарда +1,8Со, ақпанда +1,5Со, 2025жылы желтоқсанда +2,4Со, қаңтарда +3,0СО, ақпанда +4,7Со құрады. Көпжылдық орташа көрсеткіш желтоқсанда +2,4Со, қаңтарда +1,4Со, ақпанда +2,5Со. Соған қарамастан, Красноводопад ауылшаруашылық тәжрибие станциясында шығарылған Береке-54, Южноказахстанский43, Н-3-1 сорттары және ИКАРДА ның Л-11/Т-55, Л-1/Т-74, Л-56/Т-75 іріктемелері мен үлгілері аязға жоғары төзімділік көрсетті (9 балл).

2-кестеде күздік арпаның дәнінің негізгі биохимиялық және технологиялық көрсеткіштерін талдау нәтижелері келтірілген (Кесте 2).

Кесте 2 - Күздік арпаның технологиялық талдау нәтижелері

№	Атауы	Натура, г/л	Протеин, %	Ылғалдығы %	Крахмал, %	Экстракция лығы, %	Кольбаха, Саны %
1	Береке 54	599	13,5	8,5	60,4	78,2	28,5
2	ЮК 43	566	13,3	8,4	60,4	78,4	31,0
3	Лашын	605	11,8	8,3	60,6	78,5	31,8
4	Л-11-55	623	12,7	8,4	61,1	78,2	31,0
5	Н-11-3	646	13,3	8,2	60,1	78,3	31,3
6	Н-12-1	641	12,8	8,3	60,7	78,6	31,0
7	Н-9-2	574	13,2	8,5	60,6	78,3	31,1
8	Еп-270	601	13,1	8,3	60,7	78,2	30,0
9	UN-24/14	596	14,2	8,2	59,6	78,2	30,9
10	UN-126/13	589	13,8	8,4	60,0	78,5	31,0
11	Л-98/Т-72	612	13,1	8,3	61,0	78,3	30,7
12	Л-39/Т-62	525	12,8	8,4	60,0	78,4	31,9

2-кестенің жалғасы

13	Л-98/Т-62	606	12,7	8,3	60,7	78,6	30,5
14	Л-45/Т-62	590	12,7	8,4	61,2	78,3	31,0
15	Л-12/Т-60	586	12,6	8,4	62,0	78,5	30,5
16	Л-36/Т-62	501	13,6	8,2	59,2	78,1	30,7
17	Л-50/Т-67	598	13,1	8,4	60,7	78,2	30,1
18	Л-2/Т-65	535	13,1	8,2	59,4	78,1	31,7
19	Л-36/Т-66	579	13,5	8,1	60,0	78,3	31,2
20	Л-2/Т-67	617	12,7	8,3	62,0	78,2	31,2

Көрсеткіштер жиынтығы бойынша жоғары (натура, протеин және крахмал) келесі линиялар перспективті болып саналады: Н-11-3, Н-12-1, Л-11-55, Л-2/Т-67.Ақуыз сапасын жақсарту үшін UN-24/14, Л-36/Т-62, Л-36/Т-66 үлгілері ерекше қызығушылық тудырады. Сыра қайнату үшін құрамында крахмал жоғары және Колбах индексі бар линиялар Л-12/Т-60, Л-2/Т-67, Лашын, Л-39/Т-62. Осылайша зерттелген үлгілер белгілердің кең өзгергіштігімен сипатталады, бұл мақсатты бағытта (сыра қайнату, жем немесе тағам) іріктеу үшін қолайлы жағдай жасайды.Оңтүстік Қазақстанның тәліми жерлерінде күздік арпадан жоғары өнім алудың басты факторы ол дәннің толуы және пісу кезеңінде ылғалмен қамтамасыз етілуінде.Конкурстық сортсынақтағы үлгілердің өнімділігін бағалау, 20м^2 жерден селекциялық комбайнмен ору арқылы жүргізілді.Біздің зерттеулерімізде зерттелген арпа үлгілерінің өнімділігі өсіру жылына байланысты айтарлықтай өзгеріп отырды.2023-2025 жылдары күздік арпаның стандарт Береке 54 сортының орташа өнімділігі 17,1 ц/га құрады. Өнімділігі стандарттан жоғары 12 үлгі іріктелді. Айқын басымдылықты Л-11/Т-55 19,6 ц/га +2,5 ц/га, Л-36/Т-66 18,9ц/ га +1,8ц/га, және Л-2/Т-67 18,9 ц/га +1,3 ц/га көрсеті. Конкурстық сортсынақ өсімбағында Л-11-55 үлгісі 3 жыл ішінде астық өнімділігі бойынша стандарт Береке 54 сорты сенімді түрде асып түсті: 2023 жылы 3,5 ц/га, 2024 жылы 2,0 ц/га, 2025 жылы 1,8 ц/га, орташа есеппен 2 ц/га артық.Көпжылдық зерттеулер қортындысы бойынша Л-11-55 үлгісі «Жайна» атауымен ҚР Мемлекеттік сортсынаққа берілді.Оңтүстік Қазақстанның тәлімі жерлерінде өсіруге ұсынылды. Гельминтоспориозға және ұнтақты көгеруге орташа сезімтал. Жоғары өнімді, ерте пісіп жетіледі, құрғақшылыққа және қысқа төзімді сорт.

Қортынды

Зерттеу нәтижесінде біз өнімділігі жоғары, қысқа, ауруларға төзімді және қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына төзімді күздік арпаның 6 үлгісін анықтадық. Бұл таңдалған арпа үлгілері толық селекциялық процесс аясында зерттеліп, өнімділікті арттыру үшін бастапқы материал ретінде будандастыру жоспарына енгізіледі. Конкурстық сортсынақ өсімбағында

Л-11-55 үлгісі 3 жыл ішінде астық өнімділігі бойынша стандарт Береке 54 сорты сенімді түрде асып түсті. Көпжылдық зерттеулер қортындысы бойынша Л-11-55 үлгісі «Жайна» атауымен ҚР Мемлекеттік сортсынаққа берілді.

Қолданылған әдеиеттер тізімі:

1. Кузьмин К.А. Арпа дақылын Қазақстанда өсіру.//к. Зернофуражные культуры. М. Колос. 1975. 102-10. 8б.

2. А. С. Ерешко. – Ростов-на-Дону, 2007. – 184 с.

3. Репко, Н. В. Посевные площади и урожайность озимого ячменя в основных регионах возделывания / Н. В. Репко, Е. В. Смирнова, А. С. Коблянский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ. – 2015. – № 112.

4. Азимов Р. Казахстан по экспорту зерна входит в шестерку мировых лидеров. // Агроинформ. Астана. «КазАгроМаркетинг». 2008. №1.- 2б.

5. Лукьянова В.И. Мировой генофонд и его значение для селекции. // кн. Ячмень. Л. Агропромиздат. Ленинград. 1990. -374б.

6. Мережко А.Ф., 1994.

7. Копытин И.П. Получение кормов из ячменя. // кп. Кормовой ячмень. Алма-Ата. Кайнар. 1984.-114б.

8. Кривченко В.И. Народно-хозяйственные значения ячменя. // кп. Культурная флора СССР.б. 2. Ячмень. Л. Агропромиздат. 1990.- 189б.

УДК 633.11:631.527:575.174.015.3

СОЗДАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДНК-МАРКЕРОВ И ТРАДИЦИОННОГО АНАЛИЗА

Мухордова М.Е., Урман М.В., Власова А.А.

г. Омск, Россия
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

Введение. В условиях Западной Сибири создание сортов яровой мягкой пшеницы, сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам, является приоритетной задачей. Традиционные методы селекции, основанные на фенотипической оценке, требуют значительных временных затрат. Внедрение маркер-вспомогательной селекции позволяет значительно ускорить этот процесс, проводя отбор ценных генотипов на ранних этапах онтогенеза непосредственно в лаборатории [1, 2].

Новизна исследований. Впервые в регионе с помощью ДНК-маркеров создан и всесторонне охарактеризован гибридный материал яровой мягкой пшеницы поколения F_3, целенаправленно объединяющий в одном генотипе гены короткостебельности, устойчивости к ржавчине и высокого качества зерна. Доказано, что совмещение ПЦР-диагностики с традиционной оценкой по элементам продуктивности позволяет на ранних этапах выделять генотипы с комплексом заданных свойств, перспективные для передачи в селекционные питомники.

Цель работы - создание и оценка нового гибридного материала яровой мягкой пшеницы для выделения доноров короткостебельности, нейтральности к фотопериоду, устойчивости к болезням и высокого качества зерна.

Материал и методика. Исследования проводились в 2022–2024 гг. в полевых и лабораторных условиях ФГБНУ «Омский АНЦ». Исходным материалом послужили 8 сортообразцов яровой мягкой пшеницы (Омская 44, Омская 45, Омская крепость, Лидер 80, Уралосибирская 3, Лютесценс 46/10-17, Сигма 5, Лютесценс 36/17) и 2 линии-тестера (Линия 410, Линия 446), предоставленные ИЦиГ СО РАН. Получены гибридные комбинации F1, F2, F3. Схема опыта варьировалась от года исследования. Длина рядка – 1м. Площадь питания 10х20 $см^2$. Повторность опыта двухкратная. Посев ручной сажалкой. Предшественник – чистый пар. Сроки сева оптимальные для зоны. После уборки растений проведен структурный анализ по элементам

продуктивности. Экспериментальный материал статистически обработан по Б.А. Доспехову (дисперсионный и корреляционный анализы).

Молекулярно-генетический анализ включал выделение ДНК из 7-дневных проростков и постановку ПЦР с использованием праймеров к генам: Rht8 [3], Ppd-A1/D1 [4, 5], Lr19/Sr25, Lr26/Sr31, Lr6Ai#2 [6–10] и Glu-A1/B1/D1 [11, 12].

Результаты исследований. На первом этапе исследования была проведена идентификация исходных сортообразцов с помощью молекулярных маркеров.

Анализ показал, что все образцы являются фоточувствительными (аллели Ppd-A1b и Ppd-D1b). Аллель короткостебельности Rht8c выявлена у Лидер 80, Уралосибирская 3 и Сигма 5, Rht8b – у шести форм, Rht8a – только у Лютесценс 36/17. Кластер генов устойчивости Lr19/Sr25 обнаружен у пяти сортообразцов, кластер Lr26/Sr31 – у семи. Ген Lr6Ai#2 идентифицирован только у Сигма 5 и Линия 446, ген Sr24 – исключительно у Лидер 80. По генам качества зерна аллель Glu-A1b обнаружена у большинства образцов, Glu-B1b выявлен во всем пуле, а аллель Glu-D1d, ассоциированную с высокими хлебопекарными свойствами, несут все формы, кроме Сигма 5, Линия 446 и Линия 410, которые содержат аллель Glu-D1a. В полевых условиях проведено скрещивание родительских форм по топкроссной схеме и получены 16 генотипов F1, при дальнейшем пересеве отобраны генотипы F2 по пять растений из каждой комбинации.

Скрининг материала F2 показал отсутствие генов фотонейтральности Ppd-D1a у всей выборки, что характерно для Сибирского генофонда. Аллель короткостебельности Rht8c была выявлена у сортов Лидер 80, Уралосибирская 3 и Сигма 5. В гибридах F2 были определены ценные транслокации. Большинство комбинаций несли пшенично-ржаную транслокацию 1BL.1RS. В образцах с участием тестера Линия 446 идентифицирован ген Lr6Ai#2, обеспечивающий комплексную устойчивость к ржавчине и мучнистой росе. Анализ локусов Glu-1 позволил выделить гибриды F2 с «идеальным профилем» высокомолекулярных глютенинов, определяющим высокое хлебопекарное качество.

На втором этапе был проведен целенаправленный отбор гибридных линий F3, находившихся в гетерозиготном состоянии по целевым генам в F2. Параллельно с ДНК-диагностикой для полевого опыта отбирались растения F3 с высокой продуктивностью и комплексом полезных генов, после браковки количество материала составило 37 линий. Результаты полевого сезона позволили провести дополнительный отбор и на его основе выделить четыре группы генотипов с уникальным сочетанием хозяйственно-ценных признаков (таблица).

Проанализировав таблицу, можно сделать следующие выводы о взаимосвязи генетических профилей и хозяйственно-ценных признаков у представленных гибридных линий F_3.

Таблица - Характеристика продуктивных гибридных линий F_3 яровой мягкой пшеницы

Гибрид F_3	Генотип	ПК	ЧЗК	МТЗ	МЗР
Группа 1. короткостебельные					
Сигма 5 х Линия 410 (1 растение)	Ppd A1b, Ppd D1b, Rht8c, Lr26/Sr31, Sr32, Lr37, Glu A1b, Glu B1b, Glu D1a	2,7	37,5	39,43	3,11
Группа 2. С двумя транслокациями					
Омская 44 х Линия 446 (1 растение)	Ppd A1b, Ppd D1b, Rht8b, Lr19/Sr25, Lr26/Sr31, Sr32, Lr37, Glu A1b, Glu B1b, Glu D1a	3,8	29,2	34,90	2,86
Лют 46/10-17 х Линия 410 (1 растение)	Ppd A1b, Ppd D1b, Rht8b, Lr19/Sr25, Lr26/Sr31, Sr32, Lr37, Glu A1a, Glu B1b, Glu D1a	2,9	37,6	35,43	3,11
Лют 46/10-17 х Линия 410 (4 растение)	Ppd A1b, Ppd D1b, Rht8b, Lr19/Sr25, Lr26/Sr31, Sr32, Lr37, Glu A1b, Glu B1b, Glu D1a	2,8	35,7	35,27	3,13
Лют 36/17 х Линия 410 (3 растение)	Ppd A1b, Ppd D1b, Rht8a, Lr19/Sr25, Lr26/Sr31, Sr32, Lr37, Glu A1b, Glu B1b, Glu D1a	3,1	36,6	39,36	3,38
Группа 3. Высокое качество зерна					
Омская 44 х Линия 410 (4 растение)	Ppd A1b, Ppd D1b, Rht8b, Lr26/Sr31, Sr32, Lr37, Glu A1b, Glu B1b, Glu D1d	2,6	35,9	36,64	2,73
Группа 4. Комплекс признаков					
Сигма 5 х Линия 446 (1 растение)	Ppd A1b, Ppd D1b, Rht8c, Lr26/Sr31, Sr32, Lr37, Lr6Ai#2, Glu A1b, Glu B1b, Glu D1a	2,7	33,6	38,22	2,76
Сигма 5 х Линия 446 (5 растение)	Ppd A1b, Ppd D1b, Rht8c, Lr26/Sr31, Sr32, Lr37, Lr6Ai#2, Glu A1b, Glu B1b, Glu D1a	3,2	30,4	37,87	2,78
Лют 46/10-17 х Линия 410 (2 растение)	Ppd A1b, Ppd D1b, Rht8b, Lr19/Sr25, Lr26/Sr31, Sr32, Lr37, Glu A1b, Glu B1b, Glu D1d	2,1	39,0	36,70	2,47

Примечание: ПК – продуктивная кустистость, ЧЗК – число зерен в колосе, МТЗ – масса тысячи зерен, МЗР – масса зерна растения.

Единственным представителем группы короткостебельных является линия Сигма 5 × Линия 410, несущая аллель Rht8c. Она имеет средние показатели продуктивности: массу 1000 зерен на уровне 39,43 г и продуктивную кустистость 2,7 шт., но по профилю глютенинов не относится к высококачественным, что требует дальнейшего улучшения этой линии при использовании в качестве донора короткостебельности.

Самая многочисленная группа в таблице объединяет линии с двумя транслокациями устойчивости к ржавчине (Lr19/Sr25 и Lr26/Sr31). Создание таких форм повышает надежность и длительность защиты растений. В эту группу вошли гибриды на основе Омской 44, Лютесценс 46/10-17 и Лютесценс 36/17, и все они несут аллель Glu-D1a, отвечающий за среднее качество клейковины. Здесь проявляется отрицательная корреляция: наличие

пшенично-ржаной транслокации 1BL.1RS (Lr26/Sr31), повышая устойчивость, часто ухудшает хлебопекарные свойства. Однако внутри этой группы наблюдается большая вариабельность по массе 1000 зерен – от 34,90 г у комбинации с Омской 44 до 39,36 г у Лютесценс 36/17 × Линия 410, что открывает возможности для отбора более продуктивных форм, не теряя при этом двойной устойчивости. Прямой противоположностью этой группе является линия Омская 44 × Линия 410, которая обеспечивает хорошие хлебопекарные свойства.

Наибольшую ценность и интерес представляет группа линий с комплексом признаков. Так, второе растение от комбинации Лютесценс 46/10-17 × Линия 410 является уникальным. Оно сочетает в себе устойчивость, которую обеспечивают две транслокации Lr19/Sr25 и Lr26/Sr31 и «идеальный профиль» для качества зерна. Несмотря на наличие транслокации 1BL.1RS удалось преодолеть плейотропное негативное влияние на клейковину, получив рекомбинант с генетическим потенциалом. Хозяйственная оценка показывает, что это растение компенсирует самую низкую в опыте продуктивную кустистость (2,1 шт.) максимальной озерненностью (39,0 шт.). Другие представители этой группы – два растения от скрещивания Сигма 5 × Линия 446, которые несут гены устойчивости: Lr26/Sr31 и Lr6Ai#2, а также аллель короткостебельности Rht8c. При этом оба растения демонстрируют стабильно высокую массу 1000 зерен (38,22 и 37,87 г соответственно) и хорошую массу зерна растения. Эти линии представляют собой почти готовый сорт короткостебельного типа, сочетающий отличную продуктивность.

Выводы

1. В результате идентификации исходного материала с помощью ДНК-маркеров установлено, что все изученные сортообразцы яровой мягкой пшеницы являются фоточувствительными. Аллель короткостебельности Rht8c выявлена у трех генотипов. Гены устойчивости к листовой и стеблевой ржавчине, в частности кластеры Lr19/Sr25 и Lr26/Sr31, широко представлены в исходном наборе, а ген Lr6Ai#2 обнаружен у некоторых форм.

2. В поколении F2 подтверждено наследование изученных генов и определено наличие ценных транслокаций. Большинство комбинаций несли пшенично-ржаную транслокацию 1BL.1RS, в части гибридов идентифицирован ген Lr6Ai#2. Анализ локусов Glu-1 позволил дифференцировать материал по аллельному составу генов качества зерна и выделить генотипы с аллелями, ассоциированными с высокими хлебопекарными свойствами.

3. В результате отбора в поколении F3 сформированы четыре группы гибридных линий, контрастных по сочетанию хозяйственно-ценных признаков. Выделены короткостебельная форма с аллелем Rht8c, серия линий,

несущих одновременно две транслокации устойчивости к ржавчине Lr19/Sr25 и Lr26/Sr31, образец с высоким качеством зерна Glu-D1d, а также генотипы, сочетающие сразу несколько целевых генов – короткостебельности, устойчивости к болезням и качества клейковины.

4. Проведенный цикл гибридизации и маркер-вспомогательного отбора позволил получить сортообразцы яровой мягкой пшеницы, различающиеся по аллельному составу генов. Полученный материал может служить основой для дальнейшего изучения в селекционных питомниках и включения в программы скрещиваний с целью создания новых сортов, адаптированных к условиям Западной Сибири.

Литература

1. Мухордова, М. Е. Изучение изменчивости и наследования признака «длина верхнего междоузлия» яровой мягкой пшеницы в Омской области / М. Е. Мухордова, А. А. Власова, М. В. Урман // Рисоводство. – 2025. – Т. 24, № 1(66). – С. 30-37. – DOI 10.33775/1684-2464-2025-66-1-30-37.

2. Изучение периода «всходы-колошение» у сортообразцов яровой мягкой пшеницы / М. Е. Мухордова, А. А. Власова, М. В. Урман, Е. А. Грязнова // Таврический вестник аграрной науки. – 2025. – № 1(41). – С. 174-181. – DOI 10.5281/zenodo.15147729.

3. Genetic analysis of the dwarfing gene (Rht8) in wheat. Part I. Molecular mapping of Rht8 on the short arm of chromosome 2D of bread wheat (Triticum aestivum L.) / V. Korzun, M. S. Röder, M. W. Ganal [et al.] // Theoretical and Applied Genetics TAG. – 1998. – Vol. 96, No. 8. – P. 1104-1109. – DOI 10.1007/s001220050845.

4. Structural variation in the 5′ upstream region of photoperiod-insensitive alleles Ppd-A1a and Ppd-B1a identified in hexaploid wheat (Triticum aestivum L.), and their effect on heading time / H. Nishida, T. Yoshida, K. Kawakami [et al.] // Molecular Breeding. – 2013. – Vol. 31, No. 1. – P. 27-37. – DOI 10.1007/s11032-012-9765-0.

5. A Pseudo-Response Regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive Ppd-D1a mutant of wheat (Triticum aestivum L.) / J. Beales, A. Turner, S. Griffiths [et al.] // Theoretical and Applied Genetics TAG. – 2007. – Vol. 115, No. 5. – P. 721-733. – DOI 10.1007/s00122-007-0603-4.

6. Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene Lr19 in wheat / S. K. Gupta, A. Charpe, K. V. Prabhu, Q. M. R. Haque // Theoretical and Applied Genetics TAG. – 2006. – Vol. 113, No. 6. – P. 1027-1036. – DOI 10.1007/s00122-006-0362-7.

7. Seedling resistance to stem rust and Molecular marker analysis of Resistance genes in Wheat Cultivars of Yunnan, China / T. Y. Li, Y. Y. Cao, X. X. Wu [et al.] // PLoS ONE. – 2016. – Vol. 11, No. 10. – DOI 10.1371/journal.pone.0165640.

8. De Froidmont D. A co-dominant marker for the 1BL/1RS wheat-rye translocation via multiplex PCR / D. De Froidmont // Journal of Cereal Science. – 1998. – Vol. 27. – P. 229-232.

9. Development of SCAR markers for identification of stem rust resistance gene Sr31 in the homozygous or heterozygous condition in bread wheat / B. K. Das, S. G. Bhagwat, A. Saini, N. Jawali // Plant Breeding. – 2006. – Vol. 125, No. 6. – P. 544-549. – DOI 10.1111/j.1439-0523.2006.01282.x.

10. Патент №RU 2598275 C1. Способ создания линий озимой мягкой пшеницы с комплексной устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчине и мучнистой росе / Е.А. Салина, И. Н. Леонова, А. Б. Щербань, А. И. Стасюк; заявитель и патентообладатель ФИЦ "ИЦиГ СО РАН"; заявл. 29.07.2015; опубл. 20.09.2016.

11. Liu, S. New DNA markers for high molecular weight glutenin subunits in wheat / S. Liu, Sh. Chao, Ja. A. Anderson // Theoretical and Applied Genetics TAG. – 2008. – Vol. 118, No. 1. – P. 177-183. – DOI 10.1007/s00122-008-0886-0.

12. Ma W. Multiplex-PCR typing of high molecular weight glutenin alleles in wheat / W. Ma, W. Zhang, K.R. Gale // Euphytica. – 2003. – Vol. 134. – P. 51-60.

УДК. 631.559:633.15

ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ ТРАНСПИРАЦИИ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА

Норбоева Д.S., Юлдашев О'.Х.

Ташкентская область
«Научно-исследовательский институт генетических ресурсов растений»

Аннотация

Засуха, которая считается одним из абиотических стрессов, также оказывает влияние на тритикале — зерновую культуру. В данной статье изучалась их засухоустойчивость путем определения водозапасающих свойств листьев, интенсивности транспирации и общего содержания воды в листьях, которые считаются физиологическими показателями.

Ключевые слова: тритикале, оптимальная среда, смоделированная засуха, способность бургасов удерживать воду, интенсивность транспирации, общее содержание воды в листьях.

Введение. Отбор засухоустойчивых сортов растений является одной из самых актуальных проблем современности. При определении устойчивости к засухе сортов тритикале, которые считаются зерновой культурой, очень важно определить интенсивность транспирации, общее содержание воды и способность листьев удерживать воду.

Транспирация листьев — важный физиологический процесс в растениях [2, 4, 5]. Физиологическое состояние растений тесно связано с активностью транспирации [9,12]. Известно, что транспирация листьев играет важную роль в производственном процессе растений, защищает от чрезмерной жары и обезвоживания в сухую и жаркую погоду, отвечает за движение воды по растению, а также за регенерацию минеральных питательных веществ и органических веществ между органами растения [2, 4, 5].этом случае транспирация обеспечивает перенос минеральных веществ, поглощенных корнями tomo, из почвы вверх по растению и защищает надземные органы от перегрева и обезвоживания в сухую жаркую погоду[2, 3, 4, 11]. Поэтому интенсивность роста растений и формирование конечного урожая будут зависеть от эффективности этого процесса [6].

Температура погоды должна быть записана. Результаты проведенных исследований подтвердили, что транспирация листьев растений является одним из механизмов их адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды [10]. В ходе экспериментов определяли фазы трубкования и цветения двух фаз тритикале.

Способность листьев удерживать воду является одним из важнейших физиологических процессов, показывающим, какой процент воды, потерянной листом растения за 2 часа, был потрачен на испарение по отношению к начальному количеству воды. оптимальной среде в фазе канальцевания тритикале составляет 29,35% у сорта Дружба-4, 27,04% у сорта Кунак, 21,56% в системе PRAG-48/1. етических ресурсов растений методом рандомизации в трех повторностях в условиях оптимального орошения и дефицита воды[8]. В ходе экспериментов определяли фазы трубкования и цветения двух фаз тритикале.

Способность листьев удерживать воду является одним из важнейших физиологических процессов, показывающим, какой процент воды, потерянной листом растения за 2 часа, был потрачен на испарение по отношению к начальному количеству воды. Таким образом, чем ниже процент ВСЛ, тем меньше воды он испарил, и наоборот, чем выше процент ВСЛ, тем больше воды он испарил. ВСЛ в оптимальной среде в фазе канальцевания тритикале составляет 29,35% у сорта Дружба-4, 27,04% у сорта Кунак, 21,56% в системе Prag-48/1. В моделируемой засушливой среде система PRAG-48/1 показала наилучшие результаты — 19,43%, сорт Кунак — 33,2%, сорт Дружба-4 — 38,09%. В оптимальных условиях для тритикале сорт Сергей показал самый низкий показатель ВСЛ — 41,88%, сорт Серебристый Прага — 39,37%, сорт Хлебороб — 39,68%. В моделируемой засушливой среде было обнаружено, что ВСЛ Kumshsimon Prag имеет наименьшее значение ВС с результатами 60,48%, сорт Sergiy — 62,61%, сорт Xlebarob — 60,48%.

Таблица 1 - Водоудерживающая способность, интенсивность транспирации и общее содержание воды в листьях в фазе трубкования у сортов тритикале при оптимальных условиях влажности и водного дефицита

Сорта	Водоудерживающие свойства листьев (%)		Интенсивность транспирации листьев, (mg/g.soat)		Общее содержание воды в листьях (%)	
	О.Ф.	С.З.	О.Ф.	С.З.	О.Ф.	С.З.
	M±SE	M±SE	M±SE	M±SE	M±SE	M±SE
Дружба -4	29,35±0,41	38,09±0,28	246,25±1,20	153,60±0,44	73,45±0,75	65,53±0,52
Тихон	34,06±0,34	52,6±0,85	229,74±0,28	135,32±0,52	74,19±0,39	70,39±0,44
Кунак	27,04±0,27	33,2±0,36	270,35±0,75	227,86±0,42	72,33±0,37	64,15±0,36
Ярилло	36,02±0,37	58,68±0,46	199,53±0,45	134,86±0,59	77,78±0,43	73,53±0,43
Сардор	37,64±0,54	59,59±0,73	199,0±0,49	106,02±0,35	79,76±0,65	77,54±0,26
С.Прага	39,47±0,39	60,48±0,40	170,34±0,58	98,53±0,43	78,19±0,77	76,62±0,46
Сергий	41,88±0,43	62,61±0,52	105,22±0,16	88,90±0,60	81,92±0,38	78,77±0,74
Хлебароб	39,68±0,66	60,84±0,30	101,06±0,62	94,28±0,50	80,52±0,31	75,29±0,35
PRAO-02	32,06±0,34	51,42±0,54	232,29±0,50	148,08±0,52	73,89±0,35	68,86±0,69
PRAG-48/1	21,56±0,38	19,43±0,41	295,16±0,51	266,41±0,31	72,88±0,68	65,75±0,65

Примечание: М - среднее арифметическое; SE - средняя арифметическая ошибка; ОФ - фон оптимального водоснабжения; С.З. - смоделированный фон засухи

Чем выше интенсивность транспирации в водной среде, тем выше образование органического вещества. В засушливых условиях интенсивность транспирации у растений снижается, устьица листьев закрываются, что обеспечивает устойчивость к засухе. Интенсивность транспирации в оптимальных условиях у сорта Дружба-4, у которого она была высокой, составила 246,25 мг/г.час, у сорта Кунак — 270,35 мг/г.час, в системе PRAG-48/1 — 295,16 мг/г.час, что характеризовалось более высоким содержанием. Сорта с наименьшей интенсивностью транспирации в оптимальных условиях: Сергий 105,22 мг/г.час, Хлебароб 101,06 мг/г.час, Серебристый Праг 170,34 мг/г.час. Моделируемая засушливая среда повлияла на растения, снизив интенсивность транспирации. С наименьшей интенсивностью транспирации сорта Серебристый Праг 98,53 мг/г.час, Сергей 88,90 мг/г.час, сорт Хлебароб составил 94,28%.

Общее содержание воды в листьях рассчитывается как процент от первоначальной массы этого растения после вычитания массы листьев, полностью высушенных при 105 °C. В оптимальных условиях все растения имеют достаточное и обильное количество воды в листьях, тогда как в засушливых условиях количество воды меньше, чем в оптимальных условиях. Оптимальное содержание воды в среде тритикале составило 79,76% ОСВ у сорта Сардор, 81,92% у сорта Сергей и 80,52% у сорта Хлебароб, что свидетельствует о более высоком содержании ОСВЛ. В оптимальных условиях сорта с наименьшим содержанием ОСВ — Кунак 72,33%, ПРАГ-48/1 72,88%, сорт Дружба-4 73,45%. среде С.З. у сортов Кунак, ПРАГ-48/1, Дружба-4 выявлена низкая урожайность.

В заключение следует отметить, что ВСЛ, интенсивность транспирации и ОСВЛ являются важными физиологическими показателями при определении устойчивости к засухе. Моделирование-сорта с высокой водоудерживающей способностью листьев в засушливой среде- это сорта Дружба-4, Кунак, Праг-48/1, а сорта с низкой интенсивностью транспирации, чувствительные к засухе, - это сорта серебристый Праг, Сергий, Хлебороб. ОСВЛ имеет высокое содержание, и даже в засушливых условиях сорта, которые сохраняют большое количество воды в своих листьях, — это Сардор, Серебристый Праг, Сергей.

Литература

1. Atkinson C.J., Policarpo M., Webster A.D., Kingswell G. Drought tolerance of clonal Malus determined from measurements of stomatal conductance and leaf water potential // Tree Physiology. – 2000. – 20. – P. 557–563.

2. Davies W.J., Wilkinson S., Loveys B. Stomatal control by chemical signalling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture // New Phytologist. – 2002. – № 153. – P. 449–460.

3. Farquhar G.D., Ehleringer J.R., Hubick K.T. Carbon isotope discrimination and photosynthesis // Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. – 1989. – V. 40. – P. 503–537.

4. Fischer R.A., Rees D., Sayre K.D., Lu Z., Condon A.G., Larque-Saavedra A. Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance, higher photosynthetic rate and cooler canopies // Crop Science. – 1998. – V. 38. – P. 1467–1475.

5. Лебедев С.И. Физиология растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 544 с.

6. Li F., Cohen S., Naor A., Shaozong K., Erez A. Studies of canopy structure and water use of apple trees on three rootstocks // Agricultural Water Management. – 2002. – 55. – P. 1–14.

7. Lopes M.S., Reynolds M.P., Jalal-Kamali M.R., Moussa M., Feltaous Y., Tahir I.S.A., Baum M. The yield correlations of selectable physiological traits in a population of advanced spring wheat lines grown in warm and drought environments // Field Crops Research. – 2012. – 128. – P. 129–136.

8. Reynolds M., Dreccer F., Trethowan R. Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces // Journal of Experimental Agriculture. – 2007. – 58. – P. 177–186.

9. Sade N., Gebremedhin A., Moshelion M. Risk-taking plants: anisohydric behavior as a stress-resistance trait // Plant Signaling & Behavior. – 2012. – V. 7. – P. 767–770.

10. Sade D., Sade N., Shriki O. et al. Water Balance, Hormone Homeostasis, and Sugar Signaling Are All Involved in Tomato Resistance to Tomato Yellow Leaf Curl Virus // Plant Physiology. 2014. – V. 165 (4). – P. 1684–1697. – DOI: 10.1104/pp.114.243402

11. Schulze E.D. Carbon dioxide and water vapor exchange in response to drought in the atmosphere and in the soil // Annual Review of Plant Physiology. – 1986. – V. 37. – P. 247–274.

12. Tardieu F., Simonneau T. Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modelling isohydric and anisohydric behaviours // Journal of Experimental Botany. – 1998. – V. 49. – P. 419–432.

ӘОЖ 633.358:575.17:631.52

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ НОҚАТТЫҢ КОЛЛЕКЦИЯЛЫҚ ҮЛГІЛЕРІНІҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ӘРТҮРЛІЛІГІ МЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Оразалиев Н.Н., Мусабеков А.Т., Мусабекова А.А.

Шымкент, Қазақстан
Сарыағаш, Қазақстан

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті
«Красноводопад АШТС» ЖШС

Кіріспе. Ноқат (Cicer arietinum L.) – әлемдік егіншілікте кең таралған, тағамдық және малазықтық маңызы жоғары дәнді-бұршақты дақылдардың бірі [5]. Ноқат дәні ақуызға, көмірсуларға, дәрумендер мен минералды заттарға бай болғандықтан, адам тағамында құнды диеталық өнім ретінде пайдаланылады [7]. Сонымен қатар, бұл дақылдың топырақ құнарлылығын арттырудағы рөлі зор, себебі түйнек бактериялары арқылы атмосфералық азотты байланыстырып, топырақты биологиялық азотпен байытады [4].

Қазіргі таңда климаттың өзгеруі, құрғақшылықтың жиі қайталануы, жоғары температура және өсімдік аурулары ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігіне айтарлықтай әсер етуде [3]. Осыған байланысты қоршаған ортаның қолайсыз факторларына төзімді, жоғары өнімді және сапалы сорттарды шығару селекция ғылымының негізгі бағыттарының біріне айналды [6]. Әсіресе Оңтүстік Қазақстан жағдайында тәлімі егіншілік аймақтарына бейімделген ерте пісетін және құрғақшылыққа төзімді ноқат сорттарын шығару өзекті мәселелердің бірі болып табылады [10].

Ноқаттың генетикалық әртүрлілігін зерттеу селекциялық жұмыстардың тиімділігін арттыруда маңызды рөл атқарады [8]. Генетикалық алуан түрлілік бастапқы селекциялық материалдың құндылығын анықтап, шаруашылыққа қажетті белгілердің қалыптасуына негіз болады [4]. Әртүрлі экологиялық-географиялық текті коллекциялық үлгілерді зерттеу арқылы олардың фенологиялық ерекшеліктерін, бейімделгіштік қасиеттерін, өнім құрылымы элементтерін, ауруларға төзімділігін және өнім сапасын анықтауға мүмкіндік туады [2].

Соңғы жылдары ноқаттың генетикалық ресурстарын сақтау және тиімді пайдалану бағытында көптеген ғылыми зерттеулер жүргізілуде [6]. Коллекциялық үлгілерді биологиялық және селекциялық тұрғыдан бағалау болашақта жоғары өнімді, стресс факторларға төзімді жаңа сорттарды шығаруға негіз болады [9]. Сонымен қатар, генетикалық әртүрлілігі жоғары үлгілер

биотехнологиялық және молекулалық-селекциялық зерттеулерде бастапқы материал ретінде ерекше маңызға ие [6].

Оңтүстік Қазақстанның табиғи-климаттық жағдайы ноқат өсіруге қолайлы болғанымен, вегетациялық кезеңдегі ылғал тапшылығы мен жоғары температура өсімдіктің өсуі мен дамуына теріс әсер етеді [10]. Сондықтан жергілікті жағдайға бейімделген, ерте пісетін, жоғары ақуызды және ауруларға төзімді генотиптерді анықтау ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды болып табылады.

Осыған байланысты зерттеу жұмысының мақсаты – Оңтүстік Қазақстан жағдайында ноқаттың коллекциялық үлгілерінің генетикалық әртүрлілігі мен биологиялық ерекшеліктерін зерттеу, олардың фенологиялық көрсеткіштерін, селекциялық құндылығын және бейімделгіштік қасиеттерін бағалау болып табылады.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы

Оңтүстік Қазақстанның тәлімі жағдайында ноқаттың 53 коллекциялық үлгісіне кешенді фенологиялық және селекциялық бағалау жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде жергілікті топырақ-климат жағдайына бейімделген, ерте гүлдейтін және ерте пісетін ноқат генотиптері анықталды.

Алғаш рет зерттелген коллекциялық үлгілердің гүлдену, бұршаққап түзу және пісіп-жетілу кезеңдері Сымбат 1 стандартымен салыстырылып, олардың вегетациялық кезең ұзақтығындағы айырмашылықтары бағаланды. Нәтижесінде 45 үлгінің ерте гүлдейтіні, 46 үлгінің ерте бұршаққап түзетіні және 46 үлгінің ерте пісетіні анықталды.

Зерттелген үлгілердің аскохитоз ауруына төзімділігі бағаланып, коллекциялық материалдар арасында ауру белгілерінің байқалмауы олардың иммунологиялық тұрақтылығы жоғары екенін көрсетті. Сонымен қатар, дән құрамындағы ақуыз мөлшері бойынша жоғары көрсеткішке ие үлгілер іріктеліп, олардың селекциялық құндылығы анықталды.

Алынған нәтижелер Оңтүстік Қазақстан жағдайына бейімделген, құрғақшылыққа және ауруларға төзімді жаңа ноқат сорттарын шығаруда бастапқы селекциялық материал ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Зерттеу мақсаты

Оңтүстік Қазақстан жағдайында ноқаттың (Cicer arietinum L.) коллекциялық үлгілерінің генетикалық әртүрлілігі мен биологиялық ерекшеліктерін зерттеу, олардың фенологиялық көрсеткіштерін, бейімделгіштік қасиеттерін және селекциялық құндылығын бағалау.

Зерттеу міндеттері

1. Ноқаттың коллекциялық үлгілерінің фенологиялық даму кезеңдерін анықтау;

2. Коллекциялық үлгілердің гүлдену, бұршаққап түзу және пісіп-жетілу мерзімдерін стандарт сортпен салыстырып бағалау;

3. Ноқат үлгілерінің вегетациялық кезең ұзақтығын және жергілікті то-

пырақ-климат жағдайына бейімделу ерекшеліктерін зерттеу;

4. Коллекциялық үлгілердің аскохитоз ауруына төзімділігін анықтау;

5. Ноқат үлгілерінің шаруашылыққа құнды белгілерін, оның ішінде ақуыз мөлшерін бағалау;

6. Ерте пісетін, құрғақшылыққа және ауруларға төзімді селекциялық құнды генотиптерді іріктеу.

Материалдар мен әдістемелер

Ноқаттың коллекциялық үлгілерін зерттеу жұмыстары «Методические указания по изучению мировой коллекции ВИР» (1986, 1997 жж.) әдістемелеріне сәйкес жүргізілді. Зерттеу барысында өсімдіктердің негізгі фенологиялық фазаларына бақылау жасалды. Атап айтқанда, көктеу, бұтақтану, гүлдену және пісіп-жетілу кезеңдерінің басталу мерзімдері анықталды. Селекциялық құндылығын бағалау мақсатында «көктеу–гүлдену» және «бұршақ қап–пісіп-жетілу» аралығындағы кезеңдердің ұзақтығы есептелді [12].

Зерттеу барысында өсімдік биіктігі, бір өсімдіктегі бұршақ саны, тұқым саны және бір өсімдіктегі тұқым массасы анықталды. Өсімдік биіктігі 5–10 өсімдіктің орташа көрсеткіші бойынша өсімдіктің түбінен жоғарғы бұршаққа дейін өлшенді.

Тәжірибе мөлдектерінде ноқат үлгілері 4 қайталымда орналастырылып, мөлдек көлемі 1 м² болды. Себу жұмыстары ССФК-7 сепкішімен жүргізілді. Коллекциялық питомниктерді жинау толық пісу кезеңінің басында қолмен орындалды.

Зерттеу нәтижелері.

Коллекциялық питомникте ноқаттың 53 жаңа үлгісі зерттелді. Зерттеу жұмыстары Оңтүстік Қазақстанның тәлімі жағдайында жүргізілді. 2025 жылы ноқат үлгілері 1–2 сәуір аралығында себіліп, барлық зерттелген сорттар мен үлгілерде толық көктеу фазасы 10 сәуірде байқалды. Тәжірибедегі барлық нұсқаларда көктеу біркелкі және жаппай өтті. Далалық өнгіштік көрсеткіші жоғары деңгейде болып, зерттелген үлгілер бойынша 92,0–95,0% аралығында қалыптасты. Бұл көрсеткіш зерттелген үлгілердің тұқым сапасының жоғары екендігін және аймақтың топырақ-климат жағдайына бейімделу қабілетінің жақсы екенін көрсетті.

Өсімдіктердің бұтақтану фазасы көктегеннен кейін 15–17 күннен соң, яғни 25 сәуірмен 2-ші маусым аралығында тіркелді. Зерттелген коллекциялық үлгілер арасында фенологиялық даму ерекшеліктері бойынша айтарлықтай айырмашылықтар байқалмады. Алайда вегетациялық кезең барысында ауа температурасының салыстырмалы түрде төмен болуы және жауын-шашын мөлшерінің жеткіліксіздігі өсімдіктердің өсуі мен дамуына белгілі бір дәрежеде әсер етті.

2025 жылғы вегетациялық кезең жағдайында ноқат үлгілерінде алдыңғы жылмен салыстырғанда өсіп-даму фазаларының жеделдеуі байқалды. Атап айтқанда, бұтақтану, гүлдену және пісіп-жетілу кезеңдерінің өту мерзімі

қысқарып, жалпы вегетациялық кезең ұзақтығы 86–93 күн аралығында қалыптасты. Мұндай ерекшелік ноқат үлгілерінің құрғақшылық жағдайына бейімделу қабілетін және ерте пісетін формалардың бар екендігін көрсетті.

Коллекциялық үлгілерге жүргізілген иммунологиялық бағалау барысында аскохитоз ауруының белгілері байқалмады. Бұл зерттелген материалдардың ауруға төзімділігінің жоғары деңгейде екендігін және селекциялық бағдарламада тиімді пайдалануға болатындығын дәлелдейді.

Кесте 1 – Ноқаттың коллекциялық өсімбақтағы вегетациялық кезеңдегі көрсеткіштері

№	Сортүлгілердің аты	Гүлденуі, күні	Бұршаққаптың түзілуі, күні	Пісіп жетіліу мерзімі
1	Сымбат 1 ст	29.05.2025	10.06.2025	04.07.2025
2	FLIP18-2C	26.05.2025	06.06.2025	01.07.2025
3	FLIP18-10C	26.05.2025	07.06.2025	02.07.2025
4	FLIP18-12C	26.05.2025	06.06.2025	01.07.2025
5	FLIP18-30C	27.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
6	FLIP18-32C	25.05.2025	06.06.2025	02.07.2025
7	FLIP18-35C	30.05.2025	12.06.2025	06.07.2025
8	FLIP18-36C	28.05.2025	09.06.2025	02.07.2025
9	FLIP18-38C	27.05.2025	08.06.2025	03.07.2025
10	FLIP18-40C	27.05.2025	08.06.2025	03.07.2025
11	FLIP18-42C	30.05.2025	12.06.2025	06.07.2025
12	FLIP18-43C	27.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
13	FLIP18-44C	26.05.2025	07.06.2025	02.07.2025
14	FLIP18-46C	27.05.2025	06.06.2025	01.07.2025
15	FLIP18-47C	25.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
16	FLIP18-50C	26.05.2025	06.06.2025	02.07.2025
17	FLIP18-53C	28.05.2025	07.06.2025	01.07.2025
18	FLIP18-55C	27.05.2025	09.06.2025	02.07.2025
19	FLIP18-57C	27.05.2025	08.06.2025	03.07.2025
20	FLIP18-58C	27.05.2025	08.06.2025	03.07.2025
21	FLIP18-59C	01.06.2025	12.06.2025	06.07.2025
22	FLIP18-62C	26.05.2025	07.06.2025	02.07.2025
23	FLIP18-63C	30.05.2025	11.06.2025	05.07.2025
24	FLIP18-65C	27.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
25	FLIP18-66C	25.05.2025	08.06.2025	03.07.2025
26	FLIP18-67C	26.05.2025	08.06.2025	03.07.2025

Продолжение таблицы 1

27	FLIP18-69C	28.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
28	FLIP18-71C	27.05.2025	07.06.2025	02.07.2025
29	FLIP18-72C	27.05.2025	06.06.2025	02.07.2025
30	FLIP18-73C	27.05.2025	08.06.2025	01.07.2025
31	FLIP18-74C	27.05.2025	06.06.2025	02.07.2025
32	FLIP18-83C	29.05.2025	10.06.2025	04.07.2025
33	ILC482	26.05.2025	09.06.2025	01.07.2025
34	ILC263	28.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
35	ILC3279	27.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
36	X20TR1-1	27.05.2025	08.06.2025	01.07.2025
37	X20TR3-1	27.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
38	X20TR5-1	27.05.2025	07.06.2025	03.07.2025
39	X20TR7-1	29.05.2025	10.06.2025	04.07.2025
40	X20TR10-1	27.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
41	X20TR14-1	02.06.2025	08.06.2025	02.07.2025
42	X20TR15-1	26.05.2025	08.06.2025	01.07.2025
43	X20TR21-1	28.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
44	X20TR27-1	27.05.2025	07.06.2025	03.07.2025
45	X20TR32-1	27.05.2025	06.06.2025	03.07.2025
46	X20TR34-1	27.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
47	X20TR43-1	27.05.2025	06.06.2025	02.07.2025
48	X20TR48-1	30.05.2025	11.06.2025	05.07.2025
49	X20TR49-1	26.05.2025	09.06.2025	01.07.2025
50	X20TR51-1	28.05.2025	08.06.2025	02.07.2025
51	X20TR54-1	25.05.2025	08.06.2025	03.07.2025
52	ILC482	26.05.2025	08.06.2025	03.07.2025
53	FLIP82-150C	28.05.2025	09.06.2025	02.07.2025
54	X20TR1-1	27.05.2025	08.06.2025	02.07.2025

Сымбат 1 стандартымен салыстырғанда коллекциялық үлгілердің фенологиялық көрсеткіштері бойынша келесі нәтижелер анықталды:

1. Гүлдену кезеңі бойынша 53 үлгінің ішінде 45 үлгі стандарттан ерте гүлдеді; 2 үлгі стандартпен бір мезгілде гүлдеді; 6 үлгі стандарттан кеш гүлдеді.

2. Бұршаққаптың түзілуі бойынша 46 үлгі стандарттан ерте бұршаққап түзді; 2 үлгі стандарт деңгейінде болды; 5 үлгі кеш қалыптасты.

3.Пісіп-жетілу мерзімі бойынша 46 үлгі Сымбат 1 сортынан ерте пісті; 2 үлгі стандартпен бір мерзімде пісті; 5 үлгі стандарттан кеш пісті.

Жалпы алғанда, зерттелген коллекциялық үлгілердің басым бөлігі стандартты сортпен салыстырғанда ерте гүлдеп, ерте пісетіндігі анықталды. Бұл үлгілер Оңтүстік Қазақстанның тәлімі жағдайында ерте пісетін және құрғақшылыққа бейім селекциялық материал ретінде құнды болып табылады.

Сонымен қатар, «Қазақстан аграрлық сараптамасы» АҚ Орталық зерттеу сараптамасында коллекциялық питомниктегі 15 ноқат үлгісіне сапалық талдау жүргізіліп, дән құрамындағы ақуыз мөлшері анықталды. Зерттеу нәтижесінде 12 үлгінің стандарт сортпен салыстырғанда ақуыз мөлшері жоғары екендігі анықталды. Бұл үлгілер тағамдық және селекциялық құндылығы жоғары бастапқы материал ретінде бағаланды.

Қорытынды

Оңтүстік Қазақстан жағдайында жүргізілген зерттеу нәтижесінде ноқаттың коллекциялық үлгілерінің биологиялық және селекциялық құнды белгілері анықталды. Зерттелген 53 коллекциялық үлгінің басым бөлігі жергілікті топырақ-климат жағдайына жақсы бейімделіп, жоғары далалық өнгіштік көрсетті. Вегетациялық кезең барысында өсімдіктердің негізгі фенологиялық фазаларының өту ерекшеліктері зерттеліп, көптеген үлгілердің ерте гүлдеп, ерте пісетіндігі анықталды.

Сымбат 1 стандартымен салыстырғанда зерттелген үлгілердің көпшілігі гүлдену, бұршаққап түзу және пісіп-жетілу кезеңдері бойынша ерте қалыптасып, олардың құрғақшылық жағдайына бейімділігі жоғары екендігін көрсетті. Атап айтқанда, 45 үлгі ерте гүлдеп, 46 үлгі ерте бұршаққап түзді және 46 үлгі стандарттан ерте пісіп жетілді. Бұл көрсеткіштер зерттелген материалдардың селекциялық тұрғыдан құнды бастапқы көз екендігін дәлелдейді.

Иммунологиялық бағалау барысында коллекциялық үлгілерде аскохитоз ауруының байқалмауы олардың ауруға төзімділігінің жоғары деңгейде екенін көрсетті. Сонымен қатар, зерттелген үлгілердің басым бөлігінде дән құрамындағы ақуыз мөлшері стандарт сорттан жоғары болды, бұл олардың тағамдық және шаруашылық құндылығын арттырады.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері бойынша анықталған ерте пісетін, жоғары өнімді және ауруларға төзімді коллекциялық үлгілер Оңтүстік Қазақстанның тәлімі жағдайына бейімделген жаңа ноқат сорттарын шығаруда селекциялық материал ретінде тиімді пайдалануға ұсынылады.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Методические указания по изучению мировой коллекции нута (Cicer L.). – Санкт-Петербург : ВИР, 1997. – 32 с.

3. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство / А.А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1990. – 432 с.

4. Вавилов, Н.И. Центры происхождения культурных растений / Н.И. Вавилов. – Ленинград : Наука, 1987. – 440 с.

5. Singh, K.B. Chickpea / K.B. Singh, M.C. Saxena. – Wallingford : CAB International, 1999. – 409 p.

6. Varshney, R.K. Fast-track introgression of “QTL-hotspot” for root traits and other drought tolerance traits in JG 11, an elite and leading variety of chickpea / R.K. Varshney, P.M. Gaur, S.K. Chamarthi et al. // The Plant Genome. – 2013. – Vol. 6, № 3. – P. 1–9.

7. FAO. Chickpea cultivation and management techniques. – Rome : Food and Agriculture Organization, 2021. – 56 p.

8. Kumar, J. Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments / J. Kumar, S. Abbo // Advances in Agronomy. – 2001. – Vol. 72. – P. 107–138.

9. Gaur, P.M. Chickpea seed production manual / P.M. Gaur, S. Tripathi, C.L.L. Gowda. – Patancheru : ICRISAT, 2010. – 28 p.

10. Олейников, Т.В. Методика оценки засухоустойчивости сельскохозяйственных культур / Т.В. Олейников, Н.Н. Кожушко, Ю.Ф. Осипов. – Москва, 1985. – 24 с.

ӘОЖ: 631.52:575.17

КРАСНОВОДОПАД ТӘЖІРИБЕ СТАНЦИЯСЫНДА АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ҚОРЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ САҚТАУ

Ортаев А.К., Оразалиев Н.Н., Жамалбеков М.М.

Сарыағаш, Қазақстан
«Красноводопад АШТС» ЖШС

Кіріспе. Генофонд — бұл популяцияда немесе түр құрамында кездесетін барлық гендер мен олардың аллельдік нұсқаларының жиынтығы болып табылады. Ол тірі организмдердің тұқым қуалаушылық қасиеттерін, биологиялық ерекшеліктерін және эволюциялық бейімделу қабілетін сипаттайды [1, 2]. Генетикалық әртүрлілік деңгейі неғұрлым жоғары болса, популяцияның қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына, климаттың өзгеруіне, аурулар мен зиянкестерге қарсы тұрақтылығы соғұрлым жоғары болады [3]. Сондықтан генофондты сақтау мен тиімді пайдалану қазіргі биология, селекция және аграрлық ғылымның негізгі бағыттарының бірі болып саналады.

Қазіргі кезеңде әлемдік деңгейде өсімдіктердің генетикалық ресурстарын сақтау мәселесіне ерекше назар аударылуда. Азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету, құрғақшылыққа, тұздануға және жоғары температураға төзімді жаңа сорттарды шығару үшін кең ауқымды генетикалық материал қажет [4]. Осыған байланысты мәдени өсімдіктердің жергілікті сорттары, жабайы туыстас түрлері және сирек кездесетін формалары селекциялық жұмыстар үшін құнды бастапқы материал көзі ретінде қарастырылады [5].

Өсімдіктердің генетикалық ресурстарын сақтау және селекцияда тиімді пайдалану стратегиясы генофондты дәл идентификациялау, тіркеу және құжаттандыру жүйесіне негізделеді [6]. Қазіргі таңда көптеген елдерде ұлттық және халықаралық генбанктер құрылып, онда мыңдаған коллекциялық үлгілер ұзақ мерзімге сақталуда. Мұндай генетикалық қорлар жаңа сорттар шығару барысында маңызды донорлық материал ретінде пайдаланылады [7]. Сонымен қатар, табиғи жағдайда (in situ) сақтау әдістері де кеңінен дамып келеді. Бұл тәсіл арқылы табиғи популяциялар мен жергілікті сорттардың экологиялық бейімделу ерекшеліктері сақталады [8].

Соңғы жылдары климаттың жаһандық өзгеруі, жауын-шашын мөлшерінің азаюы және температураның көтерілуі ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігіне елеулі әсер етуде. Әсіресе Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-батыс аймақтарында қуаңшылықтың жиі қайталануы ауыл

шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығын төмендетіп отыр [9]. Мұндай жағдайда құрғақшылыққа, жоғары температураға және басқа да стресс факторларына төзімді сорттарды шығару селекция ғылымының басты міндеттерінің біріне айналды. Осы мақсатта әлемнің әртүрлі аймақтарынан алынған коллекциялық үлгілерді зерттеу және олардың құнды белгілерін анықтау аса маңызды.

Қазіргі ауыл шаруашылығы жүйелерінде табиғи ресурстарды шамадан тыс пайдалану салдарынан топырақ эрозиясы, тұздану, жайылымдардың тозуы және агробиоалуантүрліліктің азаюы байқалады [10]. Сорттық әртүрліліктің қысқаруы агроэкожүйелердің тұрақтылығын төмендетіп, генетикалық біркелкілікті күшейтеді. Мұндай жағдай өсімдіктердің аурулар мен қоршаған орта факторларына осалдығын арттырады. Сондықтан селекция үшін бастапқы материалды үнемі толықтырып отыру және жаңа генетикалық көздерді пайдалану қажеттілігі туындайды.

Қазақстанда өсімдіктердің генетикалық қорын сақтау және зерттеу жұмыстары ғылыми-зерттеу институттары мен тәжірибе станцияларында жүргізіледі. Солардың бірі — Красноводопад ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы. Бұл станцияда дәнді, бұршақты және майлы дақылдардың кең көлемді коллекциялық үлгілері жинақталған. Генетикалық ресурстарды сақтау, жаңа үлгілерді енгізу және оларды кешенді бағалау жұмыстары тұрақты түрде жүргізілуде.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы ретінде Қырғызстаннан арпа мен бидайдың, Өзбекстаннан мақсары мен ноқаттың жаңа коллекциялық үлгілерінің енгізілуін атап өтуге болады. Зерттеу барысында үлгілердің фенологиялық, иммунологиялық және биологиялық ерекшеліктері жан-жақты бағаланып, олардың құрғақшылыққа, аурулар мен зиянкестерге төзімділігі анықталады. Сонымен қатар, өнімділік, 1000 дән массасы, масақ құрылымы және басқа да шаруашылыққа құнды белгілер зерттеледі.

Генофонд үлгілерін тіркеу және жүйелеу халықаралық әдістемелік нұсқауларға сәйкес жүргізіледі. Красноводопад тәжірибе станциясында коллекциялық материалдарды сақтау және сипаттау үшін арнайы деректер базасы қалыптастырылған. Бұл жүйе селекциялық жұмыстарда құнды донорларды жедел анықтауға және генетикалық материалды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Зерттеудің негізгі мақсаты — әртүрлі экологиялық-географиялық аймақтардан алынған ауыл шаруашылығы дақылдарының генетикалық ресурстарын зерттеу, оларды сақтау және селекциялық жұмыстарда пайдалану үшін құнды үлгілерді анықтау. Осы мақсатта бидай, арпа, ноқат және мақсары дақылдарының коллекциялық үлгілері кешенді түрде зерттеліп, олардың бейімделгіштік және өнімділік қасиеттеріне баға беріледі.Зерттеудің ғылыми жаңалығы.

Зерттеу барысында Қырғызстаннан 10 арпа және 20 бидай, Өзбекстаннан 10 мақсары және 10 ноқат үлгілері алынып, барлығы 40 жаңа үлгі

зерттеуге енгізілді. Үш жыл ішінде 100 жаңа коллекциялық үлгі зерттеледі. Тәжірибелер 1 м² танаптарда қайталанусыз жүргізіліп, вегетация кезеңінде фенологиялық, иммунологиялық және биологиялық көрсеткіштер (даму кезеңдері, ауруларға, зиянкестерге және жапырылуға төзімділік, ерте пісу) бағаланады. Өнім жиналғаннан кейін шаруашылыққа құнды белгілер (өнімділік, 1000 дән массасы, масақ көрсеткіштері және т.б.) анықталады.

Генофондты тіркеу мен деректерді жүйелеу әдістемелік нұсқауларға сәйкес жүргізіледі. Красноводопад ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясында генофонд деректер базасы MS Visual FoxPro 5.0 бағдарламасы негізінде құрылған.

Нәтижелерді енгізу. Зерттеу нәтижелері бойынша селекциялық бөлімдерге шаруашылыққа құнды белгілердің донорлары ретінде 5 дәнді дақыл, 5 мақсары және 5 бұршақ дақылы үлгілерін ұсыну жоспарланған.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы

Красноводопад тәжірибе станциясының тәлімі жағдайында алғаш рет Қырғызстан мен Өзбекстаннан алынған бидай, арпа, ноқат және мақсары дақылдарының 53 шетелдік сорты мен 47 перспективалық нөмірі кешенді зерттелді.

2025 жылғы қуаңшылық жағдайында жоғары өнімді және бейімделгіш үлгілер анықталды. Бидайдан Алексеевич, Н-25-49 және Анка сорттары, арпадан Бестам, Маргарет, Ратник және Эней сорттары стандартпен салыстырғанда жоғары өнім көрсетті. Ноқаттың Гулистан, Иран және Тибрит сорттары бір өсімдікте 40-тан астам бұршақ түзді. Мақсарының К-235 үлгісі өнімді бұтақтарының көптігімен ерекшеленді.

Зерттеу нәтижесінде құрғақшылыққа төзімді және селекциялық жұмыстарға бастапқы материал ретінде пайдалануға болатын құнды генетикалық көздер анықталды.

Зерттеу мақсаты. Зерттеу мақсатында сорттар мен селекциялық линияларды (тегін түрде) ВИР (Қырғызстан) ұйымынан 17 арпа және 20 бидай үлгісі, Өзбекстанның ғылыми-зерттеу институтынан 4 мақсары үлгісі, сондай-ақ ICRISAT ұйымынан 12 ноқат үлгісі алынып, жалпы 100 үлгіні енгізу.

Маттериалдар мен әдістемелер

Барлығы шетелдік коллекциядан 53 жаңа сорт зерттеледі. Вегетация кезеңінде фенологиялық бақылаулар мен иммунологиялық бағалау жүргізіліп, биологиялық белгілер (даму фазаларының ұзақтығы, жапырылуға, аурулар мен зиянкестерге төзімділігі, ерте пісуі және т.б.) анықталады. Өнім жиналғаннан кейін шаруашылыққа құнды көрсеткіштер (өнімділік, 1000 дәннің массасы, жалпы және өнімді түптенуі, бір масақтың массасы, масақтағы дән саны және т.б.) бағаланады.

Зерттеу нәтижелері

Егу және зерттеу жұмыстарына барлығы 53 шетелдік сорт пен 47 перспективалық нөмір пайдаланылды. Оның ішінде: 20 бидай сорты және 5

перспективалық нөмірі, 17 арпа сорты және 8 нөмірі, 12 ноқат сорты және 13 нөмірі, сондай-ақ 4 мақсары сорты және 21 нөмірі қамтылды. Зерттеу материалы Қырғызстанның генбанкінен және Өзбекстандағы Ғалляарал егіншілік институтынан алынды. Бидайдың басым бөлігі күздік типке жататындықтан, күз мезгілінде себілді және өсімдіктердің өсуі мен дамуы қолайлы мерзімде өтті. Алайда көктем айларында жауын-шашын күрт азайып, сәуір–мамыр айларында бар болғаны 25,4 мм жауын түсті (қалыпты мөлшер – 98 мм), яғни 62,6 мм тапшылық байқалды. Бұл жағдай бидай мен арпаның өсуі мен дамуының баяулауына әкелді. Өсімдіктердің орташа биіктігі шамамен 60 см болды.

Егін жинау қолмен жүргізіліп, қажетті мөлшерде тұқымдық материал жиналды. Алдағы жылдары зерттеу жұмыстары жалғастырылады.

Кесте 1 - Бидайдың коллекциялық үлгілері

№ п/п	Үлгілердің атаулары	Өсімдік биіктігі, см	Масақ ұзындығы, см	1000 дәннің салмағы, г	Өнімділік, 1 м²-ден (ц/га)
1	Память-47 ст.	69	10,5	36,7	6,3
2	Акапелла	57	8,1	36,1	4,6
3	Аксения	68,4	10,3	35,7	5,7
4	Алексевич	64	13,1	37,1	11,7
5	Матай	61	11,1	35,7	5,1
6	Момышулы	57	9,8	31,3	4,6
7	Тризо	63	12,1	32,2	6,3
8	Шеф	61	8,7	38,5	4,6
9	Эритроспермум	61,7	8,9	31,1	6,4
10	Вавилон	63	13,4	33,1	7,2
11	Виссам	57	11,5	34,7	6,3
12	Темирязов	62	11,1	34,1	5,1
13	Димаш	53	9,8	33,2	4,6

Зерттелген 25 сорт пен нөмірдің ішінде ерте пісуі бойынша Алексеевич (11,7 ц/га), Н-25-49 (10,1 ц/га) және Анка (10,7 ц/га) сорттары ерекшеленіп, өнімділігі стандартты «Память-47» сортының көрсеткішінен (6,3 ц/га) жоғары болды. Қалған сорттар мен нөмірлер стандарт деңгейінде болды.

Кесте 2 - Арпа коллекциялық үлгілері

№ п/п	Үлгілердің атаулары	Өсімдік биіктігі, см	Масақ ұзындығы, см	1000 дәннің салмағы, г	Өнімділік, 1 м²-ден (ц/га)
1	Байшешек ст.	60,0	9,3	27,8	5,1
2	Ардак	61,2	8,1	30,1	5,4

2-кестенің жалғасы

3	Максим	62	8,8	27,1	4,9
4	Аталык	61	9,3	29,2	4,7
5	Слава	62,4	9,1	31,1	3,9
6	Эней	58	10,1	33,1	5,4
7	Фукс-1	61,5	9,1	29,7	4,9
8	Грейс	59	8,1	27,1	3,5
9	Калькуль	60,5	9,1	26,2	4,3
10	Бестам	55	9,3	30,2	7,2
11	Гетман	58	11,2	29,1	5,5
12	Маргарет	56,8	9,7	28,1	6,3
13	Ратник	51	9,7	31,1	6,1
14	Фидос	48	10,4	32,2	5,4

Арпаның шетелдік селекциясына жататын 4 үлгісі: Эней – 5,4 ц/га, Бестам – 7,2 ц/га, Маргарет – 6,9 ц/га, Ратник – 6,1 ц/га дән өнімділігі бойынша стандартты Байшешек сортының көрсеткішінен (5,1 ц/га) жоғары нәтиже көрсетті. Аталған сорттар құрғақшылыққа төзімділік бағытындағы селекциялық жұмыстарда бастапқы материал ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Жаздық дақылдар – мақсары мен ноқат 15–16 наурыз күндері себілді. Ноқат егісіне жергілікті, отандық және шетелдік селекция үлгілері мен перспективалы нөмірлер, сондай-ақ станцияның генбанк қорында сақталған үлгілер пайдаланылды.

Қорытынды.

Бидайдың коллекциялық үлгілерін зерттеу барысында күздік типтегі сорттардың зерттелген топтары ішінде өнімділік көрсеткіштері бойынша Алексеевич (11,7 ц/га), Н-25-49 (10,1 ц/га) және Анка (10,7 ц/га) сорттары ерекшеленді. Аталған сорттардың өнімділігі стандарт ретінде алынған Память-47 сортының көрсеткішінен (6,3 ц/га) жоғары болды. Қалған сорттар мен перспективалы нөмірлер стандарт деңгейінде қалыптасты. Зерттеу нәтижелері жоғары өнімді және ерте пісетін сорттарды селекциялық жұмыстарда бастапқы материал ретінде пайдалануға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Арпаның шетелдік селекция үлгілерін бағалау нәтижесінде Эней (5,4 ц/га), Бестам (7,2 ц/га), Маргарет (6,9 ц/га) және Ратник (6,1 ц/га) сорттары дән өнімділігі бойынша стандартты Байшешек сортының (5,1 ц/га) көрсеткішінен жоғары нәтиже көрсетті. Аталған үлгілер құрғақшылық жағдайына бейімділігімен және салыстырмалы жоғары өнімділігімен ерекшеленіп, құрғақшылыққа төзімді селекция бағытында құнды бастапқы материал ретінде ұсынылды.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Food and Agriculture Organization (FAO). (2024). FAOSTAT statistical database: Crops and livestock products. Rome: FAO.

2. Baimuratov, A., Iskakov, A., & Sariev, B. (2024). Achievements and promising areas of barley breeding at the Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production. Izdenister Natigeler, 2(1), 53–65.

3. Honsdorf, N., March, T.J., Berger, B., Tester, M., & Pillen, K. (2014). High-throughput phenotyping to detect drought tolerance QTL in wild barley introgression lines. PLoS ONE, 9(5), e97047. DOI: 10.1371/journal.pone.0097047.

4. Ceccarelli, S., Grando, S., & Baum, M. (2020). Participatory barley breeding for drought-prone environments. *Euphytica, 216(4), 1–14.

5. Pour-Aboughadareh, A., Khalili, M., Poczai, P., & Olivoto, T. (2021). Stability and drought tolerance in barley genotypes using AMMI and GGE biplot analysis. Agronomy, 11(3), 1–15.

6. Yessenbekova, G., Turuspekov, Y., & Sariev, B. (2022). Evaluation of spring barley accessions for drought tolerance under arid conditions of Kazakhstan. Plants, 11(14), 1843.

7. Kumar, S., Thudi, M., & Varshney, R.K. (2019). Crop genomics for improving drought tolerance in chickpea. Frontiers in Plant Science, 10, 1–12.

8. Fratini, R., & Pérez-de-la-Vega, M. (2020). Lentil and chickpea genetic resources for adaptation to climate change. Agronomy, 10(12), 1–18.

9. Eshmuratov, D., Mavlyanova, R., & Tillaev, T. (2023). Evaluation of safflower germplasm under drought conditions in Central Asia. Sabrao Journal of Breeding and Genetics*, 55(2), 412–425.

10. Turuspekov, Y., Ormanbekova, D., & Genievskaya, Y. (2021). Genetic diversity and productivity traits of wheat germplasm in Kazakhstan. Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 25(6), 603–611.

УДК 633.3:631.527:551.583

ГЕНОФОНД ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР КАК ОСНОВА АДАПТИВНОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ АРИДИЗАЦИИ КЛИМАТА СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

И. П. Ошергина, Е. А. Тен, Д. М. Пестова

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»

Аннотация. В условиях усиливающейся аридизации климата возрастает значение адаптивной селекции сельскохозяйственных культур, направленной на создание сортов со стабильной урожайностью в условиях водного дефицита. Важнейшим ресурсом такого направления является генетическое разнообразие зернобобовых культур, включающее коллекционные образцы различного эколого-географического происхождения, местные формы, селекционные линии и гибридный материал.

Цель работы – обосновать роль генофонда как основы адаптивной селекции зернобобовых культур и определить подходы к его оценке и использованию в сухостепных регионах.

Сухостепная зона Северного Казахстана характеризуется высокой межгодовой изменчивостью гидротермического режима, дефицитом влаги и частыми засухами, что ограничивает реализацию продуктивного потенциала культур. В этих условиях генетическое разнообразие исходного материала является ключевым фактором выявления источников и доноров адаптивных признаков.

Рассмотрены основные методические подходы к оценке исходного материала, включающие многолетние полевые испытания в контрастные по увлажнению годы, анализ элементов структуры урожая, а также использование показателей экологической пластичности, стабильности урожайности и методов многомерной статистики.

Комплексная оценка позволяет выделять генотипы, сочетающие высокую продуктивность и устойчивость к стрессовым факторам среды, и использовать их в качестве родительских форм при межсортовой гибридизации.

Системная работа с генофондом на базе ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» способствует формирова-

нию селекционного материала, адаптированного к условиям сухостепной зоны Северного Казахстана и обеспечивающего стабильную реализацию урожайного потенциала.

Ключевые слова: генофонд, зернобобовые культуры, адаптивная селекция, экологическая пластичность, стабильность урожайности, засухоустойчивость, Северный Казахстан.

Данная работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе 267 на 2024-2026 годы (BR22885414)

Введение. Зернобобовые культуры занимают ключевое место в современном земледелии благодаря высокому содержанию растительного белка, способности к биологической фиксации атмосферного азота и значительной роли в повышении устойчивости агроэкосистем [1]. В условиях климатической нестабильности их значение возрастает как с позиции продовольственной безопасности, так и в контексте ресурсосберегающего земледелия.

Для сухостепных регионов характерны повышение температурного фона, неравномерное распределение осадков, учащение атмосферных и почвенных засух, а также высокая межгодовая вариабельность гидротермических условий. Эти факторы ограничивают реализацию продуктивного потенциала культур и усиливают требования к адаптивным свойствам сортов. В современных условиях приоритет селекции смещается от максимальной урожайности к обеспечению её стабильной реализации при воздействии абиотических стрессов [2, 3].

Ключевым ресурсом адаптивной селекции является исходный материал, включающий коллекционные образцы различного эколого-географического происхождения, местные формы, селекционные линии и гибридный материал [4-6].

Целью настоящей работы является обоснование значения генофонда зернобобовых культур как основы адаптивной селекции и определение подходов к его оценке и использованию в сухостепных регионах.

Аридизация климата как фактор селекции зернобобовых культур. Сухостепная зона Северного Казахстана характеризуется ограниченным и нестабильным влагообеспечением, при среднем многолетнем количестве осадков 280–350 мм, значительная часть которых приходится на летний период с выраженной неравномерностью распределения. В годы с пониженным увлажнением гидротермический коэффициент в период активной вегетации может снижаться до значений, соответствующих атмосферной засухе. Почвенный покров представлен преимущественно южными черноземами и темно-каштановыми почвами с различной степенью карбонатности, что в сочетании с дефицитом влаги усиливает стрессовые нагрузки на растения.

Высокая межгодовая контрастность погодных условий формирует природную среду, в которой объективно проявляется уровень адаптивного потенциала генотипов, что делает регион естественным полигоном для селекционной оценки устойчивости зернобобовых культур.

В последние десятилетия отмечается увеличение суммы активных температур и повторяемости атмосферных засух [7]. Ускоренное накопление тепла сокращает продолжительность вегетационного периода и смещает критические фазы развития на периоды повышенного теплового и водного стресса [8]. Это приводит к нарушению процессов цветения и формирования бобов, снижению массы семян и росту межгодовой вариабельности урожайности [9].

Дефицит влаги в фазах бутонизации, цветения и налива семян ограничивает фотосинтез и азотфиксацию, что непосредственно отражается на продуктивности [10]. В таких условиях селекционное преимущество получают генотипы, способные поддерживать функциональную устойчивость физиологических процессов.

Таким образом, в условиях усиливающейся климатической нестабильности селекционная ценность генотипов определяется их способностью обеспечивать устойчивую реализацию урожайного потенциала при контрастных погодных факторах. Это обусловливает необходимость расширения и целенаправленного использования генетического разнообразия зернобобовых культур в селекционных программах [11].

Генетическое разнообразие зернобобовых культур как основа адаптивной селекции. Коллекция зернобобовых культур представляет собой совокупность генетически разнообразных форм, включающую коллекционные образцы, местные популяции, селекционные линии и гибридный материал, обладающие широким спектром хозяйственно-ценных и адаптивных признаков [12]. В контрастные по увлажнению годы значение генетического разнообразия особенно возрастает, поскольку оно определяет потенциальные возможности селекции по созданию сортов, сочетающих высокую продуктивность и устойчивость к абиотическим стрессам [4].

В условиях сухостепной зоны Акмолинской области формирование и оценка коллекционного материала зернобобовых культур проводятся на базе ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева». Многолетние полевые исследования позволяют объективно оценивать адаптивный потенциал генотипов в условиях межгодовой изменчивости гидротермического режима. Наличие стационарных опытных участков, селекционных питомников и коллекционных посевов обеспечивает непрерывность отбора и сравнительную оценку генотипов в контрастные по увлажнению годы.

Важным преимуществом использования генофонда является наличие источников и доноров признаков, обеспечивающих адаптацию растений к неблагоприятным условиям среды [13]. Для зернобобовых культур к чис-

лу таких признаков относятся скороспелость, засухо- и жароустойчивость, устойчивость к полеганию и основным заболеваниям, а также способность формировать урожай в условиях ограниченного влагообеспечения [6, 14].

Генофонд характеризуется высокой внутривидовой и межсортовой изменчивостью по признакам продуктивности и элементам структуры урожая [12]. В условиях сухостепной зоны это позволяет выявлять генотипы, способные формировать урожай за счёт оптимального сочетания элементов продуктивности и устойчивости их проявления по годам, а не за счёт максимальных значений отдельных признаков [15]. Такие формы отличаются пониженной межгодовой вариабельностью урожайности и представляют особую селекционную ценность для зон рискованного земледелия.

В отличие от узко адаптированных сортов интенсивного типа, образцы генофонда характеризуются широким спектром реакций на изменение гидротермических условий, что позволяет использовать их в качестве модельного материала для изучения адаптивных механизмов и оценки экологической пластичности [16, 17]. Многолетняя полевая оценка способствует выявлению форм, сочетающих умеренную пластичность с высокой стабильностью урожайности, что является ключевым критерием при селекции на адаптивность [15].

Подходы к оценке и использованию генофонда. Эффективное использование генофонда зернобобовых культур в сухостепной зоне Северного Казахстана основывается на системной многолетней полевой оценке в контрастные по увлажнению и температурному режиму годы, что позволяет объективно дифференцировать генотипы по уровню адаптивности [11].

Базовым этапом является комплексная оценка коллекционных образцов в условиях межгодовой вариабельности гидротермического режима. Испытания на стационарных участках ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» обеспечивают сопоставимость результатов и выявление генотипов с устойчивым проявлением хозяйственно-ценных признаков. Важным направлением оценки генофонда является анализ элементов структуры урожая, включая высоту растений, количество бобов и семян на растении, массу семян с растения и массу 1000 зёрен. Эти признаки отражают характер реализации урожайного потенциала и позволяют установить вклад отдельных компонентов в формирование общей продуктивности [13].

Для более глубокого понимания адаптивных свойств генофонда широко применяются показатели экологической пластичности и стабильности, позволяющие дифференцировать генотипы по характеру адаптивной стратегии и выделять формы, наиболее ценные для зон рискованного земледелия [18].

Использование методов многомерной статистики (корреляционный и кластерный анализ) позволяет выявлять группы сходных генотипов и обосновывать подбор родительских форм при гибридизации [14].

Совокупность указанных методических подходов позволяет систематизировать ключевые группы адаптивных признаков зернобобовых культур, имеющих приоритетное значение в условиях аридизации климата (таблица 1).

Таблица 1 – Ключевые адаптивные признаки зернобобовых культур в условиях аридизации климата и их селекционное значение

Группа признаков	Конкретные показатели	Селекционное значение
Фенологические	Скороспелость, продолжительность вегетационного периода	Уход от позднелетних засух, снижение теплового стресса
Морфологические	Высота растений, устойчивость к полеганию	Повышение технологичности и устойчивости в стрессовых условиях
Продуктивность	Число бобов, число семян, масса 1000 зёрен	Формирование устойчивого урожая
Физиологические	Поддержание фотосинтеза при водном дефиците, активность азотфиксации	Снижение потерь продуктивности при засухе
Интегральные показатели	Экологическая пластичность (bi), стабильность (σ^2d), индексы стрессоустойчивости	Отбор генотипов универсального или умеренно пластичного типа

Комплексное применение указанных подходов позволяет перейти от оценки отдельных признаков к системному управлению адаптивным потенциалом селекционного процесса в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана.

Схематично процесс использования генофонда в селекционном процессе представлен на рисунке 1.

Представленная модель отражает переход от оценки отдельных признаков к системному управлению адаптивным потенциалом селекционного процесса в условиях усиливающейся климатической нестабильности.

Практическая значимость. Практическая значимость исследований по изучению и использованию генофонда зернобобовых культур заключается в их направленности на решение актуальных задач селекции и сельскохозяйственного производства в засушливых условиях климата. Комплексная оценка генетически разнообразного исходного материала позволяет формировать научно обоснованные селекционные программы и выявлять источники хозяйственно-ценных и адаптивных признаков.

Использование генофонда в адаптивной селекции обеспечивает возможность целенаправленного отбора и вовлечения в гибридизацию источников хозяйственно-ценных и адаптивных признаков, что способствует расширению генетической базы селекции и формированию исход-

ного материала с заданным уровнем продуктивности и устойчивости [20]. Результаты оценки могут быть использованы при подборе родительских форм, создании гибридных комбинаций и формировании перспективных селекционных линий, что повышает эффективность селекционного процесса и сокращает сроки создания конкурентоспособных сортов.

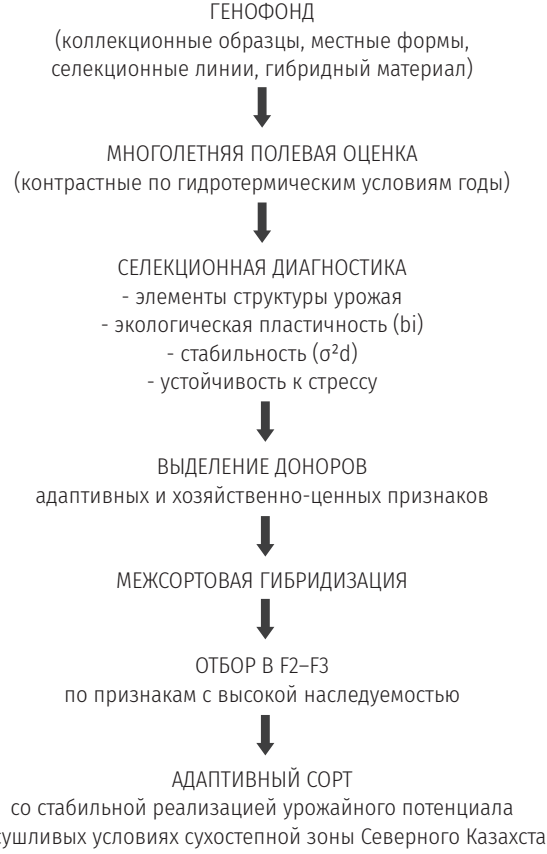


Рисунок 1 – Концептуальная модель использования генофонда в адаптивной селекции

Заключение. Аридизация климата формирует новые требования к селекции зернобобовых культур, смещая акценты от максимальной потенциальной продуктивности к стабильности проявления хозяйственно-ценных признаков в условиях межгодовой изменчивости погодных факторов. В

этих условиях генетическое разнообразие зернобобовых культур выступает ключевым ресурсом адаптивной селекции.

Системная многолетняя оценка генофонда, основанная на анализе адаптивных реакций, структуры урожая и показателей стабильности, позволяет выявлять источники ценных признаков и формировать исходный материал для создания сортов, адаптированных к условиям сухостепной зоны Северного Казахстана.

Литература

1. Stagnari F., Maggio A., Galieni A., Pisante M. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview // Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 2017. Vol. 4. Art. 2. DOI: 10.1186/s40538-016-0085-1.

2. Dave K., Kumar A., Dave N., Jain M., Dhanda P. S., Yadav A., Kaushik P. Climate change impacts on legume physiology and ecosystem dynamics: a multifaceted perspective // Sustainability. 2024. Vol. 16, No. 14. Art. 6026. DOI: 10.3390/su16146026.

3. Bolatova Z., Bulkhairova Z., Kulshigashova M. Modeling scenarios of climate change impacts on leguminous crop production: a case study in Kazakhstan // International Journal of Agriculture and Biosciences. 2024. Vol. 13, No. 3. P. 367–377.

4. Gayacharan, Parida S. K., Mondal N., Yadav R., Vishwakarma H., Rana J. C. Mining legume germplasm for genetic gains: an Indian perspective // Frontiers in Genetics. 2023. Vol. 14. Art. 996828. DOI: 10.3389/fgene.2023.996828.

5. Bagheri M., Santos C. S., Rubiales D., Vasconcelos M. W. Challenges in pea breeding for tolerance to drought: status and prospects // Annals of Applied Biology. 2023. Vol. 183, No. 2. P. 108–120. DOI: 10.1111/aab.12840.

6. Khatun M., Sarkar S., Era F. M., Islam A. K. M. M., Anwar M. P., Fahad S., Datta R., Islam A. K. M. A. Drought stress in grain legumes: effects, tolerance mechanisms and management // Agronomy. 2021. Vol. 11, No. 12. Art. 2374. DOI: 10.3390/agronomy11122374.

7. Alotaibi M., Cai Y., Banerjee S., Das S., Mukherjee A., Saikia B. Climate change, its impact on crop production, challenges, and possible solutions // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2023. Vol. 51, No. 1. Art. 13020. DOI: 10.15835/nbha51113020.

8. Devasirvatham V., Tan D. K. Y. Impact of high temperature and drought stresses on chickpea production // Agronomy. 2018. Vol. 8, No. 8. Art. 145. DOI: 10.3390/agronomy8080145.

9. Rani A., Devi P., Jha U. C., Sharma K. D., Siddique K. H. M., Nayyar H. Developing climate-resilient chickpea involving physiological and molecular approaches with a focus on temperature and drought stresses // Frontiers in Plant Science. 2020. Vol. 10. Art. 1759. DOI: 10.3389/fpls.2019.01759.

10. Istanbuli T., Berger J. D., Siddique K. H. M., Erskine W., Vadez V. Selection of chickpea genotypes with high nitrogen fixation ability under drought stress // Frontiers in Plant Science. 2025. Vol. 16. Art. 1490080. DOI: 10.3389/fpls.2025.1490080.

11. Annicchiarico P. (2002) Genotype × Environment Interactions: Challenges and Opportunities for Plant Breeding and Cultivar Recommendations. FAO Plant Production and Protection Paper No. 174, FAO, Rome.

12. Smýkal P., Coyne C. J., Ambrose M. J. et al. Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding // Critical Reviews in Plant Sciences. 2015. Vol. 34, No. 1–3. P. 43–104. DOI: 10.1080/07352689.2014.897904.

13. Dutta A., Trivedi A., Nath C. P., Sen Gupta D., Hazra K. K. A comprehensive review on grain legumes as climate-smart crops: challenges and prospects // Environmental Challenges. 2022. Art. 100479.

14. Blum A. Plant breeding for water-limited environments. New York: Springer, 2011. 255 p.

15. Slafer G. A., Savin R., Sadras V. O. Coarse and fine regulation of wheat yield components in response to genotype and environment // Field Crops Research. 2014. Vol. 157. P. 71–83. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.11.004.

16. Singh M., Upadhyaya H. D., Bisht I. S. Genetic and genomic resources of grain legume improvement. Amsterdam: Elsevier, 2013. 432 p.

17. Finlay K. W., Wilkinson G. N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme // Australian Journal of Agricultural Research. 1963. Vol. 14. P. 742–754. DOI: 10.1071/AR9630742.

18. Becker H. C., Léon J. Stability analysis in plant breeding // Plant Breeding. 1988. Vol. 101. P. 1–23. DOI: 10.1111/j.1439-0523.1988.tb00261.x.

19. Vadez V., Berger J. D., Warkentin T., Asseng S., Ratnakumar P., Rao K. P. C., Gaur P. M., Munier-Jolain N., Larmure A., Voisin A. S., Sharma H. C., Pande S., Sharma M., Krishnamurthy L., Zaman M. A. Adaptation of grain legumes to climate change: a review // Agronomy for Sustainable Development. 2012. Vol. 32, No. 1. P. 31–44. DOI: 10.1007/s13593-011-0020-6.

20. Hair J. F., Black W. C., Babin B. J., Anderson R. E. Multivariate data analysis. 7th ed. Upper Saddle River: Pearson, 2010. 816 p.

УДК: 633.853.494:631.52:631.559

ОЦЕНКА РЕАКЦИИ СЕЛЕКЦИОННЫХ НОМЕРОВ ЯРОВОГО РАПСА НА ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КОНТРОЛЬНОГО ПИТОМНИКА

Пестова Д.М.

Казахстан, п. Научный

Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева

Аннотация. В статье представлены результаты двухлетнего (2024–2025 гг.) изучения 23 селекционных линий ярового рапса (Brassica napus L.) в контрольном питомнике на южных карбонатных черноземах сухостепной зоны Северного Казахстана (ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева»). Цель работы заключалась в оценке продуктивности, адаптивности и реакции селекционного материала на изменяющиеся гидротермические условия. Исследования проводились в контрастные по увлажнению годы: 2024 г. характеризовался избыточным увлажнением (ГТК = 1,27), 2025 г. – неустойчивым увлажнением с выраженной летней засухой (ГТК = 0,84). Методология включала фенологические наблюдения, структурный анализ элементов продуктивности и корреляционный анализ с использованием программного обеспечения SPSS. Установлено, что решающее влияние на урожайность оказывают количество стручков с растения ($r = 0,909$; $p < 0,01$) и общее число семян с растения ($r = 0,858$; $p < 0,05$). Выявлена сильная отрицательная связь между числом ветвей и массой 1000 семян ($r = -0,96$; $p < 0,01$). По комплексу хозяйственно ценных признаков выделены линии 23-10 (урожайность 42,59 ц/га, вегетационный период 110 суток) и 25-13-3 (масса 1000 семян 5,43 г, скороспелость). Полученные данные позволяют рекомендовать выделенные линии для дальнейшего использования в селекционных программах в качестве источников высокой продуктивности и адаптивности к условиям Северного Казахстана.

Ключевые слова: яровой рапс, урожайность, гидротермический режим, элементы продуктивности, контрольный питомник, Северный Казахстан.

Введение. Рапс (лат. *Brassica napus* L.) – высокопродуктивный вид, возникший в результате естественного скрещивания капусты и сурепицы. Занимая позиции ведущей маслично-кормовой культуры, рапс играет ключевую роль в глобальном агросекторе. Его высокая экономическая и пищевая ценность определяется двумя факторами: значительным выхо-

дом качественных жиров и высоким содержанием сбалансированного растительного белка, что делает эту культуру критически важным элементом продовольственной стабильности [1].

Рапс является многофункциональной культурой – он используется не только в пищевых и кормовых целях, но также применяется в химической (производство биодизеля, технических масел и др.), металлургической (смазочно-охлаждающие жидкости) и других отраслях промышленности [2]. Универсальность рапса делает его стратегически важным ресурсом для экономики, особенно в таких аграрно-индустриальных регионах, как Северный Казахстан. В современном Казахстане масложировая отрасль играет важную и неотъемлемую роль в обеспечении продовольственной безопасности. Рапс, занимающий более 20 миллионов гектаров по всему миру, в Казахстане активно внедряется в сельскохозяйственный севооборот. Особенно заметный рост его посевных площадей фиксируется в Костанайской и Северо-Казахстанской областях [3].

В последнее время яровой рапс всё увереннее проникает в структуру посевных площадей Казахстана, становясь ключевой масличной культурой. Его выращивание приобретает всё большее значение благодаря значительным экономическим, агроэкологическим и социальным преимуществам [4]. Посевные площади рапса в 2025 году увеличились в 2,2 раза по сравнению с прошлым годом, достигнув 328 тыс. га, что является самым высоким показателем с 2018 года [5]. За последние годы объем переработки масложировой продукции в РК вырос на 12% и превысил 700 тыс. тонн, а экспорт увеличился на 29%, составив 582 тыс. тонн [6].

В Казахстане, особенно на севере страны, возделывание ярового рапса приобретает особую актуальность. Это направление сельского хозяйства объединяет продовольственную, кормовую, энергетическую и экспортную составляющие. Широкое распространение ярового рапса в сельскохозяйственном производстве способно укрепить продовольственную безопасность страны, повысить конкурентоспособность агросектора и обеспечить устойчивое развитие сельских территорий [7].

Таким образом, высокая востребованность сбалансированного растительного белка и жиров диктует необходимость развития селекционного процесса ярового рапса. Изучение реакции перспективных номеров на экологические условия является обязательным этапом, позволяющим доказать их конкурентоспособность и отобрать наиболее ценный исходный материал для государственного сортоиспытания [8].

Цель исследования – провести комплексную оценку селекционных номеров ярового рапса в контрольном питомнике по показателям продуктивности и адаптивности, а также выявить наиболее перспективные линии, устойчивых к лимитирующим факторам среды.

Материалы и методы исследования.

Исследования проводились в 2024–2025 гг. на опытном участке ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», да-

лее ТОО «НПЦ ЗХ им. А. И. Бараева» в лаборатории селекции зернобобовых и масличных культур расположенном в типичных условиях сухостепной зоны Северного Казахстана. Почва на участках – чернозем южный карбонатный, маломощный, малогумусный.

Материалом исследования является 23 линии ярового рапса. Площадь учетной делянки составляла 12 м^2, повторность двукратная, схема размещения – рандомизированная блочная. Оценка показателей осуществлялась в сравнении с сортом-стандартом местной селекции Майқұдық, районированным в Акмолинской области.

Опыты закладывались по чистому плоскорезному пару. Агротехнические мероприятия обработку орудиями КПШ (от 7 до 22 см) по мере отрастания сорняков и осеннюю глубокую обработку (ПГ- 5) на глубину 25–27 см.

Посев проводился специализированной селекционной сеялкой ССФК-7 с нормой высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га (150 шт./м^2). Глубина заделки семян составила 3-4 см. Работа по подготовке поля и посев были проведены в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными в «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева» [9, 10].

Посев ярового рапса в 2024 году был проведен 1 июня вследствие переувлажнения почвы. В 2025 году посевные работы осуществили в более ранние сроки – 17–18 мая, что было обусловлено быстрым пересыханием верхнего слоя почвы. В оба года появление всходов отмечалось на 9–10 сутки после посева.

Условия начальных этапов роста культуры существенно различались по годам. В 2024 году через 5 суток после появления всходов прошли ливневые осадки, которые привели к частичному вымыванию посевов, потери от которого составили 5–7 %. Избыточное увлажнение почвы и связанная с ним задержка проведения защитных мероприятий против крестоцветной блошки (Phyllotreta spp.) на 2 суток (обработка проведена 17.06.2024) способствовали повреждению листовой поверхности на 25–27 %.

В 2025 году фитосанитарная обстановка характеризовалась стабильностью. Профилактическая обработка была проведена своевременно (02.06.2025) при численности вредителя ниже экономического порога вредоносности (ЭПВ), который составляет 3–5 вредоносных объектов на растении, что позволило избежать существенных повреждений и снижения, в конечном итоге урожайности [11].

В ходе вегетации проводились фенологические наблюдения (всходы, цветение, созревание) и фиксировались даты наступления фаз, согласно методическим указаниям ВИР [12]. Для проведения структурного анализа с каждой учетной делянки отбирался сноповой материал (по 15 растений с каждой делянки). Оценка продуктивности включала определение высоты растения, количества ветвей, общего числа стручков, семян в стручке и массы 1000 семян.

Механизированная уборка проводилась однофазным способом комбайном Wintersteiger Classic при достижении семенами физиологической спелости и влажности не превышающей 10,0–11,0 %.

Анализ гидротермического режима проводился на основе данных среднесуточных температур и суммы осадков за вегетационный период. Для оценки влагообеспеченности использовался гидротермический коэффициент (ГТК) определенный по методике Селянинова [13]. Статистическая обработка результатов исследования выполнена с использованием программного комплекса SPSS Statistics [14], пакета программ Microsoft Excel, а также стандартных методов вариационной статистики по Б. А. Доспехову [15].

Результаты и обсуждение.

Вегетационные периоды 2024 и 2025 гг. характеризовались существенной неравномерностью распределения тепла и влаги в сравнении со среднемноголетними значениями (рисунок 1).

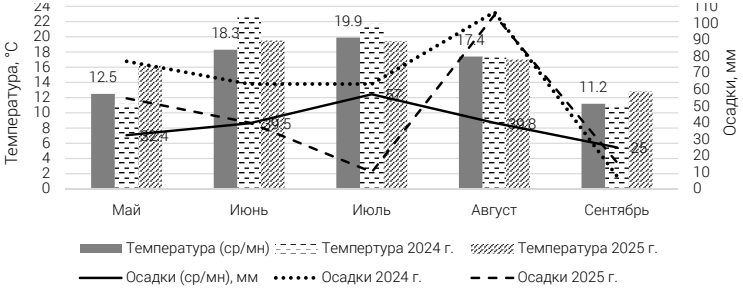


Рисунок 1 – Динамика среднемесячной температуры воздуха (°С) и количества осадков (мм), данные ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева»

В 2024 г. средняя температура периода составила 18,0 °С, что на 1,0 °С выше нормы (17,0 °С), а сумма осадков достигла 310,0 мм, превысив норму почти в два раза (141,3 мм). В 2025 г. температурный фон был ближе к климатической нормы (средняя 16,9 °С). Сумма осадков составила 225,5 мм, что превышает среднемноголетнюю норму на 56,8 мм. Таким образом, в оба исследуемых года вегетационный период начинался в условиях достаточного или избыточного увлажнения, но внутрисезонное распределение осадков в 2025 г. было значительно более неустойчивым.

Анализ помесячного распределения осадков (рисунок 1) выявил наличие критического периода в июле 2025 г. Дефицит влаги (10,2 мм при норме 57,1 мм) совпал с фазами цветения и формирования стручков ярового рапса. Подобный гидротермический стресс (ГТК = 0,17) стал фоном для оценки адаптивности селекционного материала, позволяя выявить образцы, способные сохранять продуктивность в условиях экстремальной засухи.

Метеоусловия в годы исследований существенно различались по характеру увлажнения и температурному режиму. В 2024 г. май был прохладным и избыточно влажным (ГТК = 2,3), что создало значительный запас почвенной влаги. В 2025 г., напротив, месяц оказался на 3,7 °С теплее нормы, а ГТК составил 1,2, обеспечив благоприятные условия для дружности всходов.

Июнь 2024 г. характеризовался аномальной жарой (на 4,3 °С выше нормы). В 2025 г. температурный фон был умеренным, однако во второй декаде наблюдалась сильная засуха, которая компенсировалась осадками в конце месяца (ГТК = 0,68).

Если в июле 2024 г. режим был благоприятным для вегетации (ГТК = 0,93), то в 2025 г. зафиксирован дефицит осадков – на 46,8 мм ниже нормы, что угнетало физиологические процессы развития культуры.

В оба года в августе отмечено экстремальное переувлажнение (ГТК 1,95–1,99). Осадки превышали норму в 2,6 раза, что создало риски затягивания созревания, развития болезней и вымывания элементов питания.

Сентябрь характеризовался дефицитом осадков и низким ГТК (0,15–0,24), что в обоих случаях сформировало оптимальный режим для созревания, своевременной уборки и качественной закладки семенного материала.

Таким образом, вегетационные периоды были контрастными: 2024 год отличался избыточным увлажнением (ГТК 1,27), а 2025 год – неустойчивым распределением влаги с выраженной летней засухой (ГТК 0,84). Выделенная вариативность условий позволила объективно оценить селекционные номера на стабильность и выявить наиболее адаптивные образцы.

Для выделения раннеспелых образцов стоит ориентироваться на показатель вегетационного периода [16]. В условиях опыта стандартом является сорт Майқұдық, средний показатель которого за два года составил 115 суток. Раннеспелыми считаются образцы, период созревания которых короче, чем у стандарта (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика выделенных раннеспелых образцов (среднее за 2024-2025 гг.)

Образец	Вегетационный период от всходов до созревания				Урожайность, ц/га	Масса 1000 семян, г
	цветения	отклонение от стандарта, ± сут	созревания	отклонение от стандарта, ± суток		
Майқұдық, стандарт	37	0	115	0	36,54	4,45
25-13-3	34	-3	110	-5	35,11	5,43
27-14-2	34	-3	111	-4	39,16	5,19
23-10	36	-1	110	-5	42,59	4,62
32-10	36	-1	110	-5	40,64	4,85
30-13-8	37	0	112	-3	39,07	4,53
27-10	35	-2	111	-4	40,50	5,16

Анализ данных показывает, что все изученные линии характеризуются более коротким вегетационным периодом по сравнению со стандартом. Период от всходов до цветения у стандарта составляет 37 сут. У линий 25-13-3 и 27-14-2 этот период короче на 3 сут (34 сут), у линий 27-10 – на 2 сут (35 сут), а у линий 23-10 и 32-10 - на 1 сут (36 сут). Образец 30-13-8 зацвел одновременно со стандартом (37 сут).

По продолжительности периода от всходов до созревания все изученные линии также превзошли стандарт, созревая раньше на 3–5 сут. Наибольшая скороспелость отмечена у линий 25-13-3, 23-10 и 32-10, которые созрели на 5 сут раньше стандарта (110 сут против 115). Линии 27-14-2 и 27-10 созрели на 4 сут раньше (111 сут), а линия 30-13-8 – на 3 сут раньше (112 сут).

По урожайности практически все изучаемые линии превысили показатель стандарта (36,54 ц/га). Исключение составила линия 25-13-3, у которой урожайность оказалась ниже стандарта на 1,43 ц/га (35,11 ц/га). Наибольшая урожайность установлена у линии 23-10 – 42,59 ц/га, что на 6,05 ц/га выше стандарта. Высокую продуктивность также показали линии 32-10 (40,64 ц/га), 27-10 (40,50 ц/га), 27-14-2 (39,16 ц/га) и 30-13-8 (39,07 ц/га).

Показатель массы 1000 семян варьировал от 4,45 г у стандарта (Майқұдық) до 5,43 г у линии 25-13-3. Четыре образца (25-13-3, 27-14-2, 27-10 и 32-10) превзошли стандарт по данному признаку, при этом максимальные значения отмечены у линий 25-13-3 (5,43 г) и 27-14-2 (5,19 г). Остальные линии имели массу 1000 семян на уровне стандарта или незначительно ниже.

Наряду с оценкой продолжительности вегетационного периода и общей семенной продуктивности, важным этапом селекционной работы является анализ элементов структуры урожая, определяющих формирование высокой урожайности. В таблице 2 представлены результаты изучения морфологических параметров и структурных показателей продуктивности выделенных селекционных линий ярового рапса в сравнении со стандартным сортом Майқұдық.

Большинство выделенных линий превзошли стандарт Майқұдық (145 см) по длине стебля. Максимальная длина стебля отмечена у линии 14-10 (163,3 см), что в сочетании с наибольшим числом ветвей (3,6 шт.) создало мощную вегетативную базу для формирования максимального количества репродуктивных органов. Решающим фактором продуктивности стало число сформированных стручков на растении. По данному признаку выделены линии 14-10 (206,6 шт.), 32-10 (205,5 шт.) и 23-10 (203,9 шт.), что более чем в 2 раза выше показателей стандарта (95,2 шт.). Важно отметить высокую озерненность одного стручка у линий 14-10 (25,3 шт.) и 27-10 (24,0 шт.).

Максимальная масса семян с одного растения зафиксирована у линии 14-10 (20,02 г) и 24-10 (17,86 г), где заметна взаимосвязь с высотой растения. По показателю массы 1000 семян выделена линия 25-13-3 (5,43 г), превысившая стандарт на 0,98 г. Высокие показатели также показали линии 27-14-2 (5,19 г) и 27-10 (5,16 г).

Таблица 2 – Элементы продуктивности выделенных образцов (среднее за 2024/25 гг.)

Образец	Длина стебля, см	Число ветвей, шт.	Число стручков, шт.		Число семян, шт.		Масса зерен, г	
			всего	в т.ч. пустые	в стручке	с растения	с растения	1000 шт.
Майқұдық, стандарт	145,0	2,7	95,2	9,0	21,6	1731,5	7,69	4,45
23-10	147,8	3,0	203,9	15,5	22,1	3805,6	14,09	4,62
32-10	147,9	3,1	205,5	16,2	20,8	3806,2	13,86	4,85
27-10	153,0	3,0	165,2	12,2	24,0	3444,3	15,46	5,16
25-13-3	143,6	3,3	124,0	12,4	21,9	2473,0	13,88	5,43
24-10	153,7	2,8	201,5	15,1	21,8	4077,0	17,86	4,76
14-10	163,3	3,6	206,6	14,1	25,3	4830,7	20,02	4,14

Для объективной оценки селекционной ценности изучаемого материала недостаточно анализа отдельных признаков. Необходимо установить степень их сопряженности и определить, какие именно элементы структуры оказывают влияние на итоговую урожайность. Математическая обработка данных в программе SPSS позволила выявить тесноту связей между морфологическими признаками, элементами продуктивности и массой 1000 семян, что отражено в следующей корреляционной матрице (таблица 3).

Таблица 3 – Корреляционная зависимость признаков продуктивности ярового рапса в контрольном питомнике за 2024–2025 гг.

Показатель	Урожайность	Длина стебля	Число ветвей	Число стручков	Число семян	Масса 1000 семян
Урожайность	1,0	0,629	0,041	0,909	0,858	-0,441
Длина стебля	0,629	1,0	0,513	0,598	0,810	-0,558
Число ветвей	0,041	0,513	1,0	0,325	0,507	-0,96
Число стручков	0,909	0,598	0,325	1,0	0,946	-0,288
Число семян	0,858	0,810	0,507	0,946	1,0	-0,372
Масса 1000 семян	-0,441	-0,558	-0,960	-0,288	-0,372	1,0

Согласно данным корреляционного анализа, установлена очень сильная положительная связь между урожайностью и количеством стручков на растении (r = 0,909), а также общим числом семян (r = 0,858). Данная зависимость подтверждает, что селекционный процесс должен быть направлен на повышение элементов продуктивности, в частности его озерненности, как наиболее значимого фактора урожайности в засушливой зоне.

Связь урожайности с длиной стебля (r = 0,629) характеризуется как средняя, что указывает на преимущество более рослых форм. Когда растение формирует очень много стручков и семян, внутренние ресурсы (вода, питательные вещества) распределяются между большим количеством репродуктивных органов. Данное явление показывает отрицательная корреляция массы 1000 зерен с числом стручков (r = -0,288) и числом семян (r = -0,372). Выявлена сильная отрицательная зависимость между ветвлением и крупностью семян (r = -0,96), что указывает на истощение ресурсов растения при избыточном вегетативном росте.

Заключение. Проведенные в 2024–2025 гг. исследования селекционных линий ярового рапса в контрольном питомнике на южных черноземах Северного Казахстана позволили оценить их реакцию на контрастные гидротермические условия. Установлено, что вегетационные периоды лет исследования существенно различались. Так, 2024 год характеризовался избыточным увлажнением (ГТК = 1,27) с ливневыми осадками в начальный период, что потребовало корректировки сроков защитных мероприятий, 2025 год отличался неустойчивым увлажнением с острой июльской засухой (ГТК = 0,17 в период цветения), что позволило объективно оценить засухоустойчивость изучаемых образцов.

Корреляционный анализ выявил приоритетные элементы структуры урожая, определяющие продуктивность ярового рапса в условиях региона. Установлена сильная прямая зависимость урожайности от числа стручков на растении (r = 0,909; p < 0,01) и числа семян с растения (r = 0,858; p < 0,05). При этом зафиксирована обратная зависимость массы 1000 семян от количества репродуктивных органов, что обусловлено перераспределением пластических веществ в пользу общего числа семян. Наиболее тесная отрицательная корреляция выявлена между ветвлением растений и крупностью семян (r = –0,96; p < 0,01).

По результатам оценки выделены перспективные линии, сочетающие скороспелость и высокую продуктивность. Линия 23-10 сформировала максимальную урожайность (42,59 ц/га) при сокращении вегетационного периода на 5 сут относительно стандарта, что обусловлено высоким количеством стручков (203,9 шт.) и семян с растения (3805,6 шт.). Линия 25-13-3 отмечена как источник высокой крупности семян (масса 1000 семян 5,43 г, превышение стандарта на 0,98 г) при раннеспелости. Линии 14-10 и 24-10 показали высокую потенциальную продуктивность (масса зерна с растения 20,02 и 17,86 г соответственно), однако требуют дальнейшей оценки в связи с более поздним созреванием и формированием большого количества стручков.

Таким образом, выделенные линии 23-10 и 25-13-3 рекомендуются для использования в селекционных программах, направленных на создание сортов ярового рапса с высокой и стабильной продуктивностью, адаптированных к лимитирующим факторам засушливой зоны Северного Казахста-

на. Полученные данные могут служить основой для оптимизации отбора материала при передаче перспективных номеров в государственное сортоиспытание.

Информация о конфликте интересов: автор заявляет об отсутствии коммерческих и финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Информация о финансировании: Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе BR 22885857 «Создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов и гибридов масличных и крупяных культур, с целью обеспечения продовольственной безопасности Казахстана».

Литература

1. Масличные культуры : монография / В. М. Лукомец, Н. И. Бочкарев, Н. М. Тишков [и др.] ; под ред. В. М. Лукомца. — 2-е изд., перераб. и доп. — Краснодар : ВНИИМК, 2012. — 573 с.

2. Артемов, И. В. Рапс - масличная и кормовая культура / И. В. Артемов. - Липецк : ГНУ ВНИПТИР, 2005. - 148 с.

3. Козаченко И.Д. Особенности возделывания масличного рапса на семена в условиях предгорностепной зоны Восточного Казахстана / И.Д. Козаченко // Сб. материалов VIII международной конференции молодых ученых и специалистов. – Краснодар: ВНИИМК, 2015. – С. 71-74

4. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021–2025 годы. – Астана: МСХ РК, 2021. – 64 с

5. Посевные площади рапса в Казахстане. [Электронный ресурс]. -URL: https://apk-news.kz/news/item-5946 (дата обращения: 27.01.2026)

6. Дорожная карта развития экспорта масложировой продукции на 2026–2028 годы. [Электронный ресурс]. -URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/1124093?lang=ru (дата обращения: 27.01.2026)

7. Национальный проект по развитию агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021–2025 годы : утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 12 октября 2021 года № 732. - Астана, 2021. - 120 с.

8. Кохметова А. М. Селекция зерновых культур на адаптивность в условиях Казахстана / А. М. Кохметова. - Алматы : Бастау, 2010. - 180 с.

9. Руководство по проведению весенне-полевых работ в Акмолинской области в 2024 году. Практические рекомендации / Акшалов К.А., Заболотских

В.В., Кияс А.А., Кочоров А.С., Курманбаев А., Жанзаков Б., Наздрачев Я.П., Рукавицина И.В., Филиппова Н.И., Коберницкий В.И., Бабкенов А.Т., Ошергина И.П., Тен Е.А., Кужинов М.Б. Байшоланов С. С. – Шортанды: НПЦ зернового хозяйства им. А. И. Бараева, 2024. – 84 с.

10. Весенне-полевые работы в хозяйствах Акмолинской области в 2025 году: рекомендации / Савин Т.В., Долинный Ю.Ю., Акшалов К.А., Кочоров А.С., Утельбаев Е.А., Кужинов М.Б., Кияс А.А., Заболотских В.В., Курманбаев А., Мамыкин Е.В., Филиппова Н.И., Коберницкий В.И., Бабкенов А.Т., Ошергина И.П., Тен Е.А., Жанзаков Б. Ж., Рукавицина И.В. – Шортанды: НПЦ зернового хозяйства им. А. И. Бараева, 2025. – 105 с.

11. Шмаков П.Ф. Масличные культуры: биологические особенности, технология производства, сорта, питательность и использование при кормлении крупного рогатого скота / П.Ф. Шмаков, И.А. Лошкомойников, А.Н. Пузиков, Г.Н. Кузнецова, Р.С. Полякова, Ю.Н. Суворова, А.К. Минжасова, Е.А. Чаунина. – Омск: Изд-во ООО «Омскбланкиздат», 2013. - 300 с.

12. Методические указания по изучению коллекции масличных культур / сост. И. А. Кузнецова ; Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова (ВИР). - Ленинград : ВИР, 1968. — 39 с.

13. Методические указания по обеспечению агрометеорологической информацией растениеводства. – Л. : Гидрометеоиздат, 1985. – 32 с.

14. Наследов, А. Д. IBM SPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных / А. Д. Наследов. — СПб. : Питер, 2013. — 416 с.

15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — 6-е изд., стер. — Москва : Альянс, 2011. –– 352 с.

16. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М. А. Федина. - Москва : Колос, 1985. - Вып. 1 : Общая часть. - 263 с.

УДК 633.11:631.523

РЕЗУЛЬТАТЫ ОТБОРА ЭЛИТНЫХ РАСТЕНИЙ В ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Саянов А.Т., Бабайцева Т.А. Бабкенов А.Т., Шелаева Т.В., Джазина Д.М., Ахметов Б.С

п. Научный, Казахстан
г. Ижевск, Россия
ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева»
Удмуртский государственный аграрный университет

В статье приводятся результаты индивидуального отбора из гибридных популяций третьего поколения (F3) яровой мягкой пшеницы. Выявлены гибридные комбинации с высоким выходом перспективных форм по морфологическим признакам и высокими показателями количественных признаков.

Введение. Яровая мягкая пшеница является одной из основных зерновых культур Казахстана и играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны и экспортного потенциала зерна [1]. В условиях Северного Казахстана повышение продуктивности сортов связано с созданием нового исходного материала, обладающего высокой урожайностью, адаптивностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды. Одним из основных методов создания исходного материала в селекции яровой пшеницы является гибридизация с последующим индивидуальным отбором в расщепляющихся поколениях. Особое значение имеет проведение отбора в поколениях F2–F4, когда происходит расщепление признаков и формирование новых рекомбинаций генов. Эффективность селекции в значительной степени определяется результативностью отбора в ранних поколениях гибридов. В связи с этим изучение эффективности отбора хозяйственно ценных признаков в популяциях гибридов F3 является важным этапом селекционного процесса.

Цель и задачи. Цель – оценить эффективность отбора растений в популяциях гибридов F3 яровой мягкой пшеницы по основным элементам структуры урожайности. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- провести индивидуальный отбор растений в гибридных популяциях F3;
- оценить отобранные растения по количеству зерен в колосе, массе зерна с колоса и массе 1000 семян;
- выявить наиболее перспективные гибридные комбинации для дальнейшей селекционной работы.

Методы исследований. Полевой опыт был заложен в 2025 г. в гибридном питомнике стационара лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» (г. Шортанды, Казахстан).

Материалом исследования послужили гибридные популяции F3, полученные от скрещивания сортов яровой мягкой пшеницы. Образцы высевались селекционной сеялкой ССФК – 7, на делянках площадью 1 м^2 в трехкратной повторности с нормой высева 3,0 млн. всхожих семян на гектар. Исследования проводились в соответствии с общепринятыми методиками. Отбор растений – поколосовой. При отборе в полевых условиях ориентировались на крупность колоса, отсутствие болезней. Лабораторная оценка включала оценку по качественным (выравненность и выполненность зерна, отсутствие повреждений болезнями) и количественных признаков (количество и масса зерна с колоса, масса 1000 зерен). Статистическая обработка результатов исследований выполнена вариационным методом.

Опытный участок расположен в подзоне засушливой степи на южных карбонатных черноземах. Климат подзоны резко континентальный, характеризуется морозной зимой, жарким летом, с резким колебанием температуры воздуха и неравномерным выпадением осадков, повышенным ветровым режимом. Вегетационный период яровой пшеницы в текущем году характеризовался как жаркий и засушливый (ГТК=0,4). Сложившиеся погодные условия способствовали формированию относительно высокого урожая, но развитию листостебельных болезней.

Агротехника в опыте – рекомендованная для Акмолинской области. Обработка почвы проводилась по безотвальной технологии.

Результаты исследований. В результате индивидуального отбора в популяциях гибридов F3 было отобрано 862 колосьев. После лабораторной браковки для дальнейшего посева в селекционном питомнике 1 года (СП-1) осталось 517 образцов (таблица 1). Общий процент отбора составил 60 %.

Наиболее высокий процент отбора отмечен у комбинаций: Айна х Целинная юбилейная – 95%, Астана 2 х Омская 36 – 71%, Тауелсиздик 20 х Тюменская 32 – 78%. Наименьший процент отбора был в гибридных комбинациях: Карабалыкская озимая яровизированная х Татьяна – 20%, Серебрина х Шортандинская 2007 – 50%. Это свидетельствует о различной степени селекционной ценности гибридных комбинаций.

Количество зерен в колосе является важным элементом структуры урожайности [6]. В наших исследованиях количество зерен в колосе отобранных растений варьировало от 21,0 до 75,0 зерен. Наибольшее среднее значение показателя отмечено у комбинаций: Айна х Целинная юбилейная – 42,5 шт., Астана 2 х Омская 38 – 40,1 шт. (таблица 2). В остальных гибридных комбинациях средняя озерненность колоса была ниже на 2,7-8,2 шт., или на 6-19 %. Наименьшие значения показателя наблюдались у комбинаций: Тәуелсіздік 20 х Тюменская 32 – 34,3 шт., Серебрина х Шортандинская 2007 – 35,1 шт.

Таблица 1 – Результаты поколосового отбора в гибридных популяциях яровой мягкой пшеницы

№	Гибриды F3	Количество отобранных колосьев	Осталось для посева в СП -1	Процент отбора %
1	Авиада х Орал	72	44	61
2	Астана х Омская 35	120	61	51
3	Астана 2 х Омская 36	112	79	71
4	Астана 2 х Омская 38	114	78	68
5	Айна х Целинная юбилейная	100	95	95
6	Карабалыкская озимая яровизированная х Татьяна	103	21	20
7	Серебрина х Шортандинская 2007	92	46	50
8	Тауелсиздик 20 х Тюменская 32	66	46	70
9	Тюменская 32 х Целина 50	88	47	53
	Итого	862	517	60

Таблица 2 – Средняя продуктивность отобранных для посева в СП-1 колосьев яровой мягкой пшеницы

№	Комбинации	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
1	Авиада х Орал	38,7	0,85	22,0
2	Астана х Омская 35	39,7	0,74	18,6
3	Астана 2 х Омская 36	39,7	0,99	24,9
4	Астана 2 х Омская 38	40,1	0,76	19,0
5	Айна х Целинная юбилейная	42,5	0,88	20,7
6	Карабалыкская озимая яровизированная х Татьяна	37,0	0,44	11,9
7	Серебрина х Шортандинская 2007	35,1	0,55	15,7
8	Тәуелсіздік 20 х Тюменская 32	34,3	0,71	20,7
9	Тюменская 32 х Целина 50	39,8	0,59	14,8
стандартное отклонение s		2,6	0,2	4,0
коэффициент вариации V, %		6,8	24,0	21,4

Масса зерна с колоса является интегральным показателем продуктивности растения [2-4]. Анализируя данный показатель установлено, что масса зерна отобранных колосьев варьировала от 0,22 г до 1,59 г. Колос с максимальной массой зерна выделен в комбинации Астана 2 х Омская 36, а с минимальным – в комбинации Карабалыкская озимая яровизированная х Татьяна. Наибольшая средняя масса зерна с колоса отмечена у комбинации Астана 2 х Омская 36 – 0,99 г. У остальных гибридов показатель был ниже на 0,11-0,55 г, или на 11-55 %. Высокие значения также наблюдались в комбинациях Айна х Целинная юбилейная – 0,88 г и Авиада х Орал – 0,85 г. Минимальные значения выявлены у комбинации Карабалыкская озимая яровизированная х Татьяна – 0,44 г.

Масса 1000 семян является важным показателем крупности зерна и технологических качеств [5]. Данный признак у отобранных колосьев варьировал в пределах от 11,4 г до 34,7 г. Колос с максимальной массой 1000 зерен выделен в комбинации Омская 36 х Астана 2. Наиболее высокие средние значения отмечены у гибрида Астана 2 х Омская 36– 24,9 г. Наименьшая масса 1000 семян отмечена у комбинации: Карабалыкская озимая яровизированная х Татьяна – 11,9 г.

Полученные нами данные свидетельствуют о вариабельности признаков в популяциях гибридов F3 от слабой до средней (V = 6,8-24,0 %), что создает благоприятные условия для проведения селекционного отбора.

Выводы.

1. В результате индивидуального отбора в гибридных популяциях F3 яровой мягкой пшеницы было выделено 862 колосьев, из которых после лабораторной браковки для дальнейшего посева отобрано 517 образцов. Наиболее высокий процент отбора отмечен у комбинаций Айна х Целинная юбилейная (95 %) и Астана 2 х Омская 36 (71 %).

2. По количеству зерен в колосе наиболее продуктивными оказались комбинации Астана 2 х Омская 36 и Астана 2 х Омская 38. По массе зерна с колоса и массе 1000 семян выделилась комбинация Астана 2 х Омская 36, характеризующаяся высокими показателями продуктивности.

3. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности индивидуального отбора в поколении F3 и позволяют выделить перспективные гибридные комбинации для дальнейшего селекционного процесса.

Литература

1. Байсеит, Г. А. Солтүстік Қазақстан жағдайында Қазақстан және Қытай селекциясының жаздық жұмсақ бидай сорттарына салыстырмалы баға беру / Г. А. Байсеит, М. Б. Конкарова, А. Т. Балахметова // М. Қозыбаев атындағы СКУ Хабаршысы. – 2025. – No. 4(68). – P. 138-145. – DOI 10.54596/2958-0048-2025-4-138-145. – EDN MAXDAQ.

2. Влияние сроков сева на структуру урожая ярового ячменя / С. А. Моисеев, Е. А. Рябкин, В. И. Каргин, В. Е. Камалихин // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 81-1. – С. 13-15. – DOI 10.18411/trnio-01-2022-04. – EDN AYWYOM.

3. Демина, И. Ф. Сопряжённость урожайности и элементов её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы / И. Ф. Демина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 4. – С. 477-484. – DOI 10.30766/2072-9081.2021.22.4.477-484. – EDN XLUQRE.

4. Дуктова, Н. А. Оценка исходного материала яровой твердой пшеницы по комплексу хозяйственно полезных признаков и выделение источников для селекции / Н. А. Дуктова, Н. А. Кузнецова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 142-147. – EDN KZZDTM.

5. Захарова, Н. Н. Элементы продуктивности главного колоса озимой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Н. Н. Захарова, Н. Г. Захаров, В. Н. Остин // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 4. – С. 10-15. – DOI 10.28983/asj.y2019i4pp10-15. – EDN BILQMU.

6. Ожогина, Л. В. Формирование количества зерен в колосе у сортов яровой мягкой пшеницы на разных фонах минерального питания в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края / Л. В. Ожогина, О. Е. Шкрылева // Аграрная наука - сельскому хозяйству : сборник статей: в 3 книгах, Барнаул, 03–04 февраля 2011 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2011. – С. 418-420. – EDN VUIJIX.

УДК 633.14:631.526.32:631.559 (574.5)

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА: РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ

Тезекбаева А.Е., Лутченко Ж.И.

Шагалалы а., Казахстан

«Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция»

Введение. В условиях Северного Казахстана, характеризующихся резко континентальным климатом, дефицитом влаги и высокой межгодовой вариабельностью погодных условий, особую значимость приобретает подбор адаптивных сельскохозяйственных культур. Одной из таких культур является тритикале (×Triticosecale), сочетающее высокую продуктивность пшеницы с устойчивостью ржи к неблагоприятным факторам среды [1]. Современные исследования подтверждают, что тритикале обладает высокой экологической пластичностью, способностью формировать урожай в условиях засухи и температурного стресса, а также стабильностью продуктивности в различных агроэкологических зонах [2]. В условиях глобальных климатических изменений роль данной культуры возрастает, особенно в зонах рискованного земледелия.

Новизна исследований. Научная новизна заключается в комплексной оценке адаптивного потенциала сортов тритикале в почвенно-климатических условиях Северного Казахстана на основе экологического сортоиспытания. В отличие от ряда зарубежных исследований, где анализ ограничивается отдельными факторами (урожайность, удобрения, фазы уборки), в данной работе проводится интегральная оценка сортов по комплексу признаков, включая устойчивость к абиотическим стрессам и стабильность урожайности. Современные исследования показывают, что оценка взаимодействия «генотип–среда» является ключевым фактором при выявлении адаптивных сортов тритикале, что и положено в основу настоящей работы [3].

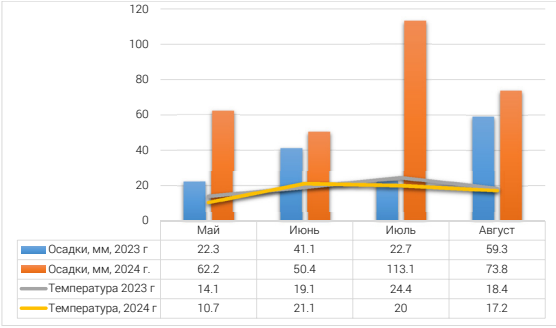
Цель и задачи. Цель исследования — оценить адаптивный потенциал сортов тритикале в условиях Северного Казахстана на основе данных экологического сортоиспытания. Задачи исследования включали изучение особенности роста и развития сортов тритикале в условиях региона, оценка уровня и стабильность урожайности, проведение сравнительной оценки хозяйственно-ценных признаков и качества семян тритикале.

Материалы и методика. Исследования проводились в 2023-2024 гг. на полях Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции, Ак-

кайынский район, Северо-Казахстанская область. Объектами исследования были сорта ярового тритикале отечественной и зарубежной селекции. Методика исследований включала закладку полевого опыта по Доспехову Б.А. [4]. Размер делянок – 5 м^2, повторность - четырехкратная, посев проводился в третей декаде мая сеялкой СКН-7. Сравнительная оценка сортов тритикале проводилась по комплексу хозяйственно-ценных признаков, включающему показатели продуктивности (урожайность, число зерен в колосе, масса 1000 зерен), фенологические наблюдения, а также устойчивость к неблагоприятным факторам среды и качественные показатели зерна. При анализе адаптивности использовались показатели вариабельности урожайности и элементы оценки взаимодействия «генотип–среда», широко применяемые в современных исследованиях тритикале [5].

Климатические условия Северного Казахстана отличаются резкими перепадами температур и нестабильным распределением осадков в течении сезона, что оказывает определяющее влияние на формирование продуктивности любой культуры. 2023 год характеризовался более засушливыми условиями в начальные фазы развития тритикале (всходы – кущение), а также повышенным температурным фоном в период колошения–налива зерна. Дефицит влаги в ранние фазы ограничивал развитие корневой системы и продуктивного кущения, что привело к снижению потенциального числа продуктивных стеблей. В то же время повышенные температуры в фазу налива способствовали ускоренному прохождению онтогенеза и формированию зерна с повышенной концентрацией белка за счёт «эффекта разбавления» углеводов.

2024 год, напротив, отличался более благоприятным увлажнением, особенно в критические фазы: выход в трубку – колошение – цветение. Это обеспечило более полную реализацию потенциала продуктивности за счёт увеличения числа зерен в колосе и массы зерна. Удлинение вегетационного периода (рис. 1) свидетельствует о более равномерном прохождении фаз органогенеза и снижении стрессовой нагрузки на растения.



	Май	Июнь	Июль	Август
Осадки, мм, 2023 г	22.3	41.1	22.7	59.3
Осадки, мм, 2024 г.	62.2	50.4	113.1	73.8
Температура 2023 г	14.1	19.1	24.4	18.4
Температура, 2024 г	10.7	21.1	20	17.2

Рисунок 1 – Осадки и температура за вегетационный период 2023-2024 гг., м/п Шагалалы

Таким образом, контрастные погодные условия двух лет позволили объективно оценить реакцию генотипов на вариабельность факторов среды и выявить сорта с высокой экологической пластичностью.

Результаты исследований. В результате экологического сортоиспытания установлено, что сорта тритикале существенно различаются по уровню продуктивности и адаптивным характеристикам. Условия вегетационных периодов характеризовались значительными колебаниями температуры и осадков, что соответствует данным зарубежных исследований, где подчеркивается влияние климатической нестабильности на продуктивность культуры [6].

Данные таблицы 1 свидетельствуют о значительной изменчивости продолжительности вегетационного периода по годам. В 2024 году у всех сортов отмечено его увеличение на 15–20 дней, что обусловлено более благоприятными условиями увлажнения и температурного режима. Наиболее продолжительным вегетационным периодом характеризовался сорт Заозерье (94 дня), что указывает на его принадлежность к более позднеспелым формам и потенциально более высокую адаптивность к условиям достаточного увлажнения. К группе среднеспелых и наиболее сбалансированных по длительности вегетации сортов относятся: Линия 35 (89 дней), Норманн (89 дней), Гребешок (88 дней). Установлено, что наибольшей адаптивностью характеризуются сорта, сочетающие устойчивость к засухе, стабильность формирования урожая и оптимальную продолжительность вегетационного периода [7]. Данные сорта обеспечивают оптимальное сочетание продолжительности роста и устойчивости к абиотическим стрессам, что является важным признаком адаптивности в условиях Северного Казахстана.

Таблица 1 – Длина вегетационного периода сортов ярового тритикале, дней

Сорта	2023 г	2024 г	Среднее
Даурен (St)	79	95	87
Россика	74	97	86
Слово	73	99	86
Гребешок	76	99	88
Доброе	76	98	87
Дорофея	75	97	86
Линия 35	78	100	89
Заозерье	81	106	94
Кармен	80	96	88
Норманн	79	98	89
Сельцо	78	95	87

Диапазон урожайности варьировал в зависимости от погодных условий, что подтверждает высокую чувствительность культуры к влагообеспеченности в критические фазы развития. Анализ элементов структуры урожая показал, что в 2024 году наблюдается резкое увеличение количества зерен в колосе (в 1,5–2 раза), что связано с улучшением влагообеспеченности в фазу колошения–цветения — критический период формирования генеративных органов. Аналогичные закономерности отмечены в зарубежных исследованиях, где урожайность тритикале колебалась в широких пределах в зависимости от условий выращивания и генотипа [8]. Наиболее продуктивные сорта Заозерье — 23,6 ц/га, Сельцо — 22,3 ц/га, Норманн — 21,1 ц/га, Доброе — 21,0 ц/га. Эти сорта отличались высокой озерненностью колоса (до 50–61 зерен в 2024 г.), хорошей выполненностью зерна (масса 1000 зерен до 50,2 г у Заозерья), стабильностью формирования элементов продуктивности (таблица 2). Наиболее ценной является комбинация признаков, которая наблюдается у сортов Заозерье, Сельцо и Норманн, что свидетельствует о их высокой адаптивности и сбалансированности структуры урожая.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая сортов ярового тритикале, 2023-2024 гг.

Сорт	Количество семян в колосе, шт		Среднее	Масса 1000 семян, г		Среднее	Урожайность, ц/га
	2023 г	2024 г		2023 г	2024 г		
Даурен (St)	22,7	50,1	36,4	41,9	46,1	44,0	15,0
Россика	27,8	42,7	35,3	39,9	43,5	42,0	14,3
Слово	24,3	61,3	42,8	36,6	41,4	39,0	20,5
Гребешок	30,7	50,0	40,4	43,1	38,5	40,8	16,8
Доброе	35,8	45,2	40,5	47,6	48,1	47,8	21,0
Дорофея	22,7	61,0	41,9	41,9	42,1	42,0	14,4
Линия 35	27,0	43,6	35,3	44,5	45,3	44,9	18,9
Заозерье	22,8	50,9	36,9	45,8	55,2	50,2	23,6
Кармен	34,4	61,4	47,9	45,9	44,3	45,1	16,4
Норманн	34,8	56,5	45,6	44,0	46,2	45,0	21,1
Сельцо	28,5	50,5	39,5	44,9	48,0	46,4	22,3

Качественные показатели зерна существенно варьировали по годам, в 2023 году (более засушливом) отмечено повышенное содержание белка (до 20,1 % у сорта Кармен), что объясняется снижением накопления крахмала и концентрацией азотистых веществ. В 2024 году при лучшем увлажнении наблюдается увеличение натуры зерна (до 699 г/л у Норманн) и общее снижение содержания белка на 1,5–3 % (таблица 3).

Таблица 3 – Качественные показатели зерна сортов ярового тритикале

Сорт	Натура. г/л		Среднее	Белок, %		Среднее
	2023 г	2024 г		2023 г	2024 г	
Даурен (St)	598	665	631	17,6	15,8	16,7
Россика	580	673	626	15,0	15,6	15,8
Слово	613	655	634	16,5	15,9	16,2
Гребешок	632	661	647	19,3	16,6	18,0
Доброе	637	690	664	18,7	15,5	17,1
Дорофея	619	684	652	18,2	15,9	17,1
Линия 35	593	689	641	17,5	16,5	17,0
Заозерье	645	672	659	18,7	17,3	18,0
Кармен	590	691	641	20,1	16,9	18,5
Норманн	630	699	664	17,2	15,8	16,5
Сельцо	592	689	691	16,2	15,6	15,9

По результатам оценки адаптивности установлено, что коэффициент вариации урожайности варьировал от 12 до 52 %, что свидетельствует о значительной дифференциации сортов по стабильности. Наиболее устойчивым сортом является Дорофея (V = 12 %), характеризующаяся высокой засухоустойчивостью (0,75). Индекс экологической пластичности показал, что сорта Заозерье, Норманн и Сельцо относятся к интенсивному типу (bi> 1,5), обеспечивая максимальную реализацию потенциала продуктивности в благоприятных условиях. В то же время сорта Дорофея и Россика относятся к экстенсивному типу (bi <1), отличаясь стабильностью в стрессовых условиях.

Наиболее сбалансированными по комплексу показателей являются сорта Слово, Доброе и Гребешок, сочетающие умеренную пластичность, стабильность и высокую урожайность, что свидетельствует об их высокой экологической адаптивности.

Выводы. В условиях Северного Казахстана сорта тритикале существенно различаются по адаптивному потенциалу и устойчивости к стрессовым факторам. Урожайность культуры в значительной степени определяется погодными условиями, особенно влагообеспеченностью вегетационного периода. В ходе исследования выделены сорта, обладающие высокой экологической пластичностью, обеспечивающие стабильную урожайность в различные по погодным условиям годы. Это соответствует данным международных исследований, где устойчивые генотипы рассматриваются как

ключевой элемент повышения эффективности производства [9]. Экологическое сортоиспытание является эффективным инструментом оценки адаптивности сортов и их районирования. Полученные результаты согласуются с современными представлениями о тритикале как культуре, обладающей высокой устойчивостью к абиотическим стрессам и способной эффективно использовать ограниченные ресурсы влаги.

Литература

1. Pintilie, A. S. Study on the adaptability of some triticale genotypes to different climate and soil conditions / A. S. Pintilie, D. M. Iacobuț, A. Leonte [et al.] // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2025. – Vol. 68, No. 1.

2. Тысленко, А. М. Владимирские сорта яровой тритикале — ценный исходный материал для селекции / А. М. Тысленко, Д. В. Зуев // Бюллетень науки и практики. – 2023. – Т. 9, № 11. – С. 139–146.

3. Stoyanov, H. P. Risk-oriented evaluation of yield stability and genotype × year interaction in triticale under interannual climatic variability / H. P. Stoyanov, A. I. Atanasov, A. Z. Atanasov // Agronomy. – 2026. – Vol. 16, No. 6. – P. 664.

4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Soresa, D. N. Performance evaluation of triticale (×Triticosecale Wittmack) genotypes under different environments in Western Ethiopia / D. N. Soresa // International Journal of Agronomy. – 2025. – Vol. 2025. – Article ID 9331980.

6. Melnychuk, V. Y. Adaptive possibilities of modern winter triticale varieties at the initial phases of plant development / V. Y. Melnychuk // Feeds and Feed Production. – 2024. – No. 97. – P. 69–76.

7. Ozkurt, M. The effect of different harvest stages on yield and quality of triticale grown under rainfed conditions / M. Ozkurt // Journal of King Saud University – Science. – 2025. – Vol. 37.

8. Simion Dojamo, T. Stability and adaptability of triticale (×Triticosecale Wittm. ex A. Camus) varieties across environmental conditions in the highlands of Southern Ethiopia / T. Simion Dojamo, S. Markos Takiso, M. Lema Tessema // International Journal of Agronomy. – 2024. – Vol. 2024. – Article ID 9948844.

9. Черноусов, Е. В. Урожайность и оценка адаптивности перспективных линий яровой тритикале в условиях нарастания аридности климата на Дону / Е. В. Черноусов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3 (107). – С. 50–56.

УДК 634.511:581.44

МАНЬЧЖУР ЖАҢҒАҒЫ ӨСКІНІНІҢ БАСТАПҚЫ ДАМУ КЕЗЕҢДЕРІ ЖӘНЕ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Төкенова Ж.С., Полевик В.В.

Семей қ. Қазақстан
«Семей қаласы Шәкәрім университеті»

Аннотация

Бұл мақалада маньчжур жаңғағы (Juglans mandshurica) өскінінің бастапқы даму кезеңдері және морфологиялық ерекшеліктері кешенді түрде қарастырылды. Зерттеу барысында тұқымның өну алдындағы физиологиялық дайындығы ретінде стратификация процесінің маңызы, оның өну көрсеткіштеріне әсері және тұқым тыныштық күйінен шығу механизмдері талданды. Стратификация нәтижесінде тұқымның өну энергиясы артып, өскіндердің біркелкі және жылдам пайда болуы қамтамасыз етілетіні анықталды. Маньчжур жаңғағына тән кіндік тамыр жүйесінің ерте қалыптасуы, оның тереңге бойлап өсуі және топырақтан ылғал мен қоректік заттарды тиімді сіңіру қабілеті өсімдіктің экологиялық бейімділігін арттыратыны көрсетілді. Сонымен қатар, күрделі қауырсын тәрізді жапырақтарының қалыптасуы фотосинтез қарқындылығын жоғарылатуға ықпал етеді. Зерттеу нәтижелері маньчжур жаңғағы өскінінің бастапқы даму кезеңдері мен тұқым стратификациясының оның өсуіне тікелей әсер ететінін дәлелдейді. Алынған мәліметтер орман шаруашылығында, көшет өсіруде және көгалдандыру тәжірибесінде тиімді қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: маньчжур жаңғағы, стратификация, өскін, онтогенез, тамыр жүйесі, даму кезеңдері.

Кіріспе

Маньчжур жаңғағы (Juglans mandshurica) – жаңғақ тұқымдасына жататын, табиғи таралу аймағы Қиыр Шығыс, Солтүстік-Шығыс Қытай және Корея түбегін қамтитын бағалы ағаш түрі болып табылады. Бұл өсімдік жоғары суыққа төзімділігімен және тез өсуімен және қолайсыз экологиялық жағдайларға бейімділігімен ерекшеленеді. Соңғы жылдары оның Қазақстанның әртүрлі аймақтарында интродукцияланып, көгалдандыру мен орман шаруашылығында қолданылуы артып келеді.

Қазіргі ботаника және орман шаруашылығы ғылымында ағаш түрлерінің өсу биологиясын зерттеу маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Әсіресе өсімдіктің бастапқы даму кезеңдерін зерттеу – оның толық

онтогенезін түсіну үшін шешуші рөл атқарады. Өскін кезеңінде өсімдіктің негізгі морфологиялық құрылымдары – тамыр жүйесі, сабақ және жапырақтар қалыптасады. Бұл кезеңде жүретін морфогенетикалық және физиологиялық процестер өсімдіктің болашақтағы өсу қарқынына, өнімділігіне және сыртқы орта факторларына төзімділігіне тікелей әсер етеді.

Маньчжур жаңғағы тұқымдарының маңызды биологиялық ерекшеліктерінің бірі – олардың физиологиялық тыныштық күйінің болуы. Көптеген зерттеулерде көрсетілгендей, жаңғақ тұқымдас өсімдіктердің тұқымдары табиғи жағдайда ұзақ уақыт бойы өнбей жатады. Осыған байланысты И.В. Мичурин ұсынған тұқымды суықпен өңдеу (стратификация) әдісі қолданылды [1]. Стратификация – тұқымды белгілі бір температура мен ылғалдылық жағдайында сақтау арқылы оның физиологиялық тыныштық күйін бұзу процесі. Бұл процесс тұқымдағы ферменттік белсенділікті арттырып, ұрықтың дамуын жеделдетеді және өну энергиясын жоғарылатады. Кейбір зерттеулерде стратификациядан өткен тұқымдардың өну пайызы жоғары болатыны және өскіндердің біркелкі дамитыны көрсетілген. Сонымен қатар стратификация тұқым қабығының жұмсаруына, су сіңіру қабілетінің артуына және тыныс алу процестерінің белсендірілуіне ықпал етеді.

Өсімдіктің бастапқы даму кезеңіндегі морфологиялық ерекшеліктеріне қатысты зерттеулерде тамыр жүйесінің қалыптасуына ерекше назар аударылады. Маньчжур жаңғағында кіндік тамыр жүйесі ерте кезеңде дамиды, бұл оның топыраққа терең бойлап енуіне және ылғал мен қоректік заттарды тиімді сіңіруіне мүмкіндік береді. Бұл қасиет өсімдіктің құрғақшылыққа және басқа да қолайсыз факторларға төзімділігін арттырады.

Сабақ пен жапырақтың дамуына қатысты ғылыми еңбектерде маньчжур жаңғағының жапырақтарының ірі, күрделі қауырсын тәрізді болатыны және олардың фотосинтез қарқындылығын арттыруға бейімделгені атап өтіледі. Жапырақтардың мұндай құрылымы өсімдіктің энергия алмасуын күшейтіп, оның қарқынды өсуіне жағдай жасайды.

Сонымен қатар бірқатар зерттеулерде өскін кезеңінде өсімдіктің сыртқы орта факторларына жоғары сезімталдығы байқалатыны көрсетілген. Температура, ылғалдылық, жарық және топырақ құрамы сияқты факторлар өскіннің қалыптасуына тікелей әсер етеді. Қолайлы жағдайларда өскіндердің өсу қарқыны жоғары болса, қолайсыз жағдайда олардың дамуы тежеледі.

Алайда қолда бар ғылыми мәліметтерге қарамастан, маньчжур жаңғағының өскін кезеңіндегі морфологиялық өзгерістері мен даму заңдылықтары толық зерттелмеген. Әсіресе стратификацияның өскіннің морфологиялық қалыптасуына әсері, тамыр жүйесінің дамуының нақты кезеңдері және жапырақ морфологиясының өзгеру ерекшеліктері қосымша зерттеуді қажет етеді.

Осыған байланысты маньчжур жаңғағы өскінінің бастапқы даму кезеңдерін және оның морфологиялық ерекшеліктерін кешенді түрде зерттеу қазіргі ботаника ғылымының өзекті мәселелерінің бірі болып табылады. Бұл зерттеулердің нәтижелері орман шаруашылығында, көшет өсіру тех-

нологиясында және көгалдандыру жұмыстарында кеңінен қолданылуы мүмкін.

Зерттеу әдістері

Зерттеу барысында стратификация, морфологиялық бақылау, фенологиялық талдау, салыстырмалы әдіс және өлшеу әдістері қолданылды. Өсімдіктің өсу қарқыны мен құрылымдық ерекшеліктері жүйелі түрде бақыланды.

Нәтижелер және талқылау

Зерттеу 2026 жылдың 20 ақпанында тұқымды топыраққа отырғызудан басталды.

Төменгі кестеде тұқымның өнуі және алғашқы жапырақтарының пайда болуы көрсетілген.

Кесте 1

1-кезең**:** Өну (Ақпанның соңы - Наурыздың басы). Стратификациядан өткендіктен, тұқым қабығы жұмсарып, алғашқы өскін жылдам көрінді. Бұл жаңғақтың физиологиялық ұйқыдан оянғанын білдіреді.	
2-кезең: Сабақтың қарқынды өсуі (Наурыз айы). Бастапқыда өсімдік тек биіктікке ұмтылды. Наурыз айының ортасында сабақ түсі қызғылт-қоңыр болды, бұл оның алғашқы лигнификация (ағаштану) процесінен өткенін көрсетеді.	
3-кезең: Күрделі жапырақтардың қалыптасуы (Сәуір айы). Маньчжур жаңғағына тән «күрделі тақ қауырсынды» жапырақтар пайда болды. Сәуір айының ортасына қарай өсімдікте 5-тен астам ірі жапырақ тақташалары қалыптасты. Бұл фотосинтез процесінің жоғары қарқынмен жүріп жатқанының дәлелі.	

Маньчжур жаңғағы кіндік тамыр жүйесіне жатады. Негізгі тамыр тереңге бағытталып өседі, ал жанама тамырлар кеңінен таралады. Бұл өсімдіктің топыраққа бекінуіне және қоректік заттарды тиімді сіңіру үшін маңызды болып табылады. Сабақ тік өсіп, бастапқы кезеңде қарқынды ұзарады. Өркеннің өсу нүктесі белсенді жұмыс істейді. Кейінірек бүйірлік бұтақтар пайда болып, ағаштың кронасы қалыптасады. Сабақтың ішкі құрылымы өткізгіш ұлпалардан тұрады. Жапырақтары күрделі, қауырсын тәрізді. Бір жапырақ бірнеше ұсақ жапырақшалардан тұрады.

Температура өсімдіктің дамуына тікелей әсер етеді. Жылы жағдайда өсу қарқынды жүреді. Ылғалдылық тұқымның өнуі үшін маңызды фактор болып табылады. Жарық жеткіліксіз болса, өсімдік баяу дамиды. Топырақтың құнарлылығы да өсімдік өсуіне үлкен әсер етеді.

Қорытынды

Маньчжур жаңғағы (Juglans mandshurica) өскінінің бастапқы даму кезеңдерін зерттеу оның биологиялық ерекшеліктерін және морфогенез заңдылықтарын түсінуге мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, өсімдіктің алғашқы даму сатысында негізгі тіршілік процестері өте қарқынды жүреді және бұл кезең оның кейінгі өсуі мен дамуына тікелей әсер етеді. Өскіннің қалыптасуында тұқымның өнуі, имбибиция процесі және физиологиялық тыныштық күйден шығуы маңызды рөл атқарады. Бұл процестердің тиімді жүруі көбінесе алдын ала жүргізілетін стратификацияға байланысты екені анықталды. Стратификация тұқымның өну энергиясын арттырып, біркелкі және белсенді өскіндердің қалыптасуын қамтамасыз етеді. Морфологиялық тұрғыдан алғанда, маньчжур жаңғағының кіндік тамыр жүйесі ерте кезеңде қарқынды дамып, өсімдіктің топыраққа берік орнығуына жағдай жасайды. Сабақтың тік және жылдам өсуі, ал жапырақтардың күрделі қауырсын тәрізді құрылымы фотосинтез процесінің тиімді жүруіне ықпал етеді. Жалпы алғанда, маньчжур жаңғағы өскінінің бастапқы даму кезеңі оның онтогенезіндегі ең маңызды кезеңдердің бірі болып табылады. Бұл кезеңде жүретін морфофизиологиялық процестер өсімдіктің болашақтағы тіршілік қабілетін, бейімделгіштігін және өнімділігін анықтайды. Осы зерттеу нәтижелері маньчжур жаңғағын орман шаруашылығында, көгалдандыруда және көшет өсіру технологиясында тиімді қолдануға ғылыми негіз бола алады.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Мичурин И.В. Тұқымдарды себу алдында дайындау әдістері // Агробиология. — М., 1948.

УДК 633.1: 551.58 (571.13)

К ОСОБЕННОСТЯМ ОТБОРА ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Трипутин В.М., Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н.

г. Омск, Россия
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

Введение. Одним из объектов пристального интереса селекционеров являются корреляционные связи между признаками. Установление постоянно проявляющихся эмпирических корреляций позволяет оптимизировать селекционный процесс [1]. Считается, что эффективность отбора может быть повышена с учётом корреляционных взаимосвязей продуктивности и основных хозяйственно-ценных признаков [2].

Новизна исследований заключалась в оценке статистических данных озимых зерновых культур (пшеница, рожь, тритикале) за длительный период (2014-2025 гг.).

Цель исследований – выявление отличий озимых культур в условиях Омского Прииртышья. К задачам исследований относились сравнение значений урожайности и других хозяйственно-ценных признаков озимых культур, а также анализ корреляций между признаками.

Материал и методика. Материалом исследований являлись данные из конкурсного сортоиспытания (КСИ) лаборатории селекции озимых культур Омского аграрного научного центра (АНЦ). Выбор КСИ сделан с учётом того, что этот питомник является завершающим в селекционном процессе любой культуры. Здесь собраны наиболее перспективные образцы, отбор которых проходил на предыдущих этапах работы. Статистическая обработка данных и расчёт коэффициентов корреляции проведены по Б.А. Доспехову (2014).

Анализ погодных условий периода исследований осуществлён по значению гидротермического коэффициента (ГТК). Зона, в которой расположены опытные поля лаборатории селекции озимых культур Омского АНЦ, является слабо засушливой (ГТК = 1,3-1,01). Типичными для этой зоны оказались только два года. К засушливым (ГТК = 1,0-0,71) отнесены три года, а к очень засушливым (ГТК = 0,7-0,41) – четыре года. Два года были влажными (ГТК = 1,6-1,31), а один – очень влажным (ГТК > 1,6).

Результаты исследований. Оценка культур по урожайности зерна показала преимущество ржи перед тритикале и пшеницей (таблица 1). Это согласуется с ранее проведёнными нашими опытами [3]. Очевидно, что уро-

жайные свойства ржи определяются её более высокой зимостойкостью в сравнении с другими культурами.

Таблица 1 - Хозяйственно-ценные признаки озимых культур (2014-2025 гг.), xcp ± Sx

Культура	Урожай-ность, т/га	Зимостой-кость, %	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл
Пшеница	4,16 ± 0,40	76 ± 4	100 ± 5	4,4 ± 0,3
Тритикале	4,49 ± 0,46	86 ± 2	117 ± 6	3,9 ± 0,2
Рожь диплоидная	5,47 ± 0,45	94 ± 1	127 ± 6	2,9 ± 0,2
Рожь тетраплоидная	5,94 ± 0,47	95 ± 1	125 ± 4	3,7 ± 0,4

Тетраплоидная форма ржи была более урожайной, чем диплоидная, что скорее всего связано с её лучшей устойчивостью к полеганию.

Среди всех зерновых культур рожь является самой высокорослой и наименее устойчивой полеганию [4, 5]. В наших условиях у ржи также отмечено формирование растений с большей высотой и меньшей устойчивостью к полеганию.

Оценка корреляционных связей показывает, что для озимой пшеницы зимостойкость является важным признаком, наиболее тесно связанным с урожайностью [3, 6-9]. В нашем опыте значение коэффициента корреляции между урожайностью и зимостойкостью у пшеницы было выше, чем у других культур (таблица 2).

Таблица 2 - Корреляции признаков озимых культур (2014-2025 гг.), r ± Sr

Культура	Урожайность - зимостойкость	Высота растений – устойчивость к полеганию	Урожайность – высота растений
Пшеница	0,606 ± 0,035	- 0,462 ± 0,052	0,446 ± 0,052
Тритикале	0,283 ± 0,076	- 0,642 ± 0,047	0,286 ± 0,058
Рожь диплоидная	0,182 ± 0,103	- 0,380 ± 0,128	0,226 ± 0,135
Рожь тетраплоидная	0,222 ± 0,076	- 0,391 ± 0,087	0,332 ± 0,089

Обратная связь между высотой растений и устойчивостью к полеганию (r = - 0,380...- 0,642) указывает на неизбежность выбора форм озимых культур с меньшими значениями высоты растений.

В то же время урожайность положительно коррелирует с высотой растений, причём в большей степени это проявляется у пшеницы (r = 0,446). Высказывается предположение об определённых трудностях при селекции высокопродуктивных и устойчивых к полеганию сортов озимой пшеницы [10]. В наших условиях среднее значение высоты растений образцов озимой пшеницы на уровне КСИ достаточно оптимально, поскольку в боль-

шинстве лет проведённых исследований эта культура вообще не полегала. Полегание озимой пшеницы в КСИ отмечалось только при переувлажнении почвы из-за обильных осадков, сильного ветра (2024, 2025 гг.) и при сильном поражении стеблевой ржавчиной (2016 г.). Испытание же низкорослых форм озимой пшеницы в КСИ завершалось тем, что они не выдерживали конкуренции с более урожайными среднерослыми образцами.

Корреляция зимостойкости и высоты растений у пшеницы в наших опытах была на среднем уровне (r = 0,434 ± 0,052). Соответственно, при отборах озимой пшеницы на урожайность помимо приемлемой зимостойкости надо учитывать, что высота растений не будет сильно снижаться.

Известно, что величина урожайности зерновой культуры является производным таких элементов, как число растений на единице площади, продуктивная кустистость, число зёрен в колосе и масса 1000 зёрен. Корреляционная связь отдельных элементов с конечной урожайностью обычно не бывает высокой, поскольку увеличение одного из них обычно влечёт изменение других [11].

В различных исследованиях установлено, что для озимой пшеницы из всех элементов структуры урожая наибольший вклад вносит густота продуктивного стеблестоя [6-8, 12-14]. Анализ наших данных показывает, что урожайность озимой пшеницы сильнее коррелирует с густотой продуктивного стеблестоя, чем с густотой растений (таблица 3).

Таблица 3 - Корреляции урожайности с признаками структуры урожая (2014-2025 гг.), r ± Sr

Культура	Урожайность	
	Густота растений	Густота продуктивного стеблестоя
Пшеница	0,434 ± 0,052	0,637 ± 0,045
Тритикале	0,168 ± 0,060	0,488 ± 0,053

Урожайность озимой тритикале в нашем регионе также наиболее сопряжена с густотой продуктивного стеблестоя, что подтверждают наблюдения предыдущих опытов [15].

Выводы. Оценка хозяйственно-ценных признаков озимых культур (пшеница, рожь, тритикале) показала, что урожайность зерна в условиях Омского Прииртышья зависит от уровня зимостойкости. Урожайность также положительно коррелирует с высотой растений, и в большей степени это характерно для озимой пшеницы (r = 0,446). Связь зимостойкости и высоты растений у озимой пшеницы находится на среднем уровне (r = 0,434). Соответственно, при отборе озимой пшеницы на урожайность не будет сильного снижения высоты растений. Из всех элементов структуры урожая озимой пшеницы и тритикале наиболее значимым является густота продуктивного стеблестоя.

Литература

1. Тороп Е.А., Тороп А.А. Взаимосвязи между элементами продуктивности озимой ржи и возможности использования их в селекции // Вестник РАСХН. - 2011. - № 1. - С. 62-64.

2. Борадулин В.Р. Наследование хозяйственно полезных признаков гибридами озимой пшеницы и создание нового селекционного материала в условиях лесостепи Западной Сибири: автореф. дис...канд. с.-х. наук. - Новосибирск, 1997. - 17 с.

3. Трипутин В.М., Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., Пахотина И.В Озимые зерновые культуры в условиях меняющегося климата Омского Прииртышья // Проблемы плодородия почв в современном земледелии: Материалы межд. науч.-практ. конф. - Красноярск, 2024. - С. 350-353. DOI: 10.52686/9785605087878-350.

4. Тимина М.А., Чуслин А.А., Горяинов М.Д. Сравнительная оценка сортов озимой ржи по морфологическим признакам стебля // Научное обеспечение животноводства Сибири: Материалы VII Межд. науч.-практ. конф. - Красноярск, 2023. - С. 20-23. DOI: 10.52686/9785605087816_20.

5. Урбан Э.П., Гордей С.И. Создание адаптивных сортов и гибридов F1 озимой ржи // Земледелие и селекция в Беларуси. - 2025. - № 61. - С. 153-159.

6. Сандухадзе Б.И. Методы и результаты селекции озимой пшеницы в Центральном районе Нечернозёмной зоны Российской Федерации: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. - Немчиновка, 1993. - 52 с.

7. Русанов И.А., Буховец А.Г., Ващенко Т.Г., Голева Г.Г., Павлюк Н.Т., Шенцев Г.Д. Селекционная оценка озимой пшеницы методом ранговой корреляции // Вестник Воронежского ГАУ. - 2010. - № 4. - С. 15-20.

8. Самофалов А.П., Подгорный С.В. Исходный материал в селекции озимой пшеницы на продуктивность // Аграрный вестник Урала. - 2014. - № 5. - С. 13 -16.

9. Буряков В.А. Корреляционные связи хозяйственно-ценных признаков у озимой пшеницы в условиях Северного Казахстана // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: Сб. науч. докл. XVIII межд. науч.-практ. конф. - Ч. 1 - Новосибирск, 2015. - С. 65-67.

10. Голева Г.Г., Ващенко Т.Г., Павлюк Н.Т., Знаменская В.В., Пушкарева В.И., Федулова Т.П., Голев А.Д., Иванников А.В. Селекция озимой пшеницы в Центральном Черноземье РФ // Вестник Российской с.-х. науки. - 2019. - № 1. - С. 45-49. DOI: 10.30850/vrsn/2019/1/45-49.

11. Кудряшов И.Н., Михалко А.В., Раков Д.С., Новикова С.В. Использование показателя «ёмкости ценоза» при формировании уровня урожайности озимой пшеницы // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2011. - № 4. - С. 30-32.

12. Новиков А. В. Изменение уборочного индекса в процессе селекции и его влияние на урожайность пшеницы мягкой озимой: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Краснодар, 2012. - 24 с.

13. Питоня А.А., Питоня В.Н. Урожайность озимой мягкой пшеницы и элементы структуры в сухостепной зоне Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. - 2019. - № 4. - С. 38-41. DOI: 10.34736/FNC.2019.107.4.012.

14. Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н., Кашуба Ю.Н. Корреляции урожайности с хозяйственно-ценными признаками у озимой пшеницы в условиях Омской области // Сборн. материалов Всеросс. науч.-практ. конф. - Омск: ОмГАУ, 2019. - С. 275-279.

15. Трипутин В.М. Анализ корреляций у озимой тритикале в Омской области // Селекция сельскохозяйственных растений на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам: Материалы межд. науч.-практ. конф. - Омск: ЛИТЕРА, 2016. - С. 222-225.

УДК 631.521.11

ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ПИТОМНИКЕ КАСИБ

Федоренко Е.Н., Артыс А.Ю., Абдуллина В.Ф.

с. Шагалалы, Казахстан
«Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция»

Введение. Яровая мягкая пшеница в Северном Казахстане, несмотря на высокие темпы диверсификации, занимает лидирующее положение среди сельскохозяйственных культур по площадям сева. В 2025 году в Северо-Казахстанской области при общей посевной площади 4,31 млн га, под пшеницей было занято 2,16 млн га, причем доля пшеницы в структуре посева по районам области составляла 48,4-73,2%.

Мировой опыт свидетельствует, что последовательный рост урожайности возделываемых культур базируется на совершенствовании технологии выращивания и достижениях селекции. Новый сорт — это важнейшее, наиболее доступное средство рационального использования почвенно-климатических, погодных, техногенных, трудовых, финансовых ресурсов. Кроме того, сорт является одним из факторов, определяющих уровень урожайности и его качество [1]. В разнообразных почвенно-климатических и хозяйственно-экономических условиях сельскохозяйственных предприятий исключительно высока роль системы адаптированных, взаимодополняющих сортов, устойчивых к местным абиотическим и биотическим стрессовым факторам [2, 3, 4]. В условиях современного производства важно создать адаптированные сорта не только к местным климатическим факторам, но и к применяемым технологиям [5].

В современных условиях селекция полевых культур направлена на повышение продуктивности, потенциала адаптивности, улучшения качественных показателей, а также устойчивости к болезням [6].

Приоритетным направлением селекции яровой мягкой пшеницы для условий севера Казахстана является создание высокоурожайных сортов, пластичных и устойчивых к стрессовым факторам региона.

Казахстанско-Сибирская сеть по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) - программа, объединяющая научные селекционные учреждения Казахстана и России, её цель повышение эффективности селекции. Она позволяет селекционерам оценивать новейший селекционный материал в разнообразных почвенно-климатических условиях, выделять перспективные сорта, для дальнейшей работы, включать их в селекционные программы [7,8].

Новизна исследований заключается в оценке продуктивности и адаптивности новых сортов и линий яровой мягкой пшеницы в почвенно-климатических условиях Северо-Казахстанской области на основе экологического испытания.

Цель исследования – поиск новых источников с комплексом полезных признаков для дальнейшего использования в селекционной программе на севере Казахстана.

Материал и методика Исследования проведены в 2023–2024 годы на опытном участке Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции. Объектом исследования послужили 42 сортообразца яровой мягкой пшеницы из 15 селекционных учреждений России и Казахстана (таблица 1). Опыт закладывался в степной зоне Северо-Казахстанской области. Почва опытного участка – обыкновенный тяжелосуглинистый чернозем. Почвенная реакция нейтральная или слабощелочная pH 7,8-8,1, содержание гумуса 4,5-5,0%. Предшественник – пар.

Таблица 1 – Питомник яровой мягкой пшеницы КАСИБ-24 (2023-2024 гг.)

№	Линия, сорт	Научное учреждение	№	Линия, сорт	Научное учреждение
1	Лин 201 м/22	Актюб СХОС	23	Л-407/ЧТ	КурганНИИСХ
2	Лин 334 м/22	Актюб СХОС	24	Л-6/СМ	КурганНИИСХ
3	Лин 337 м/22	Актюб СХОС	25	Л-235/ПТ	КурганНИИСХ
4	55/08	НПЦ ЗХ	26	KS 39/08-7	Курган семена
5	143/09	НПЦ ЗХ	27	KS 29/17у	Курган семена
6	42/93-09-1	Павл СХОС	28	Лют 1485	Самар НИИСХ
7	1205-09-8	Павл СХОС	29	Лют 1510	Самар НИИСХ
8	Лют 54 190/09	Караб СХОС	30	Лют 1535	Самар НИИСХ
9	Лют 20 161/08	Караб СХОС	31	Л 373	ФАНЦ Юго-Вост
10	Кудесница	Караб СХОС	32	Л 447	ФАНЦ Юго-Вост
11	Лютесценс 2216	Караган СХОС	33	Л 2203	СибНИИРС
12	Лютесценс 2222	Караган СХОС	34	Л 1353	СибНИИРС
13	Сары Арка 27	Караган СХОС	35	Касибовская 2	Ом ГАУ
14	218/10	СК СХОС	36	Лют 34-16	Ом ГАУ
15	453 СП2/19	СК СХОС	37	Лют 205/12-5	Омск АНЦ
16	189 СП2/19	СК СХОС	38	Лют 242/13-10	Омск АНЦ
17	98-А-1	ОХМК	39	Лют 74/16-1	Омск АНЦ
18	155-А-1	ОХМК	40	Пам.Тюнина	Челяб НИИСХ
19	249-А-25	ОХМК	41	Загадка	Челяб НИИСХ
20	Астана	станд среднеран	42	Эрит 26464	Челяб НИИСХ
21	Семёновна	станд среднеспел			
22	Айна	станд среднепозд			

Посев проведен малогабаритной селекционной сеялкой ССН-7 в третьей декаде мая, в 2-кратной повторности, площадь делянки 5 м^2, расположение делянок систематическое. Норма высева 3,5 миллиона всхожих семян на гектар. В качестве стандартов использованы районированные сорта разных типов созревания: среднеранний Астана, среднеспелый Семёновна и среднепоздний Айна. Учеты и наблюдения проводились согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Фенологические наблюдения осуществлялись по основным фазам развития: всходы, колошение, созревание. Интенсивность развития бурой ржавчины определяли по шкале Рысакова, степень пораженности листьев оценивали в процентах: 1, 5, 10, 25, 50, 75%. Структурный анализ урожая выполнялся в фазе полной спелости зерна. Уборка пшеницы питомника КАСИБ-24 проводилась ручным способом с последующим обмолотом на сноповой молотилке МПС-1М и пересчетом урожайных данных на стандартную 14% влажность. Качественные показатели зерна (белок, клейковина) определены на инфракрасном анализаторе Granolyzer. Математическая обработка полученных данных выполнена дисперсионным методом Доспехова Б.А. с использованием компьютерных программ Microsoft Office.

Годы исследований существенно различались по метеорологическим условиям в период вегетации. 2023 год характеризовался засушливостью. Дефицит осадков за лето составил 41,9 мм или 25,4% нормы (многолетняя норма 165,0 мм). При этом, среднесуточная температура за лето была выше нормы на 1,9 0С. Гидротермический коэффициент ГТК-0,64 (сильная засуха, наносящая ощутимый вред урожаю). Многолетний показатель ГТК-0,96, характеризуется как умеренная засуха, не вызывающая катастрофического снижения урожайности. 2024 год выдался благоприятным по обеспеченности влагой. Превышение многолетней нормы осадков составило 72,3 мм (+43,8%). Температура воздуха была на уровне нормы. ГТК периода вегетации 2024 года - 1,33 (хорошая обеспеченность влагой).

Результаты исследований Продуктивность является главным показателем, характеризующим адаптивность генотипа к условиям среды. Различия погодных условий в годы исследований привели к ощутимой разнице в урожайности изучаемых сортообразцов. В засушливом 2023 году средняя урожайность по питомнику составила 17,5 ц/га, с варьированием 12,0-25,5 ц/га, в благоприятном 2024 году средняя - 22,0 ц/га с варьированием 13,1-31,8 ц/га. В таблице 2 представлены полученные данные за 2 года исследований. Сортообразцы среднеспелой группы сформировали наибольшую урожайность (14,5-26,1 ц/га) в сравнении со среднеранней группой (13,9-23,0 ц/га) и среднепоздней (16,2-23,8 ц/га). С максимальными показателями урожайности, (при НСР05 4,2 ц/га) достоверно превышающими стандарт в своей группе спелости отмечены образцы: среднеранний Л 2203 (23,0 ц/га), среднеспелые: Лин 334 м/22 (22,8 ц/га), 143/09 (23,9 ц/га), Лют 205/12-5 (23,2 ц/га), Памяти Тюнина (26,1 ц/га) и среднепоздние 55/08 (22,9 ц/га), 42/93-09-1 (23,8 ц/га).

Бурая ржавчина, одно из наиболее вредоносных заболеваний пшеницы, потери зерна при его эпифитотийном распространении могут достигать 30-40%, при этом значительно снижается качество зерна. В нашем опыте оценку на устойчивость проводили во влажном 2024 году, в 2023 году, отличавшимся дефицитом осадков, поражения не наблюдалось.

Таблица 2 – Результаты изучения сортообразцов яровой мягкой пшеницы питомника КАСИБ-24, (2023-2024 годы)

Сорт, линия	Вегетац. период, дней	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Белок, %	Клейковина, %	Пораж. бурой ржав., %
Среднеранние						
Астана, ст	77	18,8	30,4	16,0	30,7	25
Лин 201 м/22	76	19,4	37,0	15,1	28,6	10
Лютесц 2216	78	21,1	32,5	14,8	28,2	10
KS 39/08-7	78	13,9	34,8	16,7	32,0	50
Л 2203	77	23,0	37,8	16,3	30,8	10
Л 1353	77	22,4	35,2	16,6	31,2	25
Среднеспелые						
Семёновна, ст	79	18,4	35,5	17,4	32,8	1
Лин 334 м/22	81	22,8	35,4	14,2	26,1	0
Лин 337 м/22	82	21,9	35,0	15,3	28,8	10
143/09	85	23,9	34,4	13,7	24,3	25
Лют 54 190/09	80	19,1	31,3	14,5	25,9	25
Лют 20 161/08	79	20,6	31,9	14,7	26,0	50
Лютесц 2222	79	20,1	33,5	14,9	26,9	10
Сары Арка 27	80	19,0	30,5	16,1	31,0	25
218/10	79	20,2	36,2	14,6	26,4	25
189 СП2/19	84	19,5	35,3	14,4	26,6	10
155-А-1	81	16,5	34,8	16,7	32,4	10
Л-407/ЧТ	81	14,5	33,6	16,2	30,8	5
Л-6/СМ	83	20,8	37,9	15,9	28,7	10
Л-235/ПТ	82	20,9	34,2	15,3	29,1	5
Лют 1485	84	18,5	34,3	15,5	29,7	5
Л 373	83	15,9	32,4	16,0	30,5	0

Продолжение таблицы 2

Л 447	85	17,1	34,2	15,8	30,7	0
Лют 34-16	81	19,3	36,4	16,5	30,2	5
Лют 205/12-5	83	23,2	37,0	15,9	29,8	0
Лют 242/13-10	85	18,6	36,7	16,9	31,1	1
Лют 74/16-1	83	20,4	36,0	16,1	31,1	0
Пам. Тюнина	80	26,1	36,8	16,2	30,5	0
Загадка	82	20,4	35,9	15,9	29,4	5
Эритр 26464	82	19,2	35,8	16,9	31,7	1
Среднепоздние						
Айна, ст	89	19,9	38,5	15,2	29,2	5
55/08	86	22,9	36,7	15,0	27,2	10
42/93-09-1	87	23,8	36,2	14,8	27,9	10
1205-09-8	89	18,9	31,7	14,5	27,7	10
Кудесница	88	20,7	35,3	14,6	28,4	0
453 СП2/19	87	16,2	33,4	15,7	29,8	10
98-А-1	88	21,8	35,1	15,2	28,7	5
249-А-25	91	16,5	32,6	15,2	28,2	5
KS 29/17у	91	19,3	39,2	16,8	30,4	10
Лют 1510	86	16,7	34,4	15,6	28,9	0
Лют 1535	90	16,1	38,2	16,6	32,6	0
Касибовская 2	87	21,9	37,3	15,5	27,9	5
НСР05, ц/га		4,2				

В результате оценки выделены 9 сортов, проявившие устойчивость к бурой ржавчине (0%): Лин 334 м/22, Л 373, Л 447, Лют 205/12-5, Лют 74/16-1, Памяти Тюнина, Кудесница, Лют 1510, Лют 1535. Также отмечены сорта, слабовосприимчивые к заболеванию, у которых присутствует слабое поражение (1-5%), не оказывающее влияние на продуктивность – Семёновна, Л-407/ЧТ, Л-235/ПТ, Лют 1485, Лют 34-16, Лют 242/13-10, Загадка, Эритр 26464, Айна, 98-А-1, Касибовская 2.

Анализ качественных показателей зерна сортообразцов яровой мягкой пшеницы за 2 года выявил 15 лучших с содержанием белка 16,0-17,4% и клейковины 30,5-32,8%: KS 39/08-7, Л 2203, Л 1353, Семёновна, Сары Арка 27, 155-А-1, Л-407/ЧТ, Л 373, Лют 34-16, Лют 242/13-10, Лют 74/16-1, Пам. Тюнина,

Эритр 26464, KS 29/17у, Лют 1535. При этом отмечено, что более высокое качество зерна получено в засушливом 2023 году.

Крупнозерность – важный селекционный признак, определяющий продуктивность сорта и высокие технологические качества. По показателю крупнозерности в среднем за 2 года выделены 13 сортов и линий с массой 1000 зерен свыше 36,0 г: Лин 201 м/22, Л 2203, 218/10, Л-6/СМ, Лют 34-16, Лют 205/12-5, Лют 242/13-10, Лют 74/16-1, Памяти Тюнина, Айна, KS 29/17у, Лют 1535, Касибовская 2.

Таким образом, в результате исследований были выделены сорта, сочетающие несколько важнейших для селекции показателей: устойчивость к бурой ржавчине, крупнозерность (с массой 1000 зерен 36,8-37,8 г), высокую урожайность (23,0-26,1 ц/га) и качество зерна (с содержанием белка 15,9-16,3%, клейковины 29,8-30,8%): Памяти Тюнина, Лют 205/12-5, Л 2203. Как источники высокого качества и устойчивости рекомендуется использовать в селекционной работе сорта: Семёновна, Л 373, Лют 242/13-10, Лют 74/16-1, Эритр 26464, Лют 1535.

Выводы В результате изучения сортообразцов яровой мягкой пшеницы международного питомника КАСИБ в 2023-2024 годы выделены источники, сочетающие комплекс наиболее значимых хозяйственно-ценных признаков, а именно сочетающие устойчивость к бурой ржавчине высокое качество зерна и урожайность.

Информация о финансировании Работа проведена при поддержке программно-целевого финансирования МСХ РК по научно-технической программе BR24892821 «Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана».

Литература

1. Мухина, Ж. М. Эффективность методов молекулярного маркирования в селекции, семеноводстве сельскохозяйственных культур для изучения биоразнообразия растительных ресурсов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.05. — Краснодар, 2012. — 47 с.

2. Мелехина, Т. С. Экологическая пластичность сортов яровой мягкой пшеницы по урожайности и качеству зерна в отличающихся условиях юго-востока Западной Сибири (Кемеровская область) / Т. С. Мелехина, Л. Г. Пинчук, В. М. Секачева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2015. — № 4. — С. 125–129.

3. Кондратенко, Е. П. Сравнительная характеристика урожайности и качества зерна сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах / Е. П. Кондратенко, Е. А. Егушова, А. А. Косолапова [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2016. — № 6 (117). — С. 105–112.

4. Новохатин, В. В. Научное обоснование эколого-генетической селекции мягкой яровой пшеницы / В. В. Новохатин, В. А. Драгавцев // Достижения науки и техники АПК. — 2020. — Т. 34, № 12. — С. 39–46. — DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11206.

5. Дёмина, Е. А. Современные сорта яровой мягкой пшеницы для лесостепной зоны Средневолжского региона / Е. А. Дёмина, А. И. Кинчаров, Т. Ю. Таранова, О. С. Муллаянова, К. Ю. Чекмасова // Достижения науки и техники АПК. — 2020. — Т. 34, № 10. — С. 16–21. — DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11002.

6. Евдокимов, М. Г. Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твердой) селекции Омского аграрного научного центра / М. Г. Евдокимов, И. А. Белан, В. С. Юсов, А. Н. Ковтуненко, Л. П. Россеева // Достижения науки и техники АПК. — 2020. — Т. 34, № 1. — С. 9–15. — DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11001.

7. Урожайность и качество зерна образцов яровой твердой пшеницы питомника КАСИБ-22 в условиях Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. — 2025. — Т. 17, № 5. — С. 58–64. — DOI: 10.31367/2079-8725-2025-100-5-58-64.

8. Кузьмин, О. Г. Селекционная значимость сортов яровой мягкой пшеницы из международного питомника КАСИБ-12 для Западно-Сибирского региона / О. Г. Кузьмин, А. В. Марчевский, В. П. Шаманин // Агропродовольственная политика России. — 2023. — № 4 (107). — С. 61–67. — DOI: 10.35524/2227-0280_2023_04_61.

УДК 633.28:631.524.02(571.1)

МНОГОЛЕТНЯЯ ПШЕНИЦА И ЗЕРНОВОЙ ПЫРЕЙ (TH. INTERMEDIUM) – РЕАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Шаманин В.П., Айдаров А.Н., Шепелев С.С., Чурсин А.С., Потоцкая И.В., Моргунов А.И.

г. Омск, Россия
ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Введение. В настоящее время однолетние зерновые культуры в мире выращиваются более чем на 70% пахотных земель, обеспечивая 60–80% калорий в ежедневном рационе питания человека. Пшеница в России является основной зерновой культурой для обеспечения продовольственной безопасности и экспорта зерна, её площадь посева составляет более 28 млн га. Потенциальная урожайность современных сортов пшеницы существенно возросла, однако изменение климата, периодически повторяющиеся засухи и эпифитотии во влажные годы оказывают значительное влияние на стабильность производства зерна в стране. В этой связи многолетние зерновые культуры могут быть альтернативой однолетним. Первенство идеи создания многолетней пшеницы в мире принадлежит отечественному академику Н.В. Цицину, который в 30-е гг. прошлого столетия получил устойчивые октоплоидные пшенично-пырейные гибриды (ППГ), его последователи в Главном ботаническом саду РАН им. Н.В. Цицина продолжают исследования с ППГ, ими созданы для Нечерноземной зоны РФ сорта трититригии (современная классификация) – Отрастающая 38, Памяти Любимовой и Отрастающая 55 [1, 2]. В настоящее время селекционные работы по многолетней пшенице и зерновому пырею ведутся во многих странах мира. В институте землепользования (штат Канзас, США) создан коммерческий зерновой пырей сорт Kernza, который широко используется как зерновая и кормовая культура в нескольких странах мира [3, 4]. В Омском ГАУ создан сорт крупнозерного пырея Сова (Th. intermedium), который включен в Госреестр селекционных достижений в 2020 г. для возделывания во всех регионах России [5]. Зерно пырея имеет большой потенциал для использования в производстве хлеба и хлебобулочных изделий в качестве нового ингредиента для функционального питания. Многолетняя пшеница и зерновой пырей не требуют интенсивной обработки почвы для посева, они защищают её от эрозии и деградации, способствуют увеличе-

нию содержания органического вещества и накопления углерода в почве, у них развивается более мощная корневая система, обеспечивающая доступ к питательным веществам и воде, хранящимся в глубоких слоях и в годы засух многолетние виды имеют преимущество и более стабильный урожай зерна и корма в сравнении с однолетними, что свидетельствует об актуальности исследований по данной проблеме [6, 7].

Цель исследований – селекционная оценка линий многолетней пшеницы и популяций зернового пырея для повышения урожайности зерна; создание исходного материала для селекции многолетней пшеницы и зернового пырея двойного назначения. Задачи исследований: провести оценку линий многолетней пшеницы и выделить перспективные линии для передачи в питомник ПСИ; отобрать лучшие биотипы в популяциях международной коллекции зернового пырея для дальнейшей селекционной оценки.

Материал и методика. Материалом исследований служили 29 линий, созданных в Омском ГАУ путем скрещивания многолетней и озимой пшеницы. Стандарты – российский сорт Отрастающая 38 и четыре лучших образца из международной коллекции (Agrotana, 11955, 235a, Taf 46), выделенные ранее в условиях Западной Сибири.

Посев линий многолетней пшеницы в контрольном питомнике (КП) осуществляли осенью 2024 г. Посев проводился сеялкой ССФК-7 на глубину 4–5 см, площадь делянки – 3 м^2 в 3-х кратной повторности. Способ посева – рядовой, норма высева – 500 зерен на 1 м^2. Уборка проведена селекционным комбайном Сампо130. Весной оценивали на зимостойкость, учеты и наблюдения проведены в соответствии с методическими указаниями ВИР [8]. Определяли технологические признаки качества зерна: содержание белка и клейковины, стекловидность и зольность зерна – при помощи инфракрасного анализатора «ИнфраЛюм» ФТ-12. Дисперсионный анализ в рандомизированных блоках проводили по методике Б.А. Доспехова [9].

Изучены биотипы, выделенные из популяций пырея среднего (*Th. intermedium*) из The Land Institute (штат Канзас, США) и популяции Омского ГАУ, полученные отбором биотипов внутри сорта Сова. Посев производился вручную по 50 зерен на 1м^2 05 августа 2023 г. Для изолирования популяций между образцами высевали сильфию пронзённолистную (*Silphium perforatum* L.)

Результаты исследований. В проведенных исследованиях выявлена хорошая зимостойкость созданных линий многолетней пшеницы, которая варьировала от 74,6 (№ 379) до 94,3 % (№ 359). Среди стандартов наибольший процент перезимовки (93,0%) отмечен у отечественного сорта Отрастающая 38, среди образцов иностранной селекции выделился номер 11955, соответственно 90,2%. Созданные линии многолетней пшеницы в целом имеют высокую устойчивость к мучнистой росе, стеблевой и бурой ржавчине, к септориозу и умеренно устойчивые к гельминтоспориозу, что свиде-

тельствует о перспективе использования многолетней пшеницы для экологического земледелия. По результатам испытания линий многолетней пшеницы в контрольном питомнике отобрана линия №358 (Отрастающая 38/ORH01008512*AgriPRo-Palomino-1), с урожайностью более 300 г/м², которая достоверно превысила все зарубежные и отечественный стандарты и 8 линий с урожайностью более 200 г/м², что на уровне российского стандарта.

Одна из важных задач селекции многолетней пшеницы – это повышение технологичности возделывания и урожайности зерна за счет повышения устойчивости к полеганию. Образцы иностранной селекции отличались хорошей устойчивостью к полеганию и были оценены на 5 баллов Agrotana, № 235a и на 4 балла № 11955 и TAF46. Российский стандарт Отрастающая 38 имел оценку 2 балла, среди созданных линий – №358, №376 и №381 были относительно устойчивые – 3 балла. Коэффициент корреляции между баллом устойчивости к полеганию и урожайностью имел среднее значение ($r = 0,47$; $p < 0,05$). Линии с большей густотой стеблестоя на единицу площади полегали в большей степени ($r = -0,53$; $p < 0,05$).

По содержанию белка и клейковины среди стандартов российский сорт Отрастающая 38 (белок 19,4%, клейковина 45,4%) достоверно превосходил иностранные образцы. Наиболее урожайная линия №358 (белок 19,1%; клейковина 44,3%) по качеству была на уровне лучшего иностранного образца Taf46 (белок 19,0%; клейковина 43,9%). Среди отобранных по урожайности линий в родословной с Taf46 наибольшее количество белка и клейковины имела линия №376 (белок 19,4%; клейковина 45,2%), что по показателям достоверно больше, чем лучший иностранный образец и на уровне лучшего стандарта Отрастающая 38. Масса 1000 зерен для многолетней пшеницы является одним из важных признаков для повышения урожайности, с ним также сопряжено и качество зерна. Наиболее урожайный иностранный образец №235a сформировал зерно с массой 1000 зерен 28,7 г, Отрастающая 38, соответственно, 27,1 г. Лучшая по урожайности линия №358 имела массу 1000 зерен равную 30,5 г, что достоверно больше лучшего иностранного образца и отечественного стандарта. Коэффициент корреляции между урожайностью и массой 1000 зерен для линий многолетней пшеницы составил 0,73 ($p < 0,05$).

Оценка на засухоустойчивость селекционного материала многолетней пшеницы в условиях 2025 г. с обилием осадков и высокой влагообеспеченности посевов была проведена по развитию признаков корневой системы. В фазу цветения многолетней пшеницы, испытываемые линии в контрольном питомнике оценили по 16 морфометрическим признакам корневой системы. Максимальная масса сухих корней одного растения отмечена у линии № 363 (0,72 г), что на уровне стандарта Отрастающая 38 (0,68 г) при НСР 0,05 = 0,21. Масса сухих корней 1 растения на уровне стандарта (различия в пределах НСР) отмечена также у иностранных образцов многолет-

ней пшеницы № 235а, Taf46 и линий №367, 370, 371, 375 и 376. По наиболее важным признакам – суммарная длина корней, площадь корней, объем, число кончиков и корешков только линия многолетней пшеницы № 376 по отдельным признакам была на уровне или превосходила стандарт Отрастающая 38.

По признакам, сопряженным с эффективностью фотосинтеза выделены линии многолетней пшеницы № 358 (Отрастающая 38 / ORH01008512*AgriPRo-Palomino-1), 359 (Отрастающая 38 / CO13D1299), 360 (Отрастающая 38 / CO13D1300), 361 (Отрастающая 38 / CO13D1301), 381 (Taf 46 /GRK/CTY... // PGO), которые имели более высокие показатели эффективности фотосинтеза и урожайности. Эти линии представляют научный и практический интерес для селекции. В период цветения растений многолетней пшеницы проведён учет урожайности вегетативной массы. Среднее значение вегетативной массы у сортов и линий в контрольном питомнике равно 432,2 ц/га. Максимальное значение составило 553,0 ц/га у линии № 377, достоверно больше, в сравнении со стандартом Отрастающая 38 (330,4 ц/га) и лучшим образцом международной коллекции TAF 46 (441,7 ц/га). 23 линии имели достоверно большее значение вегетативной массы, чем у Отрастающей 38, что свидетельствует о перспективности созданного материала для использования на зеленый корм и на сено.

Предварительные результаты по качеству сена первого года исследований свидетельствуют, что сено, отдельных линий многолетней пшеницы, в целом, имеет хорошее качество и в перспективе может использоваться для решения задач кормопроизводства в животноводческих предприятиях АПК Западно-Сибирского региона. Анализ морфометрических показателей и компонентов продуктивности растений многолетней пшеницы показывает, что линии, созданные скрещиванием многолетней пшеницы с озимой в целом имели достоверно большую продуктивную кустистость растений, по массе 1000 зерен 4 линии достоверно превысили стандартный сорт Отрастающая 38 (27,1 г.): №358 (30,5г); №359 (28,2); №380 (28,3) и 383(28,0). Коэффициент корреляции между массой 1000 зерен и урожайностью был высоким ($r = 0,73$; $p < 0,05$), следовательно, отбор на повышение массы 1000 зёрен у многолетней пшеницы будет способствовать повышению урожайности создаваемых сортов.

После уборки урожая в контрольном питомнике произошло новое отрастание растений на убранных делянках каждой линии. Урожайность отросшей вегетативной массы 5 линий достоверно была выше, чем у стандарта Отрастающая 38 (90,2 ц/га), лучшие из них №373 (125,1 ц/ га) и № 376 (121,9 ц/ га). Отрастающие линии многолетней пшеницы имеют перспективу включения в кормовой конвейер для животноводства.

По результатам анализа морфометрических показателей и элементов продуктивности растений в популяциях международной коллекции пырея среднего выделены по 2 лучших биотипа для оценки по потомству. Одним

из важнейших критериев отбора был показатель массы 1000 зерен. Данный показатель варьировал от 8,1 г у популяции №14-3 до 18,6 г у образца №16-1 отобранной из омской популяции пырея сизого, которая была посеяна в питомнике международной коллекции. Выделен биотип из образца США №6-3 со значением массы 1000 зерен был равным 16,5 г.

Выводы:

1. В перспективе созданные линии многолетней пшеницы необходимо дополнительно скрещивать с короткостебельными сортами озимой пшеницы и снижать высоту растений для повышения их устойчивости к полеганию. Коэффициент корреляции между баллом устойчивости к полеганию и урожайностью имел среднее значение ($r = 0,47$; $p < 0,05$).

2. Выявлена высокая положительная связь между урожайностью зерна и массой 1000 зерен у линий многолетней пшеницы ($r = 0,73$; $p < 0,05$). Для повышения эффективности селекции на урожайность целесообразно проводить отбор исходного материала в гибридных популяциях и селекционных питомниках по массе 1000 зерен.

3. По комплексу положительных признаков в контрольном питомнике для дальнейшего испытания были отобраны 17 лучших линий многолетней пшеницы и посеяны в питомнике предварительного испытания (ПСИ).

4. Отобраны биотипы пырея с повышенной массой 1000 зерен (из российской популяции биотип №16-1 до 18,6 г и из популяции США биотип №6-3 со значением массы 1000 зерен 16,5 г.) и хорошей вымолачиваемостью зерна из колосьев. Отобранные биотипы представляют значительный интерес для практической селекции на повышение урожайности зерна и технологичности возделывания в условиях Западной Сибири.

Благодарность. Исследования проведены при поддержке Российского научного фонда (соглашение № 25-16-20042 от 17.04.2025 г.).

Литература

1 Морфобиологические и хозяйственно ценные особенности образцов из современной коллекции трититригии (xTrititrigia cziczinii Tzvel.) ГБС РАН / С.В. Завгородний [и др.] // Овощи России. – 2022. – № 2. – С. 10–14. DOI: 10.18619/2072-9146-2022-2-10-14.

2 Perennial Grains in Russia: History, Status, and Perspectives / A. Morgounov [et al.] // Crops. – 2025. – Vol. 5. – Article number: 46. DOI: 10.3390/crops5040046.

3 'MN-Clearwater', the first food-grade intermediate wheatgrass (Kernza perennial grain) cultivar / P. Bajgain [et al.] // Journal of Plant Registrations. – 2020. – Vol. 14. – No. 3. – P. 288-297. DOI: 10.1002/plr2.20042.

4 The performance of Early-Generation Perennial Winter Cereals at 21 Sites

across Four Continents / R. Hayes [et al.] // Sustainability. – 2018. – Vol. 10 (4). – Article number: 1124. DOI: 10.3390/su10041124.

5 Крупнозерный сорт пырея сизого (Thinopyrum intermedium) Сова как альтернатива многолетней пшенице / В.П. Шаманин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – № 3. – С. 450–464. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.3.450rus.

6 Roadmap for accelerated domestication of an emerging perennial grain crop / L. DeHaan [et al.] // Trends Plant Sci. – 2020. – Vol. 25 (6). – P. 525–537. DOI: 10.1016/j.tplants.2020.02.004.

7 Perenniality and diversity drive output stability and resilience in a 260-year cropping systems experiment / G.R. Sanford // Field Crops Res. – 2021. – Article number: 263. DOI: 10.1016/j.fcr.2021.108071.

8 Методические указания. Изучение коллекции пшеницы. Под ред. В.Ф. Дорофеева. Л.: ВИР, 1985. – 27 с.

9 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 633.11:631.523

ХАРАКТЕР НАСЛЕДОВАНИЯ МАССЫ 1000 ЗЕРЕН ГИБРИДОВ F1 ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Шелаева Т.В., Джазина Д.М., Саянов А.Т., Ахметов Б.С.

п. Научный, Казахстан

«Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева»

Введение. Северный Казахстан является основным экспортным поставщиком зерна яровой пшеницы. В Казахстане урожайность сильно подвержена изменчивости, на ее величину влияет распределение осадков в течение вегетационного периода [1]. Для повышения продуктивности и стабильности урожаев яровой пшеницы значительную роль играет вклад каждого отдельного структурного компонента в общую продуктивность. [2].

При создании сорта яровой мягкой пшеницы большая роль отводится исходному материалу. Он должен быть представлен многообразием форм. В рекомбинационной селекции родительские сорта должны обладать комплексом хозяйственно ценных признаков и высоким качеством зерна [3].

Гибридизация является основным методом создания исходного материала. Немаловажное значение уделяется для получения успешного применения этого метода – знание закономерностей наследования признаков, и прежде всего, хозяйственно важных. Характер наследования основных элементов структуры урожайности позволяет судить о характере фенотипического проявления признака гибридов F1 по отношению к родительским формам. Одними из элементов продуктивности растений является масса 1000 зерен и этому признаку уделяется большое внимание.

Масса 1000 зерен определяемый признак, который зависит от климатических факторов, складывающихся в период налива и созревания зерна, находящихся во взаимодействии с окружающей средой [4]. Установлено, что крупные зерна имеют большую устойчивость в сравнении с озерненностью колоса, имеет низкий размах варьирования, что позволяет вести отбор по данному признаку [5]. Исследованиями ряда авторов установлено, что характер наследования крупности зерна может быть разным. Одни считают, что он может быть промежуточным характером наследования [6]. Другие указывают на наследования от сверхдоминирования до депрессии [7]. Третьи отмечают проявления гетерозиса или доминирования лучшего родителя [8].

Новизна исследований. Необходимо изучить характер наследования признака массы 1000 зерен у гибридов и их родителей в конкретных условиях.

Цель и задача. Цель исследований – определить характер наследования «массы 1000 зерен» у гибридов первого поколения яровой мягкой пшеницы в условиях Акмолинской области.

В задачу исследований входило изучение родительских форм и гибридов по массе 1000 зерен.

Материал и методика. Полевые исследования провели в лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева», который находится в Акмолинской области в подзоне засушливой степи на южном карбонатном черноземе. В 2022 г были проведены прямые и обратные скрещивания и создано 12 межсортовых гибридных комбинации. Полученные гибриды, в 2023 году посеяли совместно с родительскими формами. Опыт полевой однофакторный, без повторений, закладывался вручную по одному рядку, по схеме P♀, F1, P♂, в каждом рядке по 25 зерен, расстояние между рядками 20 см. Структурный анализ проводили всех растений и определяли массу 1000 зерен. Исследования провели в соответствии с общепринятыми методиками.

Вегетационный период яровой пшеницы в 2023 г характеризовался как острозасушливый (ГТК=0,2). Всего за июнь, июль и август выпало 36,5 мм осадков, что на 99,8 мм ниже среднемноголетней нормы -136,3 мм. Среднемесячная температура за вегетационный период составила 21,1 о С, что находилась выше среднемноголетней нормы на 2,60 С.

Таким образам, в течении вегетационного периода наблюдалась жаркая и острозасушливая погода, что не способствовало формированию высокого урожая и развитию болезней.

Статистическая обработка результатов исследований выполнили вариационным методом. Степень доминирования рассчитали по формуле А. Густафссона и И. Дормлинг, на ее основе определили характер наследования по шкале, разработанной Р.А. Цильке [9].

$$D = \frac{XF1 - XPmin}{XPmax - XPmin} x100$$

где D – степень доминирования, %

XF1 – среднее значение признака у гибрида

XPmin - - среднее значение признака у родителя с меньшим выражением признака

XPmax - среднее значение признака с большим выражением признака

Характеристика степени доминирования, исходя из следующего значения:

СД – сверхдоминирование)

ПДБ – полное доминирование признака родителя с большей выраженностью признака ()

НДБ – неполное доминирование родителя с большей выраженностью признака ()

ЧДБ – частичное доминирование родителя с большей выраженностью признака ()

ПН – промежуточное наследование ()

ЧДМ - частичное доминирование родителя с меньшей выраженностью признака ()

НДМ - неполное доминирование родителя с меньшей выраженностью признака ()

ПДМ - полное доминирование родителя с меньшей выраженностью признака ()

Д – среднее значение признака гибрида ниже, чем у родителя с меньшей выраженностью признака – депрессия ()

Результаты исследований. Один из элемента продуктивности является крупность зерна и этому признаку в селекции уделяется большое внимание. У изучаемых сортов и гибридов масса 1000 зерен в среднем изменялась в пределах от16,9 до 41,5 г (таблица 1), коэффициент вариации (V) по данному признаку варьировал у родителей от 13,1 до 18,5 %, у гибридов - 19,8% при среднем значении 17,0%.

Масса 1000 зерен в среднем по опыту у гибридов была выше, чем у их родительских форм на 1,3 г. Наиболее крупное зерно сформировал гибрид Шортандинская 95 улучшенная х Омская 36 (41,2 г). На уровне показателя данного гибрида была масса 1000 зерен еще у 2 образцов: Шортандинская 95 улучшенная х Таймас (39,7 г); Омская 36 х Шортандинская 95 улучшенная (39,8 г). Остальные гибриды уступили лучшему на 3,3 - 24,3 г (при стандартном отклонении σ = 5,8).

Таблица 1 - Масса 1000 зерен и характер наследования у гибридов F1

Комбинации скрещиваний	Масса 1000 зерен, г			Степень доминирования, %	Характер наследования
	F1	P ♀	P ♂		
Татьяна х Лиза	16,9	24,0	28,6	-154,3	Д
Лиза х Татьяна	33,2	29,2	27,1	290,5	СД
Татьяна х Омская 36	26,1	23,4	29,7	42,8	ЧДМ
Омская 36 х Татьяна	35,4	38,4	27,7	71,9	ЧДБ
Шортандинская 95 улучшенная х Лиза	37,9	37,0	30,3	113,4	СД

Продолжение таблицы 1

Лиза х Шортандинская 95 улучшенная	32,7	30,3	39,5	26,1	ЧДМ
Шортандинская 95 улучшенная х Таймас	39,7	41,5	32,5	80	НДБ
Таймас х Шортандинская 95 улучшенная	37,0	34,4	38,0	72,2	ЧДБ
Шортандинская 95 улучшенная х Омская 36	41,2	39,4	36,2	156,2	СД
Омская 36 х Шортандинская 95 улучшенная	39,8	38,3	35,2	148,4	СД
Омская 36 х Уралосибирская	37,4	29,2	37,4	100	ПДБ
Уралосибирская х Омская 36	36,2	36,1	31,8	102,3	СД
Средняя	34,4	33,1			
Коэффициент вариации (V%)	17,0				
Стандартное отклонение (σ)	5,8				

Исходный материал различался по крупности зерен и характеру наследования. Степень доминирования признака (D) варьировала от -154,3% до 290,5%. Гибриды по массе 1000 зерен в основном 42% (5 шт. из 12шт.) занимали сверхдоминирование, они были лучше своих родительских форм, D =102,3 -290,5%. По признаку полное доминирование лучшего родителя (ПДБ) проявил себя один гибрид Омская 36 х Уралосибирская, D=100%. Неполное доминирование лучшей родительской формы (НДБ) так же показал один гибрид Шортандинская 95 улучшенная х Таймас, D=80%. По 17% (по 2 шт. из 12 шт.) занимали частичное доминирование лучшего родителя (ЧДБ), D=71,9-72,2 % и частичное доминирование худшего родителя (ЧДМ), D=26,1-42,8 %. Следует обратить внимание на гибрид с участием сортов Татьяна и Лиза, когда результат в прямом и обратном скрещивании был прямо противоположным – от депрессии D = -154,3% до сверхдоминирования, когда коэффициент был наибольшим D = 290,5%.

Выводы. В результате наших исследований массы 1000 зерен гибридов первого поколения и их родительских форм, выращенных в Акмолинской области, показали среднюю степень изменчивости параметров. Характер наследования данного признака был неоднозначен, варьировал от сверхдоминирования до депрессии. Преобладали гибриды со сверхдоминированием. Выявлены гибридные комбинации с наибольшим показателем коэффициента доминирования, представляющие ценность для дальнейшей селекционной работы: Лиза х Татьяна, Шортандинская 95 улучшенная х Омская 36, Омская 36 х Шортандинская 95 улучшенная, Шортандинская 95 улучшенная х Лиза.

Литература

1. Бабкенов А.Т., Шелаева Т.В., Каиржанов Е.К., Джазина Д.М., Саянов А.Т. Перспективные линии яровой мягкой пшеницы, адаптированные к условиям Северного Казахстана // Интенсивное земледелие и селекция сельскохозяйственных растений на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам: Международная научно-практическая конференции, посвященной 65-летию НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева. – Шортанд. - 2021. – С. 200 – 203.

2. Цильке Р.А., Сапега В.А. Урожайность и элементы ее структуры у районированных сортов яровой пшеницы в Северном Казахстане // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1993. - №1. – С. 26 – 33.

3. Бороданенко А.И., Андрияш Н.В., Никифорова Н.Ф. Технологические свойства зерна скороспелых образцов мягкой озимой пшеницы // Труды / ВИР. – 1989.- Выпуск 189.- Т.1.- С.42-45.

4. Капко Т.Н. Изменчивость и наследование массы 1000 зерен у сортов и гибридов пшеницы мягкой яровой в топкроссных скрещиваниях /Генофонд и селекция растений. Новосибирск. - 2013. -Т.1. – С. 212 – 218.

5. Таранова Т.Ю., Демина Е.А., Роменская С.Е., Кинчаров А.И. Изменение крупности зерна перспективных линий и сортов яровой мягкой пшеницы // Весник КрасГАУ. – 2024. - №1 (200). – С. 33-40.

6. Стрижева Ф.М., Беленинова Л.В. Роль сортовых особенностей яровой мягкой пшеницы в формировании признака «масса 1000 зерен» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. -№4(90). - С. 19-20.

7. Москаленко В.М. Изменчивость и наследование количественных признаков у эколого-отдаленных гибридов мягкой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири и Северного Казахстана: 06.0105 «Селекция и семеноводство»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук - Новосибирск. 2008. -18с.

8. Сыздыкова Г.Т., Айдарбекова Т.Ж., Федоренко Е.Н., Литовченко Ж.И. Оценка и отбор селекционных генотипов яровой мягкой пшеницы в условиях степной зоны Северо-Казахстанской области // Наука и образование. - 2022. - №1-2(66). С. 57-67.

9. Цильке Р.А. Прикладная генетика: курс лекций / Новосибирский ГАУ. – Новосибирск. 2007. – С.120-121.

УДК 633/635: 631.52

ВЛИЯНИЕ БОТАНИЧЕСКИХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ГИБРИДНЫХ ЛИНИЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Г.М. ЮСИФОВА

г. Баку, Азербайджан

«Научно-Исследовательский Институт Земледелия»

В статье представлены результаты изучения показателей качества зерна гибридных линий мягкой пшеницы F3 поколения, полученных от скрещивания сортов Матин (*lutescens*) и Аскеран (*graecum*). Цель исследования заключалась в выявлении взаимосвязи между ботаническими разновидностями и основными технологическими показателями качества зерна.

Полевые и лабораторные исследования проводились в НИИ Земледелия. Оценивались масса 1000 зерен, стекловидность, содержание белка и глютена, индекс деформации глютена и седиментация. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программы SPSS 16.

Результаты показали значительное влияние ботанической разновидности на качество зерна. Установлено, что *lutescens* и *erythrospermum* характеризуются более высокими показателями хлебопекарных свойств, в частности по седиментации. У разновидности *graecum* масса 1000 зерен была значительно выше по сравнению с другими ботаническими разновидностями.

Ключевые слова: мягкая пшеница, гибридная линия, *ботаническая разновидность*, качество зерна

Введение. Пшеница, являясь важной частью рациона большинства населения мира, занимает значительное место в мировой торговле. По своим качественным характеристикам она считается одной из наиболее ценных зерновых культур [13]. Благодаря богатому химическому составу зерна и уникальным технологическим свойствам пшеница является основной продовольственной культурой [5].

Зерно пшеницы богато белками, пищевыми волокнами, жирами, а также минеральными веществами (P, K, Ca, Mg), витаминами группы B и другими биологически активными компонентами [11].

Урожайность и качество зерна пшеницы определяются рядом факторов, включая генотип (сорт), почвенно - климатические условия и применяемые агротехнологии, а также их взаимодействие [4, 6-10, 12, 14].

Новизна исследований. Выявлена зависимость показателей качества зерна гибридных линий мягкой пшеницы F3 от их ботанической разновидности.

Цель и задачи. Целью проведения исследования было изучение взаимосвязи между ботаническими разновидностями гибридных линий мягкой пшеницы и показателями качества зерна.

Материалы и методы. В качестве исследовательского материала использованы гибридные линии F3 поколения, полученные от скрещивания местных сортов мягкой пшеницы - Матин *(lutescens)*, Аскеран *(greacum)*. Полевые опыты и анализ показателей качества зерна проводили в НИИ Земледелия.

Масса 1000 зерен определялась с помощью прибора Numigral, а стекловидность — с использованием диафаноскопа. Общее содержание азота и белка в зерне определяли определяли модифицированным микрометодом Кьельдаля с использованием прибора FOSS KjeltecTM 8200 Auto Ditillation Unit. Для пересчета полученного содержания азота в содержание белка применяли коэффициент (N × 5,71) [3].

Содержание клейковины в зерне определяли путем отмывания теста, приготовленного из 25 г цельнозерновой муки (шрота), под непрерывной струей воды при температуре 18 ± 2 °С с последующим определением его массы [1].

Индекс деформации клейковины (ИДК) определяли с использованием прибора ИДК-3М. Показатель седиментации определяли по методу А. Я. Пумпянского [2].

Для каждой исследованной комбинации показатели качества зерна у разновидностей, проявивших расщепление, определяли в четырех повторностях; полученные результаты результаты суммировали с последующим вычислением среднего значения.

Статистические анализы проводился с использованием программы SPSS 16. Для оценки взаимосвязи между компонентами глиадина и показателями качества применялся t-критерий Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Сорт Матин, взятый в качестве родительской формы, относится к разновидности *lutescens* (безостый белый колос, красное зерно), а сорт Аскеран — к разновидности *graecum* (остистый белый колос, белое зерно). Гибридные линии, полученные в результате их скрещивания, дали расщепление на разновидности *lutescens, graecum, erythrospermum* (остистый белый колос, красное зерно) и *aureum* (безостый белый колос, белое зерно).

Гибридные комбинации F3 поколения были сгруппированы по ботаническим разновидностям. Показатели качества зерна были проанализированы и сравнены по группам (таблица).

Таблица - Показатели качества линий комбинации Матин × Аскеран

Комбинации	Разновидность	масса 1000 зерен, г	стекловидность, %	белок, %	глютен,%	ИДГ, п.п.	седиментация, мл
		Средний показатель					
Матин × Аскеран	graecum	55,8	70,1	12,1	36,3	94,7	34,8
Матин× Аскеран	lutescens	44,8	80,3	14,4	37,2	80,0	40,1
	Разница	+11,0***	-10,2***	-2,3***	-0,9*	14,7***	-5,3***
Матин × Аскеран	graecum	55,8	70,1	12,1	36,3	94,7	34,8
Матин × Аскеран	erythrospermum	46,4	80,2	13,6	36,7	82,0	39,8
	Разница	+9,4***	-10,1***	-1,5***	-0,4	+12,7***	-5,0***
Матин × Аскеран	graecum	55,8	70,1	12,1	36,3	94,7	34,8
Матин × Аскеран	aureum	43,7	70,7	14,2	38,8	72,2	35,1
	Разница	+12,1***	-0,6**	-2,1***	-2,5***	+22,5***	-0,3
Матин × Аскеран	erythrospermum	46,4	80,2	13,6	36,7	82,0	39,8
Матин × Аскеран	lutescens	44,8	80,3	14,4	37,2	80,0	40,1
	Разница	+1,6***	-0,1	-0,8**	-0,5	+2,0	-0,3
Матин× Аскеран	erythrospermum	46,4	80,2	13,6	36,7	82,0	39,8
Матин × Аскеран	aureum	43,7	70,7	14,2	38,8	72,2	35,1
	Разница	+2,7***	+9,5***	-0,6*	-2,1**	+9,8***	+4,7***
Матин × Аскеран	lutescens	44,8	80,3	14,4	37,2	80,0	40,1
Матин × Аскеран	aureum	43,7	70,7	14,2	38,8	72,2	35,1
	Разница	+1,1***	+9,6***	+0,2	-1,6**	+7,8**	+5,0***

*Примечание: полученные значения статистически значимы при уровнях значимости *p < 0,05; **p < 0,01; *p < 0,001.*

Как видно из таблицы, масса 1000 зерен была наибольшей у разновидности *graecum* (55,8 г), и разница по сравнению с другими разновидностями статистически значима (***). Наименьшее значение было отмечено у разновидности *aureum* (43,7 г).

Селективность важный параметр, влияющими на выход и качество муки при помоле пшеницы с низкой степенью экстракции, и широко используются для оценки устойчивости зерна к помолу в мукомольной промышленности [6].

Стекловидность зерна пшеницы зависит от сорта (генотипа), года выращивания, условий земледелия и их взаимодействия [10].

Стекловидные зерна характеризуются более плотным эндоспермом и несколько меньшим содержанием белка по сравнению с мучнистыми зернами, поэтому их измельчение требует больше энергии. Однако на заключительных стадиях помола из них получают больший выход муки. Такая мука отличается низким содержанием золы и более светлой окраской. Этот

показатель связан с химическим составом зерна, прежде всего с содержанием белков и крахмала [6].

Обычно мягкие сорта пшеницы имеют хорошее хлебопекарное качество при стекловидности зерна около 60%. При стекловидности выше 60% тесто теряет способность к подъему, и объем хлеба уменьшается. Из этого следует, что стекловидность 70% является более предпочтительной, чем 80%. Стекловидность 80% и выше считается удовлетворительной для твердых разновидностей пшеницы [1].

Среди изученных разновидностей пшеницы разновидности *lutescens* и *erythrospermum* (80,3–80,2%) характеризовались наибольшей стекловидностью зерна. У разновидностей *graecum* и *aureum* этот показатель был ниже (70,1; 70,7%).

Наибольшее содержание белка наблюдалось у разновидностей *lutescens* (14,4%) и *aureum* (14,2%).

Хотя разновидность *aureum* (38,8%; 72,2 п.п) отличалась от других по содержанию и качеству глютена, наибольший показатель седиментации был отмечен у разновидностей *lutescens* (40,1 мл) и *erythrospermum* (39,8 мл). Следовательно, разновидности lutescens и *erythrospermum* характеризуются более высокими хлебопекарными качествами.

Заключение. Таким образом, на основе анализа качественных показателей разновидностей, полученных при расщеплении гибридной комбинации Матин × Аскеран, можно заключить, что разновидности lutescens и erythrospermum отличались более высокими хлебопекарными качествами, тогда как graecum — большей массой зерна.

Литература

1. Методические рекомендации по оценке качества зерна / ВАСХНИЛ, Научный Совет по качеству зерна. -Москва: [н.п.], -1977. 172 с.

2. Нецветаев, В.П., Лютенко, О.В., Пащенко, Л.С., Попкова, Н.Н. Методы седиментации и оценка качества клейковины мягкой пшеницы // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки / Белгород, 2009. С. 56- 64.

3. Плешков, Б. П. (1976). Практикум по биохимии растений. Москва: Колос.

4. Aula, L.; Easterly, A.C.; Creech, C.F. Winter Wheat Seeding Decisions for Improved Grain Yield and Yield Components. Agronomy 2022, 12, 3061. [Google Scholar] [CrossRef]

5. Biel, W.; Kazimierska, K.; Bashutska, U. Nutritional value of wheat, triticale, barley and oat grains. Acta Sci. Pol. Zootech. 2020, 19, 19–28. (In Polish) [Google Scholar] [CrossRef]

6. Cacak-Pietrzak, G. The use of wheat in various branches of the food industry—Technological requirements. Prz. Zboż. Młyn. 2008, 52, 11–13. (In Polish) [Google Scholar]

7. Dziki, D.; Cacak-Pietrzak, G.; Gawlik-Dziki, U.; Swieca, M.; Miś, A.; Różyło, R.; Jończyk, K. Physicochemical properties and milling characteristics of spring wheat from different farming systems. J. Agric. Sci. Technol. 2017, 19, 1253–1266. Available online: https://jast.modares.ac.ir/article-23-7491-en.html (accessed on 19 January 2023).

8. Gawęda, D.; Haliniarz, M. Grain Yield and Quality of Winter Wheat Depending on Previous Crop and Tillage System. Agriculture 2021, 11, 133. [Google Scholar] [CrossRef]

9. Minhas, W. A.; Mehboob, N.; Yahya, M.; Rehman, H.U.; Farooq, S.; Hussain, M. The Influence of Different Crop Mulches on Weed Infestation, Soil Properties and Productivity of Wheat under Conventional and Conservation Production Systems. Plants 2023, 12, 9. [Google Scholar] [CrossRef]

10. Mitura, K., Cacak-Pietrzak, G., Feledyn-Szewczyk, B., Szablewski, T., & Studnicki, M. (2023). Yield and grain quality of common wheat (Triticum aestivum L.) depending on the different farming systems (organic vs. integrated vs. conventional). Plants, 12(5), 1022.

11. Shewry, P. R.; Hey, S.J. The contribution of wheat to human diet and health. Food Energy Secur. 2015, 4, 178–202. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

12. Sułek, A.; Cacak-Pietrzak, G.; Wyzinska, M.; Nieróbca, A. Influence of nitrogen fertilization on the yields and grain quality of winter wheat under different environmental conditions. Int. J. Agric. Biol. Eng. 2019, 13, 127–133. [Google Scholar]

13. Uthayakumaran, S., & Wrigley, C. (2017). Wheat: grain-quality characteristics and management of quality requirements. In Cereal grains (pp. 91-134). Woodhead Publishing.

14. Yousefian, M.; Shahbazi, F.; Hamidian, K. Crop Yield and Physicochemical Properties of Wheat Grains as Affected by Tillage Systems. Sustainability 2021, 13, 4781. [Google Scholar] [CrossRef]

УДК: 633.11:631.52:581.5

СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ ИТАЛИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.

В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов

г. Омск, Россия

«Омский аграрный научный центр»

Твердая пшеница незаменимое сырье для изготовления макаронных изделий, а в странах Северной Африки и на Ближнем Востоке это важный ингредиент для кускуса и булгура. Макаронные изделия являются одним из наиболее доступных продуктов питания для всех слоев населения [1,2].

В России традиционно основными регионами производства высококачественного зерна яровой твердой пшеницы являются: Алтайский Край, Южный Урал, Поволжье. Западная Сибирь также является территорией эффективного производства высококачественного продовольственного зерна яровой твердой пшеницы. В Омской области основная часть посевных площадей твердой пшеницы расположена в зоне степи и южной лесостепи. Здесь сложности для ее выращивания создают ранневесенняя и раннелетняя засухи, пониженная температура и избыточное увлажнение в период созревания и уборки, ранние осенние заморозки и др. Различия метеоусловий вегетационных периодов приводят к тому, что сорта не одинаково реагируют на них, показывая разную адаптивность и качество зерна.

Селекция, наряду с совершенствованием технологий возделывания твердой пшеницы в регионе, является биологическим фактором стабилизации продукционных процессов и качества получаемой конечной продукции – макаронных изделий и круп. Эти задачи, стоящие перед селекционерами, невозможно решить без увеличения генетического разнообразия привлекаемого в селекцию исходного материала. Актуально изучение и включение в скрещивания наиболее ценных образцов твердой пшеницы из мировых центров генетических ресурсов, продуцирующих наиболее близкий по адаптивности к условиям Сибири селекционный материал [3].

Материалы и методы. Изучаемый генофонд был представлен 23 образцами из Италии, а также для сравнения изучались 9 генотипов Омского АНЦ (3 стандарта - Омская янтарная, Жемчужина Сибири, Омский изумруд, 3 новых сорта (Омский малахит, Омский топаз, Фортуна 24) и 3 перспективные линии). Полевые опыты были заложены 2022-2025 гг. по пару в

специализированном селекционном севообороте в полном соответствии с требованиями и рекомендациями [4]. Срок посева 14–15 мая, норма высева – 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Оценка материала по качеству зерна и макарон была проведена в лаборатории качества Омского АНЦ [5]. Эффекты аддитивных и мультипликативных взаимодействий (AMMI анализ) определяли по R. W. Zobel и др. [6,7,8], 7,8 рассчитывали уровень фенотипической стабильности генотипов (ASV) и индекс стабильности взаимодействия (YSI). Анализ главных компонент (Principal component analysis – PCA) был проведен с помощью пакета R version 4.3.3.

За время исследований наблюдалась значительная контрастность погодных условий (рисунок 1)

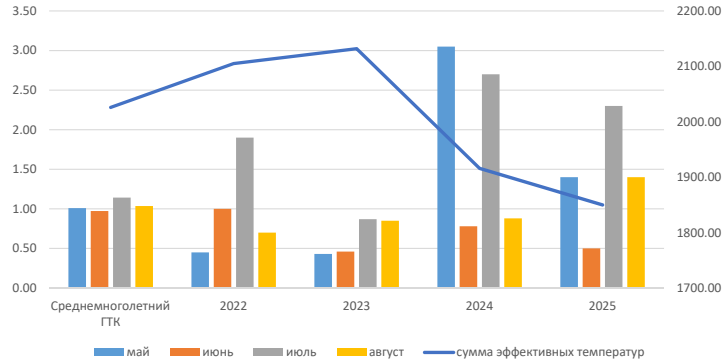


Рисунок 1 - Характеристика метеорологических условий в вегетационные периоды твердой яровой пшеницы

В 2022 гг. наблюдалась повышенная температура и недобор осадков в течение вегетационного периода, а в 2024 и 2025 г. чрезмерными ливневыми осадками и недобором эффективных температур. Наиболее экстремальным был 2023г. Засуха наблюдалась в течение всего лета, основным лимитирующим фактором была почвенная засуха, вызванная дефицитом атмосферных осадков от всходов до начала налива зерна.

Результаты и обсуждение.

Продуктивность растений – основной показатель, характеризующий их генетический потенциал в естественных условиях произрастания. В среднем урожайность по Итальянским образцам составила 17,19 ц/га и изменялась от 10,16 до 24,52 ц/га, при урожайности стандартов: Жемчужина Сибири – 30,74 ц/га; Омская янтарная – 29,04 ц/га и Омский изумруд 25,43 ц/га, что на 30,0-50,0% выше (таблица 1). В тоже время условиях Поволжья продуктивность образцов российского происхождения была также выше, чем у иностранных, на 17,9% [9]. Перспективные линии и новые сорта сформи-

ровали урожайность 26,48-32,44 ц/га, выше стандартов урожайность была у линий: Горд.2019-3-1, Гор.2019-68-2, Горд.16-57-3. Главным направлением в производстве зерна твердой пшеницы должен стать отбор лучших сортов, которые были бы адаптивны и полнее использовали биоклиматический потенциал региона возделывания и обеспечивали конкурентоспособную продукцию на рынке.

В зарубежной практике, для получения информации о генотип-средовых взаимодействиях, очень широко используется метод (AMMI), сочетающий в себе дисперсионный анализ для расчета аддитивных эффектов и анализ главных компонент для мультипликативных, неаддитивных эффектов. По уровню фенотипической стабильности генотипов (ASV) выделились образцы: Arnacoris, Vitromax, Normanno, ISD17.

Таблица 1 – Показатели AMMI урожайности, качества и поражения стеблевой ржавчиной 2022-2025гг.

№	Образец	Ранги по параметрамы AMMI		Урожайность, ц/га	Цвет макарон, балл	Цвет шрота. ед	IG,%	Поражение стеблевой ржавчиной, %
		rASV	rYSI					
1	Ionio	13	15	20.09	3.0	25	45	80
2	Fauno	25	27	14.51	3.0	28	40	70
3	Odisseo	24	19	18.33	2.8	25	60	75
4	SPN 1	22	31	10.62	2.9	24	4	70
5	Radioso	7	30	11.14	2.9	22	42	70
6	Ciccio	19	24	16.15	2.8	23	62	50
7	Ancomarzio	18	13	21.32	2.9	22	47	60
8	Arnacoris	5	12	21.97	3.1	23	48	60
9	Vitromax	3	22	17.05	2.9	21	51	50
10	Dorato	16	14	21.24	2.8	22	88	70
11	Normanno	2	26	14.92	3.0	25	66	70
12	Usd232N	17	10	24.52	3.7	32	4	75
13	Usd142N	15	18	18.73	3.0	24	77	100
14	DLPM-54	10	23	16.69	3.0	25	5	100
15	Pietrofitia	32	16	19.90	3.1	27	55	100
16	G58272	8	11	22.38	3.0	25	71	100
17	G5863	11	17	18.91	3.0	23	70	100
18	N512	27	25	15.17	3.4	28	68	100
19	N513	21	29	12.76	3.3	29	52	100
20	Usd 63	29	21	17.66	3.0	22	64	100
21	ISD17	4	32	10.16	3.0	26	87	100
22	ISD 21	14	28	13.20	2.9	23	76	100
23	ISD22	20	20	18.08	3.1	25	81	100
24	Омская янтарная	12	5	29.04	3.4	25	10	100
25	Жемчужина Сибири	1	2	30.74	3.4	25	17	100

Продолжение таблицы 1

26	Омский изумруд	31	9	25.43	3.5	27	2	80
27	Омский малахит	26	7	28.29	3.6	25	51	60
28	Омский топаз	30	8	26.48	3.4	26	72	50
29	Фортуна24	23	6	29.03	3.4	26	73	80
30	Горд.2019-3-1	6	4	30.41	3.6	29	48	50
31	Гор.2019-68-2	9	3	30.71	3.7	29	50	60
32	Горд.16-57-3	28	1	32.44	3.2	23	98	10
	Среднее по Итальянским			17.19	3.0	25	55	83
	Среднее по стандартам			28.40	3.4	26	10	93
	Среднее по новым сортам и линиям Омского АНЦ			29.56	3.5	26	65	52

Меньшие значения rASV указывают на более стабильные генотипы. Наиболее стабильным в изученных условиях был стандарт Жемчужина Сибири.

По индексу стабильности взаимодействия (rYSI), который включает как среднее значение урожайности, так и стабильность в одном критерии выделяются: Горд.16-57-3, Жемчужина Сибири, Гор.2019-68-2, Горд.2019-3-1 и Омская янтарная. То есть наиболее стабильные и урожайные образцы — это стандарты и перспективные линии. Более наглядно это представлено на биплоте, который показывает средний (основной эффект) стабильности урожайности в среде (рисунок 2). Генотипы и среды, которые находятся параллельно линии ординаты, имеют одинаковою среднюю урожайность, а абсцисса показывает основные эффекты генотипов и среды. В нашем опыте самым неудачным годом был 2023, наиболее благоприятными годами для формирования урожайности были 2024 и 2025гг.

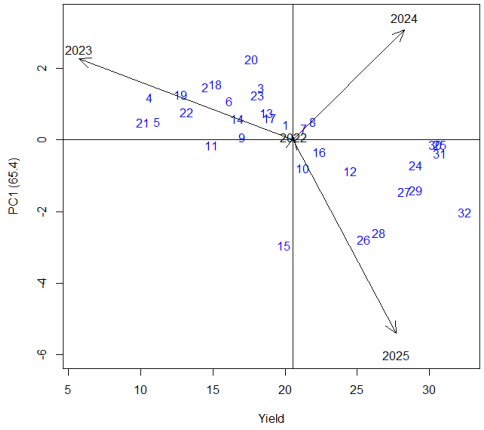


Рисунок 1 – AMMI биплот генотипов твердой пшеницы 2022-2025гг. (нумерация образцов, как в таблице 1)

Комплексная оценка различий изученных образцов по ключевым признакам, связанным с продуктивностью, устойчивостью к различным стрессовым факторам, а также качеством зерна представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Анализ главных компонент основных хозяйственно-ценных признаков яровой твердой пшеницы (2022-2025 гг.)
(нумерация образцов, как в таблице 1)

Результаты изучения основных показателей качества зерна у изучаемых образцов показали, что они отличаются по их выраженности. Цвет макарон, важный сортовой признак качества зерна твердой пшеницы, традиционно определяется визуально. В последние годы макаронные фабрики при приемке зерна на переработку стали использовать показатель цвет шрота или крупки, определяемый на приборе колориметр серии CR-410. В среднем по цвету макарон Итальянские образцы проигрывают стандартам и лучшим линиям Омского АНЦ. Среди них хорошим цветом обладают: Usd232N, N512 и N513 (табл.1). Внедрение Российскими переработчиками

высокотемпературной и сверхвысокотемпературной сушки макарон стало предъявлять дополнительные требования к качеству клейковины. Переработчикам потребовались сорта с более сильной и эластичной клейковиной. Оценить силу клейковины можно с помощью показателя индекса глютена (IG), и чем он выше, тем физически более сильная (прочная) клейковина. Почти все Итальянские образцы обладают средней или сильной клейковиной, особенно выделяются: Dorato, Usd142N, ISD17, ISD 21, ISD22. Слабая клейковина была характерна, прежде всего, для стандартов, потому что сила клейковины ранее не была включена в число критериев отбора, селекционная программа была в основном направлена на улучшение приспособляемости, урожайности и других показателей качества зерна и макарон. Перспективные линии и новые сорта показывают этот параметр уже близко к итальянским образцам.

Стеблевая ржавчина пшеницы, вызываемая биотрофным грибом *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Eriks. et Henn., – опасное заболевание, наносящее серьезный экономический ущерб возделыванию твердой пшеницы. Мониторинг развития возбудителя этой болезни показывает, что наблюдается сильное изменение расового состава, появляются более агрессивные биотипы. Поражение итальянской коллекции составило от 50 до 100%, меньше всего поражались: Ciccio и Vitromax (50%). поражение стандартов также высокое от 80 до 100% (табл.1), у новых сортов и линий варьирование поражения составило от 10 до 80%. Самая низкая степень поражения была у линии Горд.16-57-3.

Заключение. Таким образом, в результате комплексной оценки в условиях Омской области набора лучших сортов яровой твердой пшеницы Омского АНЦ и Итальянской коллекции различного происхождения выделены источники по хозяйственно-ценным показателям с различными эффектами взаимодействия генотипа и сред. Из всего многообразия селекционный интерес по качеству зерна в первую очередь представляют итальянские образцы: Arnacoris, Vitromax, Dorato, Normanno, Usd232N, N512, N513, ISD17, ISD22. Недостатком является то, что в условиях Западной Сибири они значительно уступают по адаптивности местным генотипам.

Литература

1. Martнnez-Moreno, F. Global Changes in Cultivated Area and Breeding Activities of Durum Wheat from 1800 to Date: A Historical Review. / F. Martнnez-Moreno, K. Ammar, I. Solнs, // Agronomy. – 2022. –Vol.12. – P. 1135.

2. Evdokimov, M. G. Promising genetic sources for the creation of varieties of durum spring wheat in Western Siberia / M. G. Evdokimov, V. S. Yusov, M. N. Kiryakova, L. V. Meshkova, I. V. Pakhotina, D. A. Glushakov // Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2022. – Vol. 26(7). – P. 609-621

3. Юсов, В. С. Исходный материал в селекции твердой яровой пшеницы для условий Западной Сибири / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов. – Омск: Омский аграрный научный центр, 2025. – 198 с. – EDN QJBQBQ.

4. Мережко, А.Ф. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, В.Е. Зуев. –– С.-Петербург: ВИР им. Н.И. Вавилова, 1997 – С. 59.

5. Пахотина, И.В. Система оценки качества зерна твердой пшеницы. монография/ И.В. Пахотина, Ю.В. Колмаков. Омск ООО ИЦП «Сфера»,2012. 128с

6. Zobel R.W., Wright M.J. and Gauch H.G. (1988) Statistical Analysis of a Yield Trial. Agronomy Journal, 80, 388-393. https://doi.org/10.2134/agronj 1988.00021962008000030002x

7. Hongyu, K. Statistical Analysis of Yield Trials by AMMI Analysis of Genotype × Environment Interaction./ K. Hongyu, M. Garcıa-Pena, L.B. de Araujo, C.T.S Dias. // Biometrical Letters, 2014.- 51.- 89-102. https://doi.org/10.2478/bile-2014-0007.

8. Кирьякова, М. Н. Оценка адаптивной способности и взаимодействий генотипа и среды перспективных линий яровой твердой пшеницы в условиях Омской области / М.Н. Кирьякова, В.С. Юсов, М.Г. Евдокимов. // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2022.- № (2).- С. 19–25. doi: 10.31677/2072672420226321925.

9. Мальчиков, П. Н. Урожайность, изменчивость и взаимосвязь признаков продуктивности коллекций иностранных и российских сортов яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье / П.Н. Мальчиков, М.Г. Мясникова, Т.В.Чахеева. // Достижения науки и техники АПК. 2025. -Т. 39. -№ 11.- С. 26–34. doi: 10.53859/02352451_2025_39_11_26.

УДК 633.13(581.14:518.19)

ОЦЕНКА И ОТБОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ОВСА ПО ФИЗИЧЕСКИМ И БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Юсова О.А., Решетникова Е.С.

г. Омск, Россия
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

Введение. Овёс *(Avena)* - одна из важнейших зерновых культур, широко используемая в пищевой промышленности, животноводстве и фармацевтике. Благодаря высокому содержанию белка, незаменимых аминокислот, пищевых волокон (в т.ч. βглюканов), витаминов группы В и минеральных веществ овёс обладает высокой питательной и диетической ценностью. Зерно овса служит сырьём для производства круп, хлопьев, муки, мюсли, а также кормовых добавок для сельскохозяйственных животных [1].

Несмотря на широкое использование зерна овса многоцелевого значения, посевные площади из года в год сокращаются. За период с 2016 г. по 2019 г. площади овса сократились на 315 тыс. га и составили лишь 2 545 тыс. га, хотя Российская Федерация является крупным производителем зерна культуры. За период 2016-2019 гг. урожайность зерна овса варьировалась от 17,3 ц/га (2016, 2018) до 19,6 ц/га (2017). В 2019 г. урожайность зерна овса составила 18,2 ц/га [2]. Овес способный усваивать труднорастворимые формы элементов питания, также выносliва климатической неустойчивости современного периода [3]. Ценность любой сельскохозяйственной культуры характеризуется составом сухого вещества, синтезируемого в процессе роста и развития растений. Сухое вещество овса состоит из 40% крахмала, 11-18% белка, 4-6,5% жира. В зерне овса содержится незаменимые аминокислоты, такие как триптофан, лизин, эфирные масла, камедь, каротин, витамин К, никотиновая и пантогеновая кислоты. Жир овса обладает высокой энергетической ценностью. Пищевые продукты овса хорошо усваивается организмом человека [4].

Новизна исследований: выделены новые перспективные сорта овса по качеству зерна, рекомендуемые для дальнейших исследований.

Цель и задачи исследования:

Цель исследования - провести комплексную оценку сортов овса по физическим и биохимическим показателям качества зерна и выделить наиболее перспективные образцы для дальнейшего использования в селекции и производстве.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ физических показателей зерна (масса 1000 зёрен, пленчатость) у различных сортов овса.

2. Определить биохимический состав зерна: содержание белка, жира, крахмала и клетчатки.

3. Выделить сорта овса, сочетающие высокие значения ключевых показателей качества.

Материал и методика:

Содержание белка (при фактической влажности, в пересчете на сухое вещество) определяли по методике М 04-20-2009 «Овёс. Определение белка и влажности методом спектроскопии в ближней инфракрасной области с использованием анализаторов «ИнфраЛюм ФТ»» по методу Кьельдаля для определения содержания белка в зерновых, фураже и грубых кормах; руководство по эксплуатации: полуавтоматическая установка для перегонки с паром VELP UDK 139. Содержание крахмала (в пересчете на сухое вещество) по ГОСТ 10845-98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала»; массовую долю сырого жира по методике «Определение общего жира в муке, хлебе, хлебопекарных изделиях и макаронах с предварительным кислотным гидролизом», руководство по эксплуатации SER 148 Экстракционный прибор для количественного выделения вещества из смеси органическим растворителем. Массовую долю сырой клетчатки – по ГОСТ 31675-2012 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации», разд. 5 - Метод определения содержания сырой клетчатки по Геннебергу и Штоману. Содержание пленчатости определяли по методике А.И. Ярмакова.

Согласно метеорологическим данным периода вегетации (рисунки 1, 2) температура мая, июня и сентября была значительно выше среднемноголетней (на 0,8...2,4 °С). В июле и августе средняя температура была ниже многолетней (на 0,5 и 0,2 °С соответственно). Недостаточное увлажнение отмечали в июне и сентябре (53 и 63,1 % от нормы). В мае, июле и августе количество выпавших осадков превышало среднемноголетнее (на 63,1...202 %).

Результаты исследований:

Плёнчатость - показатель, отражающий процентное содержание цветочных плёнок (мякинной оболочки) в зерне [5].

Средняя арифметическая плёнчатость зерна овса составляет 27,0%.

Образец Инермис 1194 является голозерным. Максимальная пленчатость 26,3 - 32,9% у отмечена 21 образца. Максимальное число образцов характеризуется пленчатостью зерна в интервале от 25,1 до 29,0%, таблица 1.

Показатель плёнчатости ниже стандарта (Орион), у таких сортов как: Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Уран, Памяти Богачкова, Фома, а также линий

Мутика 1210, Мутика 1213, Мутика 1225, Труженик 20-56, Мутика 1229, Труженик 22-190, Труженик 22-194, Инермис 1194 (-1,3...- 3,3% к st.).

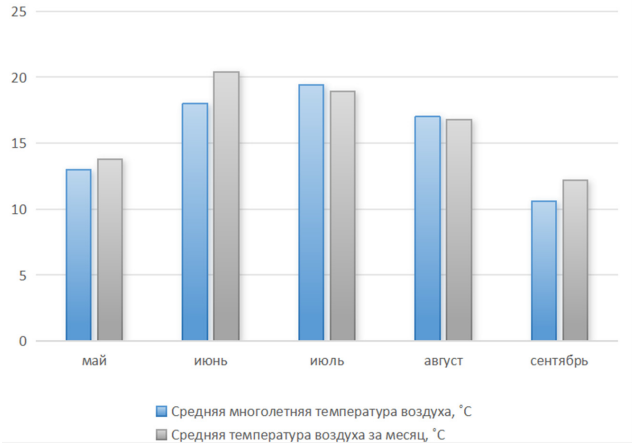


Рисунок 1 - Среднесуточная температура воздуха, °С

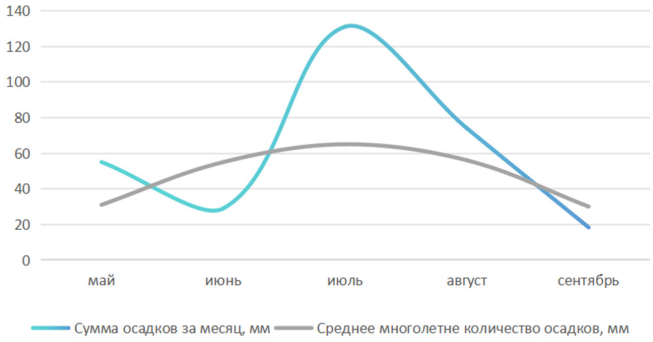


Рисунок 2 - Сумма осадков, мм

Масса 1000 зёрен - важный агрономический и технологический показатель, который отражает крупность и выполненность зёрен [6].

Среднее арифметическое массы 1000 зёрен овса составляет 37,2 г.

Минимальная масса 1000 зерен 30,32 - 34,91 г. наблюдается у 7 образцов, максимальная от 39,52 до 44,06 г. 6 образцов. Большинство образцов имеет массу 1000 зёрен от 36,0 до 38,3 г.

Превышают стандарт (Орион) по массе 1000 зерен Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Сибирский геркулес, Фома, Уран, Иртыш 22, Иртыш 33, Иртыш

34, а также линии Мутика 1210, Мутика 1213, Мутика 1231, Мутика 1232, Мутика 1233, Мутика 1238, Мутика 1229,Труженик 22-190, Труженик 22-194 (+0,6...+ 7,28 г. к st.).

Таблица 1 - Физические показатели зерна у различных сортов овса

Сорт	Пленчатость зерна, %	Масса 1000 зерен, г
Орион (ст-т)	27,9	36,58
Иртыш 13	26,5	37,18
Иртыш 21	25,9	36,70
Тарский 2	26,6	41,40
Уран	25,1	36,36
Памяти Богачкова	24,9	33,56
Сибирский геркулес	28,8	37,50
Омский геркулес	28,0	36,36
Мутика 1209	28,2	35,86
Мутика 1210	24,7	38,24
Мутика 1213	26,5	40,16
Фома	26,6	38,22
Мутика 1225	25,5	33,70
Мутика 1231	29,6	38,14
Мутика 1232	30,7	43,86
Мутика 1233	31,2	42,22
Мутика 1234	30,4	33,76
Тарич	30,4	35,08
Мутика 1238	31,6	41,02
Труженик 20-56	26,5	32,82
Урал	32,1	36,86
Иртыш 22	31,2	36,66
Иртыш 33	28,4	38,88
Иртыш 34	29,6	44,06
Мутика 1229	32,9	33,86
Ауреа 1229	26,1	39,08
Труженик 22-190	26,2	38,44
Труженик 22-194	24,8	37,62
Инермис 1194	0,0	30,32
Среднее по питомнику	27,0	37,2
НСР05	0,49	0,45

Белок - ключевой показатель пищевой и кормовой ценности. Овёс широко используется в питании человека и животных благодаря хорошей усвояемости белков, крахмала и витаминов [7].

В наших исследованиях содержание белка варьирует от 10,7 до 16,7%. Среднее арифметическое белка в зерне овса составляет 12,5%. В таблице 2 представлено содержание массовой доли белка в зерне овса относительно стандарта (Орион). Минимальное содержание белка, от 10,73 % до 12,72 %, наблюдается у 13 образцов, максимальное 16,7% у 1 образца. Большинство образцов содержит белка 12,1 - 12,9 %.

Превышают стандарт (Орион) по содержанию белка сорта: Иртыш 21, Иртыш 33, Сибирский геркулес, а также линии Мутика 1209, Мутика 1231, Инермис 1194 (+ 1,2...+ 4,0 % к st.).

Таблица 2 - Биохимический состав зерна

Сорт	Содержание белка, %	Содержание сырого жира, %	Содержание сырой клетчатки, %	Содержание крахмала, %
Орион (ст-т)	12,8	5,2	7,9	35,9
Иртыш 13	13,3	5,8	6,5	42,1
Иртыш 21	14,7	6,3	11,0	38,2
Тарский 2	12,9	5,4	7,6	41,3
Уран	12,9	5,7	5,5	40,1
Памяти Богачкова	12,3	5,1	6,5	35,0
Сибирский геркулес	14,1	5,6	8,5	42,9
Омский геркулес	12,8	5,5	6,4	42,0
Мутика 1209	14,4	6,5	6,3	43,4
Мутика 1210	12,8	5,0	5,6	41,5
Мутика 1213	13,1	5,5	7,0	34,8
Фома	13,4	6,2	7,4	43,1
Мутика 1225	12,5	5,3	4,8	43,7
Мутика 1231	14,7	6,2	10,2	40,3
Мутика 1232	11,9	5,4	6,9	36,9
Мутика 1233	11,8	5,6	6,3	41,8
Мутика 1234	12,3	5,5	7,1	40,8
Тарич	12,3	5,5	7,1	40,8
Мутика 1238	10,7	4,2	6,7	41,4
Труженик 20-56	11,7	5,8	8,5	40,8
Урал з/м	12,4	5,6	8,4	37,4
Иртыш 22	11,9	5,3	7,6	38,6
Иртыш 33	13,9	6,6	7,2	46,5
Иртыш 34	12,4	5,4	8,6	36,2
Мутика 1229	13,4	6,7	7,7	40,3
Ауреа 1229	12,1	5,5	7,7	37,8

Продолжение таблицы 2

Труженик 22-190	13,1	6,7	4,8	40,5
Труженик 22-194	13,4	6,8	4,6	40,9
Инермис 1194	16,7	6,4	1,7	44,9
Среднее	12,5	5,7	6,9	40,2
НСР05	0,9	0,4	0,3	0,8

Сырой жир зёрна овса - важный показатель пищевой и кормовой ценности. Он влияет на энергетическую ценность зерна, его технологические свойства и пригодность для определённых видов переработки [8].

Среднее арифметическое сырого жира зёрна овса составляет 5,7 %.

По результатам исследования минимальное содержание сырого жира от 4,18 % до 5,32 % наблюдается у 7 образцов, максимальное от 5,86 до 6,8 % у 9 образцов. Большинство образцов содержит сырого жира 5,5 - 5,9 %. Превышают стандарт (Орион) по данному показателю образцы: Иртыш 21, Фома, Иртыш 33, а также линии Мутика 1209, Мутика 1231, Мутика 1229, Труженик 22-190, Труженик 22-194, Инермис 1194 (+0,7...+ 1,1 % к st.).

Клетчатка - растительные пищевые волокна, входящие в разновидность сложных углеводов. Ценность вещества заключается в наличии некрахмалистых полисахаридов в составе и дополнительных полезных составляющих, доля которых зависит от основного растительного источника волокна: целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и пектинов. Овёс отличается относительно высоким содержанием клетчатки по сравнению с другими злаками [9].

Среднее арифметическое сырой клетчатки составляет 6,9 %. Минимальное содержание сырой клетчатки 1,68 - 5,42 % наблюдается у 4 образцов, максимальное содержание от 9,18 до 11,05 % у 2 образцов. Большинство образцов содержит сырой клетчатки от 6,3 до 7,5 %.

Показатели содержания сырой клетчатки ниже стандарта (Орион) отмечено у линий Мутика 1225, Мутика 1233, Труженик 22-190, Труженик 22-194, Инермис 1194 (-0,8...- 4,7% к st.).

Крахмал - один из ключевых компонентов зерна овса, который определяет его пищевую и кормовую ценность. Он служит запасным веществом, необходимым для прорастания семян, а также используется как энергетический материал при употреблении овса в пищу человеком и животными [].

Среднее арифметическое крахмала в зерне овса составляет 40,2 %. Минимальное содержание крахмала от 34,81 % до 38,7 % наблюдается у 5 образцов, максимальное содержание 42,7 - 46,5 % у 6 образцов, большинство образцов содержит крахмала от 39,1 до 41,2 %.

Превышают стандарт (Орион) по содержанию крахмала такие образцы как: Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Уран, Фома, Тарич, Иртыш 22, Иртыш 33,

Урал, Сибирский геркулес, Омский геркулес, Ауреа, а также линии Мутика 1209, Мутика 1210, Мутика 1225, Мутика 1231, Мутика 1233, Мутика 1234, Мутика 1238, Труженик 20-56, Мутика 1229, Труженик 22-190, Труженик 22-194, Инермис 1194 (+1,1...+ 10,2% к st.).

Выводы.

Результаты проведённых исследований позволяют рекомендовать к дальнейшему изучению следующие сорта и линии овса:

1. Сорт Иртыш 13 линии Труженик 22-190, Труженик 22-194 - демонстрируют повышенные показатели по комплексу характеристик: содержанию белка (13,3; 13,1; 13,4 %), сырого жира (5,8; 6,7; 6,8 %), сырой клетчатки (4,6; 4,8; 6,5 %), уровню плёнчатости (24,8; 26,2; 26,5 %), содержанию крахмала (40,5; 40,9; 42,1 %) и массе 1000 зёрен (37,18; 37,62; 38,44 %).

2. Сорта Тарский 2, Фома и линии Мутика 1209, Мутика 1229 - выделяются по содержанию белка (12,9; 14,4; 13,4; 13,4 % соответственно) и крахмала (41,3; 43,4; 43,1; 40,3 %), а также по показателю плёнчатости (26,6; 28,2; 26,6; 32,9 %).

3. Сорт Иртыш 33 и линия Мутика 1231 - рекомендованы для дальнейшего изучения благодаря высокому содержанию белка (13,9 и 14,7 % соответственно), сырого жира (6,6 и 6,2 %) и крахмала (46,5 и 40,3 %).

4. Линия Инермис 1194 - показывает перспективные результаты по содержанию белка (16,7 %), сырого жира (6,4 %), сырой клетчатки (1,7 %), уровню плёнчатости (голозёрный) и содержанию крахмала (44,9 %).

Литература

1. Иванова, Ю.С. Урожайность коллекционных образцов голозёрного овса в условиях Северного Зауралья / Ю.С. Иванова, М.Н. Фомина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 2017. — Т. 47, № 3 (256). — С. 27–35.

2. Сельское хозяйство в России. 2021 : статистический сборник / Росстат. — Москва: Росстат, 2021. — 100 с.

3. Егушова, Е. Влияние климатических изменений на производство продукции растениеводства (на примере Кемеровской области) / Е. Егушова // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2015. — № 3. — С. 45–49.

4. Баталова, Г.А. Овёс в Волго-Вятском регионе / Г.А. Баталова. — Киров: Орма, 2013. — 287 с.

5. Лоскутов, И.Г. Методические указания по изучению сохранению мировой коллекции ячменя и овса / И. Г. Лоскутов, О. Н. Ковалёва, Е. В. Блинова ; Рос. акад. с.-х. наук, ГНЦ РФ «Всерос. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова». — СанктПетербург: ВИР, 2012. — 63 с.

6. Шайкина, В. П. Адаптивность сортов овса к изменяющимся климати-

ческим условиям / В. П. Шайкина [и др.] // Селекция и семеноводство. — 2023. — № 4. — С. 25–32.

7. ГОСТ 13496.493. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания азота и сырого протеина. — М. : Стандартинформ, 2010. — 12 с.

8. Андреева, Н. В. Биохимические показатели зерна овса в зависимости от условий выращивания / Н. В. Андреева, В. Г. Гольдштейн, Л. П. Носова // Аграрная наука ЕвроСевероВостока. — 2019. — Т. 20, № 5. — С. 447–455.

9. Полонский, В. И. Изучение сортов овса (Avena sativa L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности / В. И. Полонский, Н. А. Сурин, С. А. Герасимов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2019. — Т. 23, № 6. — С. 53–60.

10. Губанова, Л.Г. Качество зерна овса и возможности его улучшения / Л. Г. Губанова // Вестник сельскохозяйственной науки. — Новосибирск, 1992. — № 4. — С. 118–129.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 631; 632.4; 632.9.

ВИРУЛЕНТНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Гладкова Е.В., Волкова Г.В.

г. Краснодар. Россия
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений»

Аннотация. Исследования проводили на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР). Целью являлось изучить вирулентность популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы. В результате изучения вирулентности популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы установлены эффективные гены Sr: 1, 9b, 9f, 9g, 13, 21, 23, 24, 30, 31, 35, 37, 38, 44, которые способны обеспечить надежную защиту растения-хозяина от P. *graminis* в фазу всходов.

Ключевые слова: озимая пшеница, стеблевая ржавчина, популяция, Puccinia graminis, вирулентность, патоген, Sr-гены.

Стеблевая ржавчина, вызываемая грибом *Puccinia graminis f.sp. tritici,* — это заболевание пшеницы, которое считается одним из самых разрушительных в мире. Эпифитотия может иметь катастрофические последствия, если поражаются наиболее распространенные в настоящее время сорта пшеницы. Патоген более вредоносен на Северном Кавказе [1, 2], ЦЧЗ [3], Поволжье [4, 5], Зауралье [6], Западной Сибири [7, 8, 9], Северном Казахстане [10].

Для изучения популяции стеблевой ржавчины по вирулентности в фазу проростков использовали международный набор из 46 изогенных линий и сортов.

Объектом исследований служил инфекционный материал болезни, собранный с сортов озимой пшеницы в различных агроклиматических зонах Северного Кавказа. Проведенные в мае-июне 2022 г. маршрутные обследования производственных и селекционных посевов пшеницы в Краснодарском, Ставропольском краях, Ростовской области, республике Адыгея позволили установить средневзвешенный процент распространения и развития Puccinia graminis. Стеблевая ржавчина зафиксирована в Георгиевском районе Ставропольского края южной предгорной зоны (R до 2 %).

Из образцов урединиоспор, собранных с производственных и селекционных посевов озимой пшеницы, выделены и проанализированы 100 монопустульных изолятов гриба.

Исследования по изучению структуры популяции возбудителей ржавчиных болезней проводили в теплице в весенне-осенний период при благоприятных для развития патогена условиях - температуре +18-220С, интенсивности освещения 12-15 тысяч люксов при фотопериоде 16 часов [11]. Растения выращивали на гидропонике с применением питательного раствора Кнопа [12]. Учет проводили на 12-й день после заражения по шкале Стэкмана и Левина [13]. Растения с типом реакции 0, 1, 2 относили к устойчивым, с типом 3, 4, X – к восприимчивым [14]. Обобщение и анализ материала проводился в 2026 году.

В исследованиях использована материально-техническая база «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов, фенотипов патогенов» (https:// https://fncbzr.ru/brk-i-unu/unique-installation-2/) и объекты биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» (https://fncbzr.ru/brk-i-unu/unique-installation-1/).

Исходя из средних значений частоты, гены вирулентности сгруппированы следующим образом:

1 группа: pp 9b, 9f, 9g, 13, 21, 24,31 не обнаружены в популяции (15,2% от общего количества);

2 группа: до 5% pp: 1, 23, 30, 35, 37, 38, 44 (15,2%);

3 группа: от 6 до 25% pp: 5, 8a, 8b, 9a, 9d, 9e, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 22, 25, 27, 29, 32, WLD, 39, 40, Gt, Tmp (47,8 %);

4 группа: от 26 до 90% pp: 6, 7a, 7b, 10, 11, 17, 26, 33, 36, Dp2 (21,8%).

С практической точки зрения интерес представляют гены устойчивости растения-хозяина, частота вирулентности которых не превышает 5 %. Это гены Sr: 1, 9b, 9f, 9g, 13, 21, 23, 24, 30, 31, 35, 37, 38, 44. Они способны обеспечить надежную защиту культуры от стеблевой ржавчины пшеницы на начальной стадии развития.

Исследования выполнены в соответствии с Государственным заданием Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме FGRN-2025-0002.

Литература

1. Волкова Г.В., Кудинова О.А., Мирошниченко О.О. Распространение стеблевой ржавчины на Северном Кавказе и иммунологическая характеристика ряда сортов озимой пшеницы к патогену // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 10. С. 43–45. DOI: 11.24411/0235-2451-2018-11111.

2. Volkova G.V., Effectiveness of Stem Rust Resistance Genes in Southern Russia / G.V. Volkova, E.V. Gladkova, O.A. Kudinova, O.O. Ignateva // Journal of Phytopathology. – 2024. – Vol. 172, № 5. – P. e13407. – https://doi.org/10.1111/ jph.13407

3. Баранова О.А., Лапочкина И.Ф., Анисимова А.В., Гайнуллин Н.Р., Иорданская И.В., Макарова И.Ю. Идентификация генов Sr у новых источников устойчивости мягкой пшеницы к расе стеблевой ржавчины Ug99 с использованием молекулярных маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 3. С. 316-322. DOI 10.18699/VJ15.041.

4. Маркелова Т.С. Фитосанитарная ситуация в агроценозе злаковых культур Поволжья // Защита и карантин растений. 2015. № 5. С. 22–23.

5. Сибикеев С.Н., Маркелова Т.С., Баукенова Э.А. и др. Вероятная угроза распространения расы UG99 Puccinia graminis f. sp. tritici пшеницы на Юго-Востоке России // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 1. С. 18–20.

6. Мальцева Л. Т., Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю., Бердюгин В. А. Роль исходного материала в селекции ржавчиноустойчивых сортов мягкой яровой пшеницы в условиях Зауралья // Зерновое хозяйство России. 2018. Т. 59. № 5. С. 67-72. DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-67-72.

7. Лапочкина И.Ф., Баранова О.А., Шаманин В.П., Волкова Г.В., Гайнуллина Н.Р., Анисимова А.В., Галингер Д.Н., Лазарева Е.Н., Гладкова Е.В., Ваганова О.Ф. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине (Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici), в том числе и к расе Ug99, в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 3. С. 320–328. DOI: 10.18699/VJ16.167.

8. Skolotneva E.S., Lekomtseva S.N., Kosman E. The wheat stem rust pathogen in the central region of the Russian Federation. Plant Pathol. 2013. Т. 62. P. 1003-1010. DOI 10.1111/ppa.12019.

9. Шаманин В.П., Моргунов А.И., Манес Я., Зеленский Ю.И., Чурсин А.С., Левшунов М.А., Потоцкая И.В., Лихенко И.Е., Манько Т.А., Каракоз И.И., Табаченко А.В., Петуховский С.Л. Селекционно-генетическая оценка популяций яровой мягкой пшеницы Сибирского питомника челночной селекции СИММИТ // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С. 21-32.

10. Рсалиев А.С., Рсалиев Ш.С. Основные подходы и достижения в изучении расового состава стеблевой ржавчины пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 8. С. 967-977. DOI 10.18699/VJ18.439.

11. Анпилогова Л.К., Волкова Г.В. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе): Методические рекомендации. Краснодар: РАСХН. ВНИИБЗР. 2000. С. 28.

12.Смирнова Л. А., Алексеева Т.П. Усовершенствованный метод выращивания всходов зерновых культур для иммунологических исследований // Селекция и семеноводство. 1988. № 4. С. 25-27.

13. Stakman E.C., Stewart D.M., Loegering W.Q. Identification of physiologic races of Puccinia graminis var. tritici // U.S., Agric. Res. Serv., ARS. 1962. P. 1–53.

14. Коновалова Н.Е., Семенова Л.П., Сорокина Г.К., Щекоткова Т.В., Суздальская М.В., Буканова В.К., Жемчужина А.И., Горбунова Ю.В., Рогожина Э.М., Соломатин Д.А., Королева Л.А., Щелко Л.Г. Методические рекомендации по изучению расового состава возбудителей ржавчины хлебных злаков. М.: ВАСХНИЛ, 1977. С. 144.

УДК 633.11:632.95

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТРАВИТЕЛЯ ПРОТИВ ВРЕДИТЕЛЕЙ НА ПШЕНИЦЕ ЯРОВОЙ

Давыдова В.Н.

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственного центра зернового хозяйства им А.И. Бараева»

Получение стабильных урожаев пшеницы – одна из основных задач земледельцев Казахстана. Яровая пшеница – одна из древнейших и наиболее распространенных культур на земном шаре. В мировом производстве пшеница занимает лидирующее место и является одной из основных продовольственных культур [1].

Вместе с тем культура яровой пшеницы подвержена опасности повреждения многими вредными объектами – насекомыми. Главной тенденцией защиты растений в аграрных странах мира, является разработка и усовершенствование комплексной системы защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов. Одним из резервов повышения урожайности, качества сельскохозяйственный культур и их семян является борьба с вредителями [2].

В повышении урожайности зерновых культур важная роль отводится защите их от насекомых, которые приводят не только к существенному снижению урожая зерна, но и к снижению его качества, а иногда и к гибели посевов. В связи с этим предпосевная обработка семенного материала препаратами инсектицидного и инсектицидно-фунгицидного действия обоснованно считается одним из основных методов защиты надземных органов растений в ранние фазы развития (прорастание – начало кущения) от фитофагов. Благодаря предпосевному протравливанию удается минимизировать воздействие негативных факторов на семя, создать все предпосылки для оптимального развития растений в ранней стадии, обеспечить своеобразную защитную сферу в период всходов от почвенных вредителей [3,4].

Как показывает практика возделывание пшеницы, без обработки семян инсектицидными протравителями существует большой риск не получить всходы или получить изреженные, угнетенные. Это происходит, за счет сильного повреждения растений личинками щелкунов – проволочников, ложнопроволочников), хлебной жужелицей, хлебной полосатой блошкой [5,6].

Исследования проводились на опытном поле ТОО «Научно-производственного центра зернового хозяйства им А.И. Бараева» (Акмолинская область, Шортандинский район).

Цель исследования – определить влияние протравителя на снижения численности фитофагов в условиях применения традиционной, минимальной и нулевой технологий возделывания яровой пшеницы. Для изучения был взят сорт пшеницы яровой, Астана. Севооборот четырехпольный плодосменный. Был испытан инсекто- фунгицидный протравитель: Пилигрим, к.с., с нормой расхода 0,35л/т.

Научно-исследовательские работы проводились по общепринятым методам и указаниям в энтомологии. При учёте численности вредителей использовались апробированные методики, приспособленные к условиям северного Казахстана [7]. При закладке полевых опытов руководствовались методами изложенными Б.А. Доспеховым [8].

В ходе проведенных почвенных раскопок на опытных участках установлен видовой состав фитофагов: личинок жуков–щелкунов (Elateridae), ложнопроволочников (Blaps halophila), хлебной жужелицы (Carabidae), хлебной полосатой блошкой (Phyllotreta vittula Redt) [9,10].

Средняя численность личинок вредителей на пшенице по технологиям составляла от 1,3 до 7,0 экземпляров на м^2. За весь период исследований посевы пшеницы, обработанные инсектицидно–фунгицидным протравителем, повреждались в несколько раз меньше, чем посевы в контрольных вариантах (таблица1).

Таблица 1 – Поврежденность растений почвенными вредителями на яровой пшенице

Варианты опыта	Технология возделывания	Среднее число личинок на м2 через 14 суток после появления всходов		
		проволочник	ложнопроволочник	хлебная жужелица
Пилигрим, к.с. (0,35 л/т)	традиционная	1,3	1,5	2,2
	минимальная	1,5	1,7	2,7
	нулевая	1,8	1,9	2,8
Контроль	традиционная	5,2	5,7	6,2
	минимальная	5,8	6,0	6,7
	нулевая	6,2	6,1	7,0

В результате проведения почвенных раскопок на яровой пшенице четырехпольного плодосменного севооборота средняя численность проволочников варьировала от 1,3 до 1,8 экз./м2 по технологиям на вариантах опыта, на контроле 5,2–6,2 экз./м2, ложнопроволочников 1,5–1,9 экз./м2,-на контроле 5,7–16,1 экз./м2,личинок хлебной жужелицы 2,2–2,8 экз./м2, на контроле 6,2–7,0 экз./м2. Применяемые препараты хорошо защищали корневую систему яровой пшеницы от повреждений личинками проволочников, ложнопроволочников и личинок хлебной жужелицы. На варианте с

применением протравителя Пилигрим, к.с. поврежденность корней растений составляла ниже, чем на контроле.

Протравливание семян инсектицидным препаратом с действующим веществом тиаметоксам с нормой расхода 0,35 л/т, снизило численность личинок в фазу всходов, и биологическая эффективность против вредителей варьировала по трем технологиям от 59,7 до 75,0 % (таблица 2).

Таблица 2 - Биологическая эффективность протравителя на пшенице против почвообитающих вредителей

Варианты опыта	Технология возделывания	Снижение численности %		
		проволочника	ложнопроволочника	хлебная жужелица
Пилигрим, к.с. (0,35 л/т)	традиционная	75,0	61,4	64,5
	минимальная	74,1	71,6	59,7
	нулевая	70,9	68,8	60,0
Контроль	традиционная	-	-	-
	минимальная	-	-	-
	нулевая	-	-	-

По результатам учёта хлебной полосатой блошки ящиком Петлюка через 7 и 14 дней после всходов пшеницы, позволило провести оценку действия протравителя Пилигрим, к.с. с нормой расхода 0,35 л/т, численность блошек на вариантах ниже, чем на контроле и составляет на 7 день 3,5-4,3 экз./м2, на 14 день 4,5–5,5 экз., при численности 13,4 –14,7 экз./м2 на контроле на 7 день учета и 14,7–15,8 экз./м2 на 14 день.

Биологическая эффективность препарата Пилигрим, к.с. против блошки через 7 дней составляет 70,7–73,8%, а через 14 дней биологическая эффективность 65,2–69,3% по технологиям (таблица 3).

Таблица 3 - Численность и биологическая эффективность препарата Пилигрим, к.с. на пшенице яровой против хлебной полосатой блошки

Вариант опыта	Технология возделывания	Численность на м2		Снижение численности %	
		через 7 дней	через 14 дней	через 7 дней	через 14 дней
		после всходов			
Пилигрим, к.с. (0,35 л/т)	традиционная	3,5	4,5	73,8	69,3
	минимальная	3,9	5,0	72,5	66,8
	нулевая	4,3	5,5	70,7	65,2

Продолжение таблицы 3

Контроль	традиционная	13,4	14,7	-	-
	минимальная	14,2	15,1	-	-
	нулевая	14,7	15,8	-	-

Динамика нарастания численности в контрольном варианте в период проведения учетов через 7 дней была умеренной. К сроку последнего учета численность популяции вредителя увеличилась. Инсекто-фунгицидный протравитель Пилигрим, к.с. против блошки работает, хотя показывают не высокую эффективность, но защитные действия протравителя показывает снижение численности блошки по отношению к контролю на дни учета. По традиционной технология биологическая эффективность на пшенице яровой против хлебной полосатой блошки выше по сравнению с минимальной и нулевой.

Интенсивность поражения листовой поверхности яровой пшеницы хлебной полосатой блошкой составляет от 4,5–12,5% на вариантах опыта и 25,4–31,2 % на контроле.

Снижение поврежденности листовой поверхности по отношению к контролю составляет по препарату Пилигрим, к.с. с нормой расхода 0,35 л/т, на традиционной технологии –65,6%; минимальной –61,3%; нулевой–60,1%.

Надо отметить, что протравитель сдерживал заселение и поврежденность растений блошкой, средний балл поражения составляет от 1до 2 балла на вариантах и 3 балла на контроле (примечание: 1балл 0–5%; 2 балл 5–25%; 3 балл 25–50%; 4 балл 50–75%; 5 балл 75–100%, при ЭПВ=50% повреждения площади листовой поверхности). Применение протравителя семян пшеницы позволило сохранить от 1,5 до 1,7 ц/га урожая зерна в сравнении с контролем (без обработки).

Таким образом, в заключение нужно отметить меньшую пораженность агроценозов яровой пшеницы при протравливании препаратом Пилигрим, к.с. на основе неоникотиноидов, эффективен против щелкунов (проволочников), чернотелок (ложнопроволочников), хлебной жужелицы (личинок), хлебной полосатой блошки. Протравливание семян от вредителей при комплексном подходе позволяет создать все предпосылки для появления здоровых и дружных всходов зерновых культур, повысить стрессоустойчивость растений.

Литература

1. Коробов, В.А., Защита мягкой яровой пшеницы от комплекса специализированных вредителей в Западной Сибири и Северном Казахстане: автореф. дис. канд. с.–х. наук. // В.А. Коробов. – Новосибирск, 2006. – 40 с.

2. Танский В.И., и др. Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков в нечерноземной зоне России. Санкт-Петербург – Пушкин, ВИЗР, «RIZO», 2004. – С. 48.

3. Жармухамедова Г. А. Комплексная система защиты зерновых культур от вредителей в Казахстане// Актуальные проблемы защиты растений в Казахстане. Алматы: «Бастау», 2002. - С. 66–75.

4. Долженко В.И. Химический метод защиты растений: состояние и пер-спективы повышения экологической безопасности / В.И Долженко, К.В. Новожилов // Защита и карантин растений. 2005. N 3. С. 80–84.

5. Корчагин, А. А., Вредители зерновых колосовых культур в Казахстане и меры борьбы с ними. - Алма-Ата, 1985. – С. 47.

6. Орлов В.Н. Вредители зерновых колосовых культур / В.Н. Орлов. М.: Печатный двор, 2006. 102 с

7. Долженко В.И. Протравливание семян зерновых культур / В.И Долженко, Г.И. Сухорученко, Л.Д. Гришечкина, Л.А. Буркова, С.Д. Здражевская, С.Б. Белых, А.С. Комарова // Защита и карантин растений. 2014. N 2. С. 54–92.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985г. – С. 351.

9. Долин В.Г. Определитель личинок жуков-щелкунов фауны СССР. Киев, Урожай, 1978. 124 с.

10. Список пестицидов, разрешенных к производству (формуляции), ввозу, хранению, транспортировке, реализации и применению на территории республики Казахстан, Астана, 2025 г. – С. 459.

УДК 633.11:632.938:632.4:471

ПОСТУЛИРОВАНИЕ ЮВЕНИЛЬНЫХ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ В СОРТАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ЛИДИРУЮЩИХ ПО ПОСЕВНЫМ ПЛОЩАДЯМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.А. Кудинова, Е.А. Климченко, Г.В. Волкова

г. Краснодар, Россия
ФГБНУ Федеральный научный центр
биологической защиты растений

Введение. Российская Федерация является ведущим экспортером озимой пшеницы на зерновом рынке в мире. По данным Федеральной службы государственной статистики, посевные площади культуры в 2025 г. составили 15,81 млн. га [1]. По данным ФГБУ «Россельхозцентр» за 2024 и 2025 гг., сорта озимой пшеницы Алексеич, Безостая 100, Еланчик, Таня, Тимирязевка 150, Школа и Юка селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко» являются одними из лидирующих по посевным площадям [2, 3]. Сорта, занимающие обширные посевные площади, больше других подвержены воздействию агрессивных изолятов облигатных биотрофных фитопатогенов, среди которых возбудитель бурой ржавчины (Puccinia triticina Erikss.) является вредоносным и распространенным во всех зернопроизводящих регионах [4, 5]. Потери урожая на восприимчивых сортах могут составить до 50 % [6]. Несмотря на преобладание химической защиты, с каждым годом возрастает тренд на биологизацию сельскохозяйственного производства. Для полноценного использования потенциала сорта, необходимо индивидуально подбирать систему защиты с учетом генетических особенностей и характеристики устойчивости [7]. Особенно актуально это в случае с лидирующими по посевным площадям сортами. Несмотря на то, что некоторые из данных сортов включены в Реестр селекционных достижений более 10 лет, необходимо актуализировать информацию об их устойчивости и наличии в них эффективных генов Lr.

Цель данной работы – идентифицировать ювенильные гены Lr, потенциально присутствующие в семи сортах озимой пшеницы селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко.

Материал и методика. Идентификацию генов Lr методом фитопатологического тестирования проводили в 2026 г. на базе лаборатории иммунитета растений к болезням ФГБНУ ФНЦБЗР с использованием УНУ «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов,

фенотипов патогенов» (https://fncbzr.ru/brk-i-unu/unique-installation-2/). В анализе использовали 10 монопустульных изолятов северокавказской популяции P. triticina, полученной в результате маршрутных обследований производственных и селекционных посевов озимой пшеницы на территории Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области в 2025 г. Для изучения вирулентности изолятов гриба были использованы 43 близкоизогенные линии Thatcher с известными генами устойчивости Lr. Семена семи сортов и 43 линий-дифференциаторов инокулировали каждым из десяти монопустульных изолятов P. triticina. Выделение монопустульных изолятов и инокуляцию проводили согласно общепринятым методикам [8]. Учет инфекционных типов (ИТ) проводили через 12-14 дней после инокуляции согласно шкале Mains, Jackson [9]. Для анализа были отобраны монопустульные изоляты с различной вирулентностью. Присутствие ювенильных генов устойчивости к бурой ржавчине у сортов озимой пшеницы постулировали на основе сравнения их инфекционных типов с ИТ изогенных линий сорта Tatcher. Присутствие соответствующего гена устойчивости в сорте постулируется при совпадении восприимчивых типов реакции у сорта и линии Lr, содержащей данный ген, для большинства изолятов гриба.

Результаты исследований. Установлено, что все изученные изоляты были авирулентны к *Lr2a, Lr41, Lr42, Lr43, Lr47, LrW*. Для сортов Тимирязевка 150 и Школа не найдено дифференцирующих изолятов *P. triticina.* Возможно, данные сорта содержат один или несколько вышеописанных эффективных генов Lr. Все изоляты были вирулентны к *Lr1, Lr3ka, Lr11, Lr17, Lr10, Lr14a, Lr3bg, Lr15, Lr23, Lr33, Lr34.* В сорте Алексеич постулирован ген *Lr36,* в сорте Еланчик – *LrB, Lr21;* в сорте Таня – *Lr25.* Сорт Юка, возможно, содержит *Lr12,* а сорт Безостая 100 – *Lr25, Lr40, LrExch.*

Выводы. Таким образом, в пяти сортах озимой пшеницы постулировано семь генов *Lr,* которые являются неэффективными в полевых условиях для южного региона России [10], а для двух сортов (Тимирязевка 150 и Школа), обладающих полевой устойчивостью, не найдено дифференцирующих изолятов гриба. По данным литературы, в изученных сортах с помощью молекулярных маркеров были идентифицированы гены *Lr10* [11], *Lr26, Lr34* [12]. Полученные нами результаты дополнили существующую информацию по наличию генов устойчивости к *P. triticina* в сортах озимой пшеницы, лидирующих по посевным площадям в Российской Федерации.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 26-26-20080, https://rscf.ru/project/26-26-20080/

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № 26-26-20080

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx-2025_predv_2v.xlsx

2. Россельхозцентр. Рейтинг 10 сортов (гибридов) лидеров с.-х. культур по объемам высева в Российской Федерации в 2024 г. https://rosselhoscenter.ru/ob-uchrezhdenii/filialy/tsentralnyy-okrug/moskva/reyting-10-sortov-gibridov-liderov-s-kh-kultur-po-obemam-vyseva-v-rossiyskoy-federatsii-v-2024-g/

3. Россельхозцентр. Рейтинг 10 лидирующих сортов (гибридов) с/х культур по объемам высева в Российской Федерации в 2025 г., тыс. тонн

4. Zhang, L., Zhao, P., Meng, Q., Yan, H., & Liu, D. (2024). The migration, diversity, and evolution of Puccinia triticina in China. Plants, 13(17), 2438.

5. Terefe, T. G., Visser, B., Pretorius, Z. A., & Boshoff, W. H. P. (2023). Physiologic races of Puccinia triticina detected on wheat in South Africa from 2017 to 2020. European Journal of Plant Pathology, 165(1), 1-15.

6. McCallum, B., Hiebert, C., Wang, X., & Bakkeren, G. (2024). Wheat Leaf Rust, Caused by Puccinia triticina, and Mitigation Through Host Genetic Resistance. Plant Health Cases, phcs20240023.

7. Зазимко, М. И., Фетисов, Д. П., Егоров, С. С., & Малыхина, А. Н. (2008). Роль сорта в защите озимой пшеницы. Защита и карантин растений, (6), 11-13.

8. Грибные патогены зерновых колосовых культур: биология, распространение, вредоносность, методы учета, сбора и хранения биоматериала. Создание искусственных инфекционных фонов: научно-практические рекомендации. Г. В. Волкова, Я. В. Яхник, О. А. Кудинова, и др. Краснодар: ФГБНУ ФНЦБЗР, 2024. 98 с.

9. Roelfs A. P., Singh R. P., Saari E. E. Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. CIMMYT, Mexico, 1992. 81 p.

10. Volkova, G.; Kudinova, O.; Vaganova, O.; Agapova, V. (2022). Effectiveness of leaf rust resistance genes in the adult and juvenile stages in Southern Russia in 2011–2020. Plants, 11, 793.

11. Давоян, Э. Р., Беспалова, Л. А., Давоян, Р. О., Зубанова, Ю. С., Миков, Д. С., Филобок, В. А., & Худокормова, Ж. Н. (2015). Использование молекулярных маркеров в селекции пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине в Краснодарском НИИСХ им. ПП Лукьяненко. Вавиловский журнал генетики и селекции, 18(4/1), 732-738.

12. Gultyaeva, E., Shaydayuk, E., & Gannibal, P. (2021). Leaf rust resistance genes in wheat cultivars registered in Russia and their influence on adaptation processes in pathogen populations. Agriculture, 11(4), 319.

УДК 633.16:632.931.1

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА РАЗВИТИЕ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ЯЧМЕНЯ

Лебзак З. В., Харитонова А. С.

п. Научный, Казахстан
ТОО «Научно-производственного центра зернового хозяйства им А.И. Бараева»

Введение. Ячмень является одной из ведущих зерновых культур, широко возделываемых в условиях Северного Казахстана и играющих важную роль в обеспечении продовольственной и корневой безопасности. Однако реализация потенциала урожайности культуры во многом ограничивается воздействием комплекса болезней, среди которых значительное место занимают корневые гнили [1] .

Корневые гнили представляют собой группу заболеваний, вызываемых комплексом почвенных и семенных патогенов, включая грибы родов Fusarium, Bipolaris и других [2, 3]. Поражение растений на ранних этапах развития приводит к снижению полевой всхожести, угнетению роста и нарушению формирования корневой системы, что в конечном итоге отражается на урожайности культуры [1, 4].

Важную роль в формировании первичного инфекционного фона играет зараженность семенного материала. В связи с этим предпосевная обработка семян является одним из основных элементов системы защиты зерновых культур от комплекса почвенных и семенных инфекций [3]. Применение фунгицидных протравителей позволяет эффективно снижать развитие заболеваний на начальных этапах роста растений и повышать их устойчивость [5].

В последние годы возрастает интерес к использованию биологических препаратов, обладающих антагонистической активностью по отношению к фитопатогенным микроорганизмам [6]. Однако их эффективность в сравнении с химическими протравителями в конкретных почвенно-климатических условиях требует дополнительного изучения.

Новизна исследования

Новизна исследования заключается в сравнительной оценке эффективности биологического и фунгицидного протравителей семян в снижении развития корневвых гнилей ячменя в условиях Северного Казахстана.

Полученные результаты дополняют существующие представления о роли предпосевной обработки семян в системе защиты зерновых культур

и могут быть использованы при совершенствовании фитосанитарных мероприятий в технологии возделывания ячменя.

Цель и задачи

Цель исследования – оценка эффективности биологического и фунгицидного протравителей семян в снижении развития корневых гнилей ячменя в условиях Северного Казахстана

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить распространенность корневых гнилей ячменя в контрольном варианте и при различных способах предпосевной обработки семян;

2. Провести сравнительную оценку эффективности препаратов;

3. Установить влияние предпосевной обработки семян на снижение вредоносности корневых гнилей ячменя.

Материал и методика

Исследование проводилось на опытных полях Научно – производственного центра зернового хозяйства имени А. И. Бараева, который располагается в Акмолинской области Республики Казахстан. Почва места закладки опытов – южные черноземы, маломощные, карбонатные, тяжелосуглинистые.

Объектом исследования являлся яровой ячмень, сорт Астана 2000.

Схема опыта включала три варианта:

- Контроль – без предпосевной обработки семян;
- Экстрасол (1.0 л/т) – биологический протравитель семян;
- Пилигрим, к. с. (0.3 л/т) – фунгицидный протравитель семян.

Повторность опыта – трехкратная. Площадь одной делянки составляет 129 м2. Сроки посева, норма высева и глубина заделки семян – рекомендованные для данной зоны.

Предпосевная обработка семян проводилась в соответствии с рекомендованными нормами применения препаратов.

Учет пораженности ярового ячменя корневыми гнилями проводится в фазу кущения и перед уборкой урожая методом маршрутного обследования по диагонали делянок с исключением краевых рядов. С каждой делянки отбирались по 50 растений в трехкратной повторности. Растения выкапывались с сохранением корневой системы. Оценку степени поражения корневой системы проводили по общепринятой 4 – х бальной шкале, учитывая степень побурения, загнивания и отмирания корней.

Результаты исследований

Перед посевом был проведен фитопатологический анализ семян ярового ячменя с целью выявления семенной инфекции. В результате фитопатологического анализа семян были выявлены грибы рода Alternaria,

Fusarium, Bipolaris и Penicillium. Наибольшая зараженность отмечалась в контрольном варианте, таблица 1.

Таблица 1 – Фитопотологический анализ зараженности семян перед посевом в 2025 год

Вариант	Выявленные микроорганизмы, %			
	Alternaria	Fusarium	Bipolaris	Penicillium
Контроль	23,3±7,0	0,7±1,2	3,3±3,1	4,0±2,0
Экстрасол(1,0 л/т)	15,3±2,3	1,3±1,2	0,7±1,2	2,0±3,5
Пилигрим (0,3 л/т)	10,6±3,0	0,7±1,2	-	5,3±1,2

Анализ видового состава показал, что доминирующим патогеном во всех вариантах являлся гриб рода Alternaria. Гриб рода Bipolaris отмечался в контроле и варианте с применением препарата Экстрасол (1,0 л/т), тогда как при применение препарата Пилигрим (0,3 л/т) не выявился, что указывает на его более выраженное подавляющее действие в отношении данного патогена.

Выявленный на семенах комплекс патогенной микрофлоры оказал влияние на развитие корневой гнили в полевых условиях. В ходе учета установлены существенные различия между вариантами опыта по распространенности и степени развития заболевания, таблица 2.

Таблица 2 – Развитие корневой гнили ячменя в зависимости от применения препаратов

	Фаза кущения		Фаза полной спелости	
Вариант	P,%	R,%	P,%	R,%
Контроль	48,0	27,2	52,0	31,0
Экстрасол (1,0 л/т)	32,0	13,0	46,0	21,5
Пилигрим (0,3 л/т)	28,0	11,0	33,0	15,5
* P,% - распространение * R,% - развитие				

В результате исследований установлено, что во всех вариантах опыта наблюдается увеличение, как распространенности, так и степени развития корневой гнили к фазе полной спелости по сравнению с фазой кущения. Это свидетельствует о прогрессирующем характере развития заболевания в условиях естественного инфекционного фона.

В фазу кущения в контрольном варианте отмечены максимальные значения распространения и степени развития заболевания, что свидетельствует о высоком уровне исходного инфекционного фона. Применение препаратов способствовало снижению данных показателей: в варианте с

препаратом Экстрасол (1,0 л/т) распространенность составила 32%, развитие – 13%, тогда как при использовании Пилигрим (0,3 л/т) – 28 % и 11% соответственно.

К фазе полной спелости во всех вариантах наблюдается увеличение пораженности растений. В контрольном варианте показатели достигли 52% по распространенности и 31% по степени развития. В вариантах с применением препаратов также отмечено увеличение данных показателей, однако их значение осталось ниже по сравнению с контролем. При этом, снижение развития корневых гнилей в вариантах с применением препаратов отразилось на росте и развитии растений, что проявилось на урожайности и на биометрических показателях.

Таблица 3 – Биометрические показатели и урожайность ячменя

Вариант	Кустистость,шт	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га
Контроль	1,9±0,2	56,6±0,8	7,0±0,1	14,3±0,5	44,05	25,1
Экстрасол (1,0 л/т)	2,4±0,2	57,1±0,7	8,0±0,7	15,0±0,6	47,92	32,7
Пилигрим (0,3 л/т)	2,6±0,2	59,0±0,7	8,3±0,4	17,2±0,3	47,73	37,9

Урожайность ячменя варьировалась в зависимости от варианта опыта и была тесно связана с биометрическими показателями. В контрольном варианте она составила 25,1 ц/га, тогда как при применении препаратов Экстрасол и Пилигрим увеличилась до 32,7 и 37,9 ц/га согласуется с более высокой кустистостью и лучшей сохранностью продуктивных стеблей.

В контрольном варианте отмечены наименьшие значения всех изучаемых показателей, в то время как на вариантах с применением препаратов прослеживается улучшение биометрических показателей. Наиболее высокие показатели получены в варианте с применением препарата Пилигрим (0,3 л/т). Число зерен в колосе составила 17,2 шт, а масса 1000 семян достигла 47,73 г.

Таким образом, улучшение биометрических показателей растений в вариантах с применением препаратов обусловлено снижением развития корневых гнилей, и как следствие, более благоприятными условиями для роста и формирования элементов урожая.

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что применение препаратов Экстрасол и Пилигрим снижает развитие корневой гнили ячменя, улучшают биометрические показатели растений и способствует

повышению продуктивности культуры. Наиболее выраженный эффект отмечен при применении Пилигрима, что связано с его более сильным фунгицидным действием, тогда как Экстрасол, являясь биопрепаратом, оказывает более мягкое регулирующее влияние на патогенный комплекс.

Так же по результатам исследования отмечено, что применение препаратов положительно влияет на формирование урожайности ячменя. Наиболее высокий показатель получен в варианте с применением препарата Пилигрим – 37,9 ц/га, что связано с формированием большего числа продуктивных стеблей.

Литература

1. Агроэкологические основы защиты растений от болезней / под ред. В. А. Чулкина. – М.: КолосС, 2010. – 352 с.

2. Билай В. И. Фузариозы сельскохозяйственных культур. - Киев: Наукова думка, 1988. – 2040 с.

3. Дьяков, Ю. Т. Общая фитопатология / Ю. Т. Дьяков, О. Л. Озерецковая. – М.: Изд – во МГУ, 2001. – 416 с.

4. Наумова, Н. А. Болезни зерновых культур. – М.: Агропромиздат, 1989. – 288 с.

5. Пересыпкин, В. Ф. Болезни сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 2000. – 480 с.

Тютерев, С. Л. Биологическая защита растений. – СПб.: ВИЗР, 2008. – 256 с.

УДК 631.527:632.4:633.11(574.24) (571.11)

МОНИТОРИНГ СПОРООБРАЗЦОВ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ (РК) И ОМСКОЙ (РФ) ПО ГЕНАМ ВИРУЛЕНТНОСТИ

Л.В. Мешкова, П.Н. Николаев

г. Омск, Россия

ФГБНУ «Омский Аграрный научный центр»

Бурая ржавчина пшеницы (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss) широко распространённое и вредоносное грибковое заболевание на юге Западной Сибири и в Северном Казахстане, где через каждые 2-3 года наблюдается его умеренное или сильное развитие. В период 2001-2016гг. в Казахстане эпифитотийное развитие бурой ржавчины на яровой пшеницы по отдельности или в комплексе с септориозом наблюдали 8 раз [1].

Большинство выращиваемых сортов в сопредельных регионах РФ и РК восприимчиво и составляют единый пшеничный пояс, где формируется единая азиатская популяция бурой ржавчины пшеницы, что может способствовать быстрому распространению этого заболеванию. Исследования, проведённые Е.И. Гультяевой с помощью микросателлитного анализа подтвердили высокое сходство западносибирских, уральских и казахстанских изолятов (K*B*m = 0.04–0.08) [2].

При благоприятных гидротермических условиях для заражения и распространения заболевания, наличии инфекции и восприимчивого растения-хозяина потери урожая могут быть значительными [1,3,4].

Выращивание генетически устойчивых сортов с учётом изменения вирулентности природной популяции возбудителя в зоне предполагаемого их выращивания остаётся одним из актуальных и перспективных направлений органического земледелия в снижении вредоносности от аэрогенных грибковых заболеваний, включая и бурую ржавчину.

Эффективная борьба с подобными заболеваниям, как указывает В.И. Кривченко с соавт., может быть решена только при анализе природных популяций возбудителей в региональном аспекте и научно обоснованного использования эффективных генов устойчивости на большой территории [5].

Цель работы – изучение и сравнение структуры природных популяций гриба *P. triticina* Омской и Акмолинской областей по генам вирулентности и выявление эффективных генов устойчивости.

Материал и методика исследования.

Спорообразцы бурой ржавчины собирали с восприимчивого сорта мягкой яровой пшеницы Катюша, 16.07 в Омской области (РФ). Растения сорта яровой мягкой пшеницы Степная 60, поражённые бурой ржавчиной, были доставлены 15.07 из Акмолинской области (Республика Казахстан). По оценке Кеншилова Ж.С. и др., проведённой в полевых условиях 2025года сорт Степная 60 отнесён в группу сортов с умеренной чувствительностью к Puccinia recondita (MS), уровень поражения которых составил 20-30% [6].

Возобновляли споровые образцы и размножали монопустульные изоляты гриба на универсально восприимчивом сорте Саратовская 29. Из каждого спорового образца протестировали по 20 монопустульных изолятов на наборе изогенных линий сорта Thatcher и сортах с идентифицированными генами устойчивости: Lr 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 10, 11, 14, 15, 16,17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 36, 38, 39, 45, 47, 50, 51, 52, 53, 57, 64 и B. В исследования были также включены линии и сорта с эффективными расоспецифическими Lr генами: Од. 35-1 (Lr Sp) и Тулайковская 10 (Lr 6Agi2).

Вирулентность изолятов определяли по методике отсечённых листьев в светокультуре [7]. Исследования проводили в камере искусственного климата Биотрон - 8, при температуре 18-20°С и 16 часовом освещении, с интенсивностью 8 тыс. люкс.

Тип реакции растения - хозяина на внедрение патогена учитывали на 8-10 день по международной шкале в модификации Джонстона и Бровдера [8], где 0, 1, 2 - устойчивость (R), 3 и 4 - восприимчивость (S), X – гетерогенность.

Для определения фенотипического состава популяции была применена методика, предложенная Long D.L., Kolmer J.A. [9]. Линии с идентифицированными генами устойчивости сгруппированы в 4 блока по 4 линии: I - Lr 1, Lr 2a, Lr2c, Lr 3a; II - Lr 9, Lr 16, Lr24, Lr 26; III - Lr 3ka, Lr 11, Lr17, Lr 30; IV - Lr B, Lr 10, Lr14a, Lr 18. По типу их поражения от низкой (R) до высокой (S) степени устойчивости характеризовали каждый монопустульный изолят патогена.

Степень сходства спорообразцов рассчитывали по представленности фенотипов по формуле Л.А. Животовского: $r = \Sigma \min(p,q)$ [9].

Результаты исследований и их обсуждение.

Анализ спорообразцов с сортов Катюша и Степная 60 показал, что независимо от пункта сбора и сорта растения-хозяина в генотипе возбудителя не выявлено генов, вирулентных к линиям с генами устойчивости: Lr 9, Lr 19, Lr 28, Lr Sp и Lr 6A i2g. Тест – линии данного набора: Lr1, Lr 3a, Lr 3bg, Lr 3ka, Lr 10, Lr 11, Lr 14a, Lr 15, Lr 16, Lr 17, Lr 21, Lr 23, Lr 25, Lr 29, Lr 30, Lr 36, Lr 50, Lr 51, Lr 52 и Lr 64, наоборот проявили 100% восприимчивость к патогену (балл поражения - 4). Следует отметить существенные отличия между спорообразцами по реакции изогенных линий Lr 26, Lr 45 и Lr 47 на вне-

дрение патогена. Гены Lr 26, Lr 45, привнесены от Secale cereals, а Lr 47 от Aegilops speltoides, как и гены Lr 28 и Lr Sp. Возможно в родословной сорта Степная 60 (оригинатор Актюбинская СХОС) присутствует ген устойчивости Lr 26. Одинаковое количество вирулентных изолятов в спорообразцах зафиксировано к изогенным линиям, детерминированным генами Lr47 и Lr 57. Линии с генами устойчивости Lr: 2а, 2в, 2с, 18 и 45, были поражены на 95% изолятами спорообразца с сорта Степная 60 (РК), а линии Lr24 и Lr26 с сорта Катюша (Омск), рисунок 1.

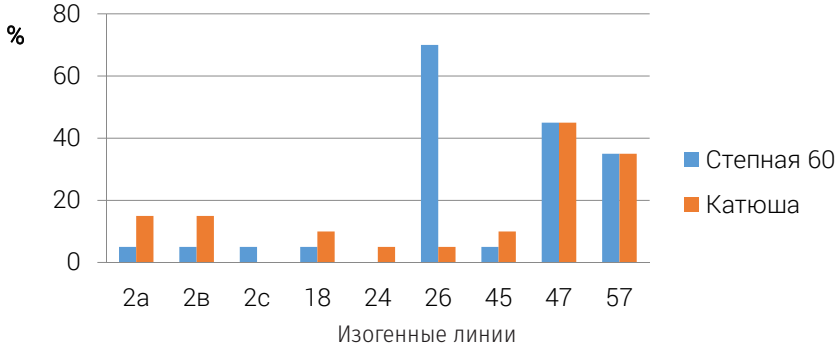


Рисунок 1. Авирулентность спорообразцов бурой ржавчины
с сортов Степная 60 (РК) и Катюша (РФ), 2025г. к изогенным линиям.

Сравнение по генам вирулентности спорообразцов с сортов Катюша и Степная 60 показали на значительное отличие их по представленности изолята вирулентного к гену устойчивости Lr 26 растения-хозяина, незначительное к Lr2a и Lr2в. Авирулентность линии, детерминированной геном Lr 26 к большинству изолятов с сорта Степная 60, возможно обусловлена генотипом растения-хозяина.

С целью выявления сходства между популяциями бурой ржавчины Омской и Акмолинской областей проведено определение их фенотипического состава. Спорообразец с сорта Катюша представлен 5 фенотипами, с сорта Степная 60 четырьмя, таблица.

Расчёт коэффициента сходства по вирулентности спорообразцов с сортов Катюша и Степная 60 показал на среднее значение, r= 35%.

Учитывая, большое разнообразие выращиваемых коммерческих сортов, было проведено дополнительное сравнение с фенотипами с восприимчивого сорта Прииртышская 4 (сбор инфекции 16.07, в Омске), которое показало на их высокое сходство, r= 85%.

Таблица - Фенотипический состав спорообразцов бурой ржавчины пшеницы, Σ / %, 2025г.

Фенотип	Формула фенотипа, R / S	Сорт					
		Степная 60		Катюша		Прииртышская 4	
TJTT	9,26 / S	14	70	1	5	13	65
TKTT	9 / S	4	20	14	70	3	15
TKTS	9,18 / S	1	5	2	10	0	0
PKTT	2a,9 / S	1	5	2	10	3	15
PHTT	2a,9,24 / S	0	0	1	5	0	0
TJTS	2,9,18,26 / S	0	0	0	0	1	5
Σ изолятов		20	100	20	100	20	100

Таким образом, для исключения влияния генотипа сорта на генотип патогена, необходимо проводить сравнение популяций с одинаковых сортов, либо сборного спорообразца.

Выводы.

Сравнение вирулентности популяций бурой ржавчины пшеницы из Северного Казахстана и Западной Сибири показало их сходство.

Полученные результаты подтвердили влияние генотипа сорта на генофонд возбудителя заболевания.

Независимо от генотипа растения-хозяина в популяциях бурой ржавчины Акмолинской и Омской областей отсутствуют гены вирулентные к линиям и сортам с идентифицированными устойчивости генами: Lr 9, Lr 19, Lr 28, Lr Sp и Lr 6A i2g.

Сорта и линии с перечисленными генами резистентности можно использовать при создании устойчивых сортов.

Литература

1.Койшыбаев М., Канафин Б.К., Федоренко Е.Н., Гоц А.Ю., Литовченко Ж.И. Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к видам ржавчины и септориоза в Северном Казахстане // Международный научно-исследовательский журнал Т12. №66. С.117-122. DOI: 10.23670/1RJ.2017.66.098.

2. Гультяева Е. И., Аристова М. К., Шайдаюк Е. Л., Казарцев И. А. Структура азиатских популяций Puccinia triticina по вирулентности и микросателлитным маркёрам / Мик. и фитопатология, 2017, том 51, вып.1, с. 54–59.

3. Санин С.С., Ибрагимов Т.З., Стрижекозин Ю.А. Метод расчета потерь урожая пшеницы от болезней // Защита и карантин растений - 2018, № 1, с. 11-15.

4. Дерова Т.Г., Шишкин Н.В., Кононенко О.С. Устойчивость сортов озимой

твердой пшеницы к бурой ржавчине (Puccinia triticina) и мучнистой росе (Blumeria graminis) в Аграрном научном центре «Донской». Зерновое хозяйство России. 2022; 14(2): 89–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-89-94.

5. Кривченко В.И., Лебедева Т.В, Пеуша Х.О. Мучнистая роса злаков / Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам (методическое пособие), 2008. – С.86-105

6. Кеншилов Ж.С., Кохметова А.М., Дутбаев Е.Б.. Харіпжанова А.І., Кумарбаева М.Т., Болатбекова А.А. Фитопатологическая оценка устойчивости образцов яровой мягкой пшеницы к возбудителям болезней Puccinia recondite и Bipolaris sorociniana в условиях Алматинской области / V Международная научно-практическая конф. «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам», СПб-Пушкин, 22-24 октября 2025 года, Тезисы докладов: научное электронное издание. СПБ: ФГБНУ ВИЗР, 2025. с.32.

7. Михайлова Л.А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы – СПб – 2006. – 80 с.

8. Ghonston C.O., Browder B.E. Seventh revision of physiologic races of Puccinia recondita f. sp.tritici // Plant Dis. Reptr. - 1966. Val.50 - P.756-760.

9. Животовский Л.А. Показатели сходства популяций по полиморфным признакам // Журн. общей биологии - 1979. - Т.11, №4. - С. 587-602.

10. Long D.L., Kolmer J.A. A North American System of Nomenclature for Puccinia triticina // Phytopathology – 79. P.525-529.

УДК 633.853.493:632.97:632.775

ЗАЩИТА ВСХОДОВ РАПСА ЯРОВОГО ОТ КРЕСТОЦВЕТНЫХ БЛОШЕК (PHYLLOTRETA SPP.)

Нелис Т.Б.

п. Научный, Казахстан
ТОО «Научно-производственного центра зернового хозяйства им А.И. Бараева»

Рапс - ценная масличная, медоносная и кормовая культура, составляющая более 12% мирового объема производства растительных масел [1]. Семена современных сортов рапса содержат до 40-45% масла. Рапсовое масло, полученное из безэруковых сортов, является одним из лучших пищевых масел растительного происхождения. По своему жирнокислотному составу, а также по вкусу оно приравнивается к оливковому маслу. Наряду с этим рапс является также источником кормового белка. Рапсовый шрот по кормовым достоинствам не уступает соевому шроту. Зеленая масса рапса богата белком и каротином. Угроза энергетического кризиса выделила еще один аспект использования рапса — в качестве биотоплива. Существует мнение, что в ближайшее время рапс может составить конкуренцию традиционной масличной культуре — подсолнечнику, так как он способен давать стабильные урожаи в более суровых климатических условиях, улучшать структуру почвы и ее фитосанитарное состояние [2]. Вместе с тем значительные потери при выращивании рапса могут быть связаны с комплексом вредных организмов. В связи с этим вопросы повышения биологического потенциала данной культуры за счет использования средств защиты растений являются актуальными.

В начальный период роста и развития яровой рапс очень чувствителен к повреждению фитофагами. В результате их вредоносного влияния происходит нарушение физиологических процессов в растениях, что в дальнейшем приводит к снижению урожая и его качества. Поэтому с момента появления всходов культуры нужно регулярно осуществлять мониторинг фитосанитарной ситуации в агроценозах с целью определения видового состава и оценки численности фитофагов, что необходимо для планирования защитных мероприятий, в том числе с применением инсектицидов [3].

В начале вегетационного периода наиболее вредоносными фитофагами в посевах ярового рапса являются крестоцветные блошки (семейство Chrysomelidae). В конце апреля при температуре воздуха 8–9°С жуки выходят из мест зимовки и питаются крестоцветными сорными растениями, а

затем заселяют всходы ярового рапса. Имаго вредителя выгрызают в семядолях и молодых настоящих листьях округло-овальные отверстия, повреждают точку роста. Массовое появление фитофага может вызвать гибель большого количества растений, а в сухую и жаркую погоду при отсутствии защитных мероприятий возможно полное уничтожение посевов. Крестоцветные блошки наиболее вредоносны в период от появления семядольных листьев до дифференциации первого настоящего листа культуры. В дальнейшем растения рапса способны компенсировать уничтоженную фотосинтезирующую поверхность и обеспечить достаточный приток пластических веществ к точке роста, что весьма важно для протекающих процессов органогенеза по закладке будущих побегов [4].

Предпосевное протравливание семян ярового рапса не всегда может обеспечить сокращение популяции фитофага. В связи с этим при наличии 4–6 имаго крестоцветных блошек на квадратном метре (ЭПВ) в фазе семядольных–первой пары настоящих листьев культуры (ВВСН 09–12) необходима обработка посевов одним из инсектицидов, включенных в «Список пестицидов..». Применение препаратов в более поздние фазы развития ярового рапса целесообразно, если численность вредителей в несколько раз превышает максимальное значение экономического порога вредоносности [5].

Цель проводимой работы – оценить энтомологическую ситуацию и изучить влияние инсектицида и биопрепарата на снижение численности и вредоносности крестоцветной блошки на всходах рапса. Исследования по определению биологической эффективности инсектицида Борей Нео, с.к. в норме расхода 0,15 л/га и биопрепарата Актарофит, к.э. в норме расхода 2,0 л/га против крестоцветных блошек проводили на опытном участке лаборатории защиты растений в ТОО «Научно-производственный Центр Зернового Хозяйства им. А. И. Бараева», расположенном в Шортандинском районе Акмолинской области в 2025 году.

Изучали яровой рапс сорта Майкудык. Посев рапса осуществляли в конце первой - начале второй декады мая. Повторность опытов 3-кратная, размещение делянок рендомизированное, рассматривали также три технологии (традиционную, минимальную, нулевую). Оценку биологической эффективности (БЭ) проводили путем визуальной оценки поврежденности согласно шкале повреждения всходов крестоцветных культур крестоцветными блошками. Научные исследования проводились с использованием общепринятых методик в сельскохозяйственной энтомологии [6-9], а также модифицированные и приспособленные к условиям Северного Казахстана [10]. Биологическая эффективность определяется по снижению численности вредителя в результате обработки. Полевые и производственные опыты закладываются по общепринятым методам [11-12].

При проведении фитосанитарного мониторинга в конце мая – начало июня 2025 года на посевах ярового рапса была выявлена активность

крестоцветных блошек на сорной растительности. При появлении всходов рапса произошло краевое заселение и повреждение посевов вредителем, чему способствовала еще установившаяся жаркая сухая погода (рисунок 1).

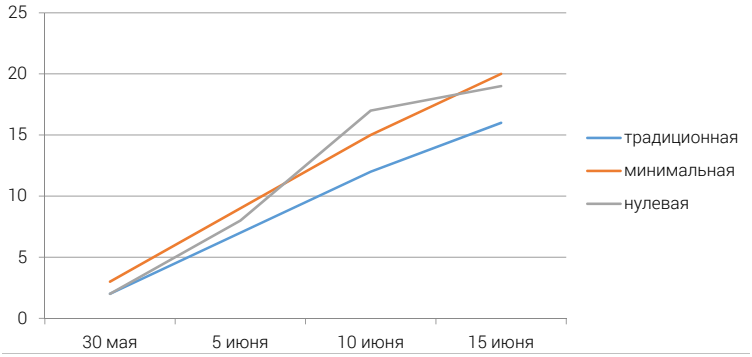


Рисунок 1- Динамика численности крестоцветной блошки по дням учета, 2025г.

Вредоносность крестоцветных блошек очень растянута, учеты показали, что численность нарастает с каждым днем и протравливание семян не снимает риск повреждения растений рапса блошкой в течение вегетации. Таким образом, был использован контактно-системный химический препарат Борей Нео, с.к. в норме расхода 0,15 л/га и биологический препарат Актарофит, к.э. в норме расхода 2,0 л/га.

Таблица 1 - Эффективность применения инсектицида Борей Нео, с.к. и биопрепарата Актарофит, к.э. против крестоцветной блошки

Вариант опыта	Технология	Численность вредителей/1 м2			Снижение численности %	
		дни учета			дни учета	
		до обработки	3	7	3	7
Борей Нео, с.к. (0,15 л/га)	Традиционная	16	1	2	94,7	90,5
	Минимальная	19	1	2	94,4	89,5
	Нулевая	16	2	3	90,0	86,4
Актарофит, к.э. (2,0 л/га)	Традиционная	20	2	3	89,5	85,7
	Минимальная	17	3	3	83,3	84,2
	Нулевая	22	3	4	85,0	81,8
Контроль	Традиционная	23	19	21	-	-
	Минимальная	20	18	19	-	-
	Нулевая	21	20	22	-	-

Численность крестоцветной блошки на растениях ярового рапса до химической обработки на вариантах опыта по технологиям составляла 16–22 жуков на м2. После химической обработки численность жуков снизилась по всем технологиям. Из таблицы видно, что на варианте Борей Нео, с.к. самая высокая эффективность проявления действия препарата была по традиционной технологии (90,5-94,7%) и наименьший процент эффективности был по нулевой технологии (86,4-90,0%), а на варианте Актарофит, к.э. (2,0 л/га) по нулевой технологии эффективность на дни учета 81,8-85,0%, по традиционной технологии 85,7-89,5%, по минимальной – 83,3-84,2%. Применение препаратов значительно снизило поврежденность растений (таблица 1).

Таблица 2 – Влияние применения препаратов против крестоцветной блошки на урожайность ярового рапса

Вариант опыта	Технология	Урожайность, ц/га	Отклонение
Борей Нео, с.к. (0,15 л/га)	Традиционная	13,2	+4,5
	Минимальная	12,5	+4,3
	Нулевая	11,8	+3,5
Актарофит, к.э. (2,0 л/га)	Традиционная	12,2	+3,5
	Минимальная	11,6	+3,4
	Нулевая	11,4	+3,1
Контроль	Традиционная	8,7	-
	Минимальная	8,2	-
	Нулевая	8,3	-

Из данных таблицы 2 видно, опрыскивание посевов ярового рапса против крестоцветной блошки является обязательным приемом сохранения и повышения урожая. Данные опытов свидетельствуют о положительном влиянии исследованного инсектицида и биопрепарата на сохранение урожая вследствие эффективного снижения поврежденности посевов рапса крестоцветной блошкой в фазе всходов.

Заключение. Данные исследования показывают, что надежная защита посевов рапса достигается при использовании необходимых инсектицидов в период появления всходов и формирования розетки. Своевременно проводимые защитные мероприятия позволяют контролировать численность вредителей на уровне ниже экономического порога вредоносности.

Литература

1. Хотько Д., Рынок масличных - неожиданности года // Масла и жиры.-2018.-№3-4.-с. 12-14;

2. Шнейдер, П.А., Система защиты рапса от вредных организмов в современной технологии его возделывания / П.А. Шнейдер, В.Г. Заец, А.В. Долгих, В.В. Шейна // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство - 2008. - № 2 - С. 52-63;

3. Виноградов, Д.В., Эффективность химической защиты ярового рапса в рязанской области / Д.В. Виноградов, П.П. Балабко, А.В. Жулин // Агро XXI-2010.-№1-3.-С. 7-9;

4. Попова, Т.А., Применение новых инсектицидов для защиты рапса от крестоцветных блошек / ТА. Попова, Н.Ф. Егорова, Н.И. Петрова // Материалы международной научно-практической конференции «Внедрение экологически безопасных технологий комплексной защиты растений. - Саратов:2010. — с.84-87.

5. Непочатая С. Н., Предпосевная обработка ярового рапса против крестоцветной блошки. Главный агроном. 2018;4.

6. Танский, В.И., и др. Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков в нечерноземной зоне России. Санкт-Петербург – Пушкин, ВИЗР, «RIZO», 2004, – С. 48.

7. Алехин, В.Т., Володичев М.А., Вредители зерновых культур (библиотечка по защите растений)// Защита и карантин растений, 2004, - С. 6.

8. Жармухамедова, Г.А., Комплексная система защиты зерновых культур от вредителей в Казахстане// Актуальные проблемы защиты растений в Казахстане. Алматы: «Бастау», 2002, - С. 66-75.

9. Танский, В.И., Вредоносность насекомых и методы ее изучения. – Москва, 1975, – С. 32.

10. Корчагин, А.А., Вредители зерновых колосовых культур в Казахстане и меры борьбы с ними. - Алма-Ата, 1985. – С. 47.

11. Захаренко, В.А., Мартыненко В.И. Использование пестицидов в растениеводстве // Защита растений,1994, №1, - С.8-9.

12. Доспехов, Б.А., Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985, - С. 351.

UDC 635.21; 632.1

IMPACT OF FUNGAL DISEASES ON POTATO YIELD AND ECONOMICS

Humay Nuri Kamran

Baku, Azerbaijan
Research Institute of Vegetable Growing

Summary. The study assessed the impact of fungal diseases (late and early blight, and powderyscab) on potato yield and economic efficiency, focusing on local (Telman, Sevinj, and Amiri-600) and imported (Colomba and Captiva) varieties. Four experimental treatments were used: a control group treated with a fungicide and three treatments affected by the diseases. Ridomil Gold MS fungicide effectively limited disease development, promoting plant health and increasing yield. In the control variant, where fungicide was applied, the yield per hectare was highest in Colomba (410 s/ha) and Captiva (302 s/ha). The local varieties produced relatively lower yields, with Telman at 250 s/ha, Sevinj at 227 s/ha, and Amiri-600 at 225 s/ha. The disease-infected variants showed a decrease in yield across all varieties. For instance, the yield in Telman ranged from 239 to 245 s/ha, Sevinj from 218 to 223 s/ha, Amiri-600 from 223 to 225 s/ha, Colomba from 404 to 406 s/ha, and Captiva from 296 to 298 s/ha. In terms of profitability, Colomba once again demonstrated superior performance, achieving profitability of 494.4% in the control variant. The profitability of other varieties was also notable, with Captiva at 337.8%, Telman at 262.5%, Amiri-600 at 229.9%, and Sevinj at 227.1%. In the experimental variants, profitability decreased but remained significant, with Colomba still leading at 489.4% to 493.8%. Research has shown that fungal diseases, particularly late blight, have a negative impact on plant health, reducing both yield and profitability. However, the use of fungicides improves economic efficiency by lowering production costs and increasing overall yield and profitability, making them a vital tool for sustainable potato production.

Keywords: potato, fungal diseases, productivity, economic impact

Introduction. Potato (Solanum tuberosum L.) is one of the most widely produced and used staple crops in the world. However, potato production is affected by a number of biotic and abiotic factors, among which plant diseases play an important role. In particular, fungal diseases inhibit potato development, reduce productivity and negatively affect the economic results of production. These diseases not only cause crop losses, but also lead to additional costs and resource waste in the agricultural sector. The aim is to investigate the economic impacts of fungal diseases on potato production and

to identify effective control measures aimed at reducing these impacts. Thus, this topic is important for potato producers, experts and policymakers, because disease management is important for both the economy and food security.

The potato plant is one of the main components of global agriculture in terms of cultivated area, with a wide geographical distribution around the world. The area under potato cultivation worldwide is approximately 20 million hectares, of which approximately 35% is in the European region. In 2023, world potato production reached 383 million tons. The largest share of this production came from China (93.4 million tons) and India (60.1 million tons). Ukraine produced 21.4 million tons, and the United States produced 20.0 million tons. Russia's production was 19.4 million tons. Azerbaijan's potato production ranks 45th at 1.07 million tons. The annual per capita potato production in the world varies from 30 kg to 150 kg. In Azerbaijan, the annual physiological food norm of potatoes is approximately 50 kg, which indicates the important place of potatoes in the diet of the country's population.

Potato production is seriously threatened by various pests and diseases, which can cause crop losses to varying degrees. In particular, pathogens such as late blight *(Phytophthora infestans)*, early blight *(Alternaria solani)*, and powdery scab *(Spongospora subterranea)* have a wide spread ability, making it difficult to apply effective and sustainable management measures. To overcome these difficulties and sustainably manage potato production, measures aimed at preventing pests and diseases should start from the selection of fields and planting materials, and during the crop growing phase, chemical control measures should be carefully used, along with soil and nutrient management. The application of chemicals should be carried out carefully so as not to disrupt the balance of the ecosystem and not to harm beneficial organisms [3, 4].

Advances in mechanization, fertilization, and irrigation have led to a global increase in potato production [1]. However, potatoes remain vulnerable to a variety of pests and diseases; the most devastating is late blight caused by *Phytophthora infestans*, which causes significant crop losses each year and has historically had effects similar to the "Irish Famine". Climate change is further increasing the risk of pests and diseases, highlighting the need for improved pest and disease control strategies. Fungal diseases, particularly early blight caused by *Alternaria solani,* also have a serious impact on potato yield and quality, causing significant economic losses. Spongospora subterranea is a pathogenic microorganism that causes serious diseases in potatoes. This pathogen causes diseases related to the roots and root system of potatoes, especially powdery scab. Spongospora subterranea lives in the soil and attacks the roots and tubers of the potato plant, resulting in white powdery spots and lesions on the surface of the tubers. The disease negatively affects the overall development of the plant, negatively affecting productivity and causing economic losses [2,7]. The diseases reduce both the quantity and quality of potatoes, create a financial burden for farmers, and threaten the sustainability

of the sector. Managing potato pests and diseases is essential to ensure the economic sustainability of the crop.

Fungal diseases, particularly late and early blight, and powdery scab, pose significant challenges in potato production, leading to yield losses and quality degradation [6]. These diseases can result in yield losses of up to 100%, lower market prices, and increased costs due to poor storage quality [5].The economic impact extends beyond field losses to storage and marketability [8]. Late blight causes leaf and tuber rot, significantly reducing yield and storage capacity. The combined effects of climate change and unstable weather conditions further exacerbate these losses. Early blight causes leaf yellowing and necrosis, while powdery scab disrupts photosynthesis, reducing overall yield and quality [9]. Climate change is making the control of these diseases increasingly difficult and requires effective management strategies. Integrated control methods, early detection, disease-resistant varieties, and modern agricultural practices are essential to minimize economic losses, preserve yield, and improve potato quality [4].

Materials and methods. The main objective of the research work is to comprehensively evaluate the impact of fungal diseases common in potatoes, such as late and early blight and powdery scab, on economically important yield and quality indicators, as well as some physiological parameters, and to develop and implement general control measures against these diseases.

The experiment was conducted in 4 variants: 1st control (sprayed with fungicide), 2nd experimental variants infected with late blight, 3rd with early blight, and 4th with powdery scab.

Results and their discussion. The main objective of the study is to investigate the impact of fungal diseases and pests on local and foreign potato varieties, assess the resistance of local and foreign potato genotypes, identify resistant and tolerant genotypes to diseases and pests, and also study the effects of diseases on physiological indicators and productivity of local and foreign varieties.

The results of the study show that the use of Ridomil Gold MS in the fight against complex potato diseases significantly limits the development of diseases, allows to maintain crop health and, as a result, achieve high economic efficiency. The use of the fungicide, as a result of preventing or slowing down the development of diseases, optimized the development of potatoes, stimulated photosynthesis and the transport of nutrients. This led to a significant increase in the overall productivity of potato plants. The differences observed between the various fungicide application options were mainly manifested in changes in productivity and economic indicators. With the same dose and cost per hectare, certain increases in productivity occurred under the conditions of using Ridomil Gold MS, and higher income was achieved from an economic point of view. Thus, the use of the drug not only improved plant health, but also provided significant advantages for farmers in terms of profitability.

During the conducted scientific research, the productivity potential and economic efficiency of the local varieties Telman, Sevinj and Amiri-600, as well as the foreign varieties Colomba and Captiva, were comparatively evaluated. It was noted that local varieties, especially Telman and Sevinj, showed high adaptability to agro-ecological conditions and showed certain resistance to diseases. At the same time, foreign varieties Colomba and Captiva showed higher productivity in certain conditions and had greater economic potential. The advantages of these varieties include higher resistance to diseases, effective use of nutrients and provision of favorable conditions for optimal harvest. This comparative study is aimed at a deeper understanding of the characteristics of local and foreign varieties and their more effective development through agrotechnical measures. As a result, such assessments will help farmers make the right decisions in choosing the most optimal variety and applying appropriate control measures, and will significantly contribute to increasing productivity and economic efficiency.

Based on the diagrams 1 and 2 obtained as a result of the analysis, in the control variant where fungicide was applied, although the estimated cost per hectare was relatively high, both net income and profitability percentage reached a higher level due to the reduction in the cost of production. These indicators were recorded consistently and stably across all potato varieties studied.

Diagram 1 shows the yield levels of potato varieties infected with various diseases. In Telman, variant I (sprayed with Ridomil MS fungicide) yielded 250 s/ha, variant II (infected with phytophthora) 239 s/ha, variant III (infected with alternariosis) 240 s/ha and variant VI (infected with powdery mildew) 245 s/ha. In Sevinj, variant I yielded 225 s/ha, variant II 218 s/ha, variant III 216 s/ha and variant VI 223 s/ha. In Amiri-600, variant I yielded 227 s/ha, variant II 223 s/ha, variant III 223 s/ha and variant VI 225 s/ha. In Colomba, variant I yielded 410 s/ha, variant II yielded 404 s/ha, variant III yielded 405 s/ha, and variant VI yielded 406 s/ha. In Captiva, variant I yielded 302 s/ha, variant II yielded 296 s/ha, variant III yielded 296 s/ha, and variant VI yielded 298 s/ha. It should be noted that variant 1 was treated with Ridomil MS fungicide as a control, and the other variants were experimental variants infected with the corresponding diseases. The highest yield was shown by Colombo, where the yield was 410 s/ha in variant I, and 406 s/ha in variant VI. Colomba gave such high yields in variants infected with powdery mildew. The lowest yield was shown by Sevinc, where the yield was 225 s/ha in variant I, and 223 s/ha in variant VI. Sevinc showed the lowest yield in variants infected with late and early blight. Colomba showed an advantage compared to other varieties.

Diagram 2 shows the profitability obtained from potatoes planted on 1 hectare of land. In the experiments conducted, the profitability obtained per hectare in the control variant of Telman was 262,5%, in Amiri-600 229,9%, in Sevinj 227,1%, in Colomba 494,4%, and in Captiva 337,8%. The highest profitability

of Telman was 262.5% in variant I (sprayed with Ridomil MS fungicide), and the lowest profitability was 249.5% in variant II (infected with late blight). The highest profitability of Sevinj was 227.1% in variant I (sprayed with Ridomil MS fungicide), and the lowest profitability was 215.9% in variant III (infected with early blight). The highest profitability of Amiri-600 was 229.9% in variant I (sprayed with Ridomil MS fungicide), and the lowest profitability was 226.1% in variants II and III (infected with late and early blight). The highest profitability of Colomba was 494.4% in variant I (sprayed with Ridomil MS fungicide), and the lowest profitability was 489.4% in variant II (infected with late blight). The highest profitability in Captiva was 337.8% in variant I (sprayed with Ridomil MS fungicide), and the lowest profitability was 332.9% in variant II (infected with late blight). Colomba has shown its superiority by being selected for its different economic results compared to other varieties. It is clear that as a result of the influence of fungal diseases, the economic efficiency of the studied varieties weakened and a decrease in profitability indicators was observed.

Overall, the highest profitability was observed in Colomba, where the profitability was 494.4% in variant I and 493.8% in variant VI (infected with powdery scab). The lowest profitability was recorded in Sevinj, where it was 215.9% in variant III (infected with early blight) and 218.8% in variant II (infected with late blight).

It should be noted that variant 1 is the control (sprayed with Ridomil MS fungicide), variant 2 is infected with late blight, variant 3 is infected with early blight, and variant 4 is infected with powdery scab.

The diagrams shows that although the expected cost per hectare was higher in the control variant where fungicide was applied, both the net income and the profitability percentage were higher due to the reduction in the cost of production. These indicators were recorded stably for all studied varieties.

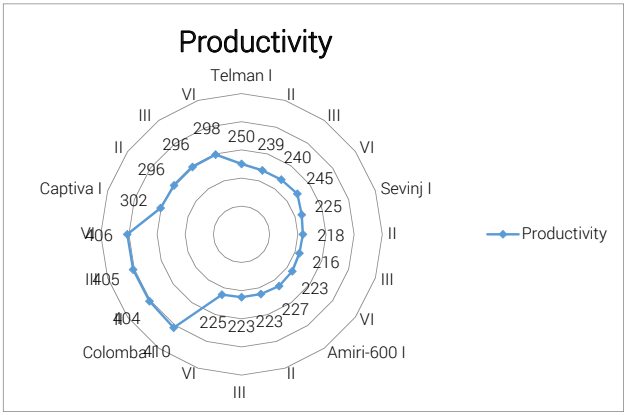


Diagram 1

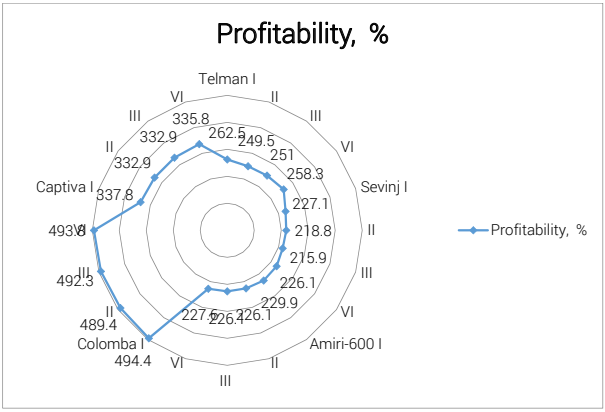


Diagram 2

In the research work, the correlations between the observed yield and quality indicators in potato plants were analyzed using SPSS 16.0 statistical software. This program is widely used in modern statistical analyses and allows for obtaining results with high accuracy. In terms of average values, the highest result was recorded in the Colomba variety, and the lowest in the Amiri-600 variety. According to the standard deviation indicators, the Colomba variety demonstrated high variability, while the Captiva variety showed more stable results. The data show that the yield significantly differed by variety, variant, and year. In order to obtain more accurate statistical results, analysis of variance (ANOVA) and post-hoc tests were performed.

Therefore, the results of the studies clearly show that late blight has a much more destructive effect on the examined varieties than other pathogenic infections. The disease development dynamics, along with the high aggressiveness and virulence of the pathogen, caused profound physiological, biochemical, and morpho-anatomical disorders in the plants. These disorders affected above-ground organs such as leaves, stems, and reproductive structures, as well as underground components including the root system and tubers. Specifically, the infection caused a significant decrease in photosynthetic efficiency due to chlorophyll degradation, damage to leaf tissues, and impaired stomatal function. Simultaneously, the integrity of vascular tissues was compromised, hindering the efficient transport of water, mineral nutrients, and assimilation products throughout the plant. Disease progression led to widespread tissue necrosis, cell breakdown, and loss of structural organization in both vegetative and storage organs.

As a result of these cumulative effects, plant growth and development were severely hampered, resulting in a significant reduction in total biomass accumulation. In addition, the yield of the varieties was significantly reduced,

especially in terms of yield and tuber quality. In many cases, the damage reached levels that could be considered economically critical. Overall, the data obtained confirm that late blight is the main limiting biotic stress factor for these species. Its impact is greater than that of other pathogens in terms of both intensity and range of damage, and as a result, it causes the greatest reduction in the realization of the genetic yield potential of plants.

Conclusion. Fungal diseases such as late and early blight, and powdery scab significantly affect potato yield and profitability. Application of the fungicide Ridomil Gold MS effectively controlled these diseases, improving plant health and productivity. In the control variant, Colomba yielded the highest (410 s/ha), followed by Captiva (302 s/ha). Local varieties showed yields: Telman (250 s/ha), Sevinj (227 s/ha), and Amiri-600 (225 s/ha). Profitability was also highest in the control variant: Colomba at 494.4%, Captiva at 337.8%. Among the disease-affected varieties, Colomba maintained its leading position in both yield and profitability. Sevinj, on the other hand, showed the lowest productivity and profitability in variants infected with diseases, especially in variant III (infected with early blight) the productivity was 216 s/ha and the profitability was 215.9%. The results highlight the importance of fungicide use in increasing yield and profitability and in combating fungal diseases. The study confirms that disease control is critical for both yield and the economic sustainability of potato production. Furthermore, effective fungicide application can help protect crop health in the face of changing pathogen pressure, reduce crop losses, and support long-term agricultural productivity. The findings also underscore the need for ongoing research into more effective fungicides and disease management strategies to ensure the continued resilience of potato crops against evolving threats.

Literature

1. Abdul Majeed, Zahir Muhammad, Zabeeh Ullah, Rafi Ullah, Habib Ahmad. Late Blight of Potato (Phytophthora infestans) I: Fungicides Application and Associated Challenges. Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology, 5(3):261-266, 2017

2. Chakrabarti, S.K., Sharma, S., Shah, M.A. (2022). Potato Pests and Diseases: A Global Perspective. In: Chakrabarti, S.K., Sharma, S., Shah, M.A. (eds) Sustainable Management of Potato Pests and Diseases. Springer, Singapore. P.1-23. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7695-6_1

3. Jones, R. A. C., & Eyers, L. A. (2018). Integrated disease management strategies for potato diseases: A review. Journal of Potato Research, 61(3), p. 235-246.

4. Hillary M. O. Otieno. Impacts and Management Strategies of Common Potato (Solanum tuberosum L.) Pests and Diseases in East Africa, Frontiers in Science 2019, 9(2): 33-40 DOI:10.5923/j.fs.20190902.01

5. Leah Tsror Lahkim. Fungal, oomycete, and plasmodiophorid diseases of potato and their control. Potato Production Worldwide. 2023, Pages 145-178. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822925-5.00012-8

6. Olusola, L.O., Oluwadurotimi, S.A., Margaret, I.O., Onyemaechi, H.O., Oluwakemi, B., Olubunmi, M.A., Ayodele, A.S., Jacob, O.P., Olawole, O.O. Impact and management of diseases of Solanum tuberosum - 2021. - DOI: 10.5772/intechopen.98899.

7. Sharma R. K., Patel J. K., Patel D. R. and Patel R. N. Management of Early Blight of Potato (Solanum tuberosum L.) caused by Alternaria solani [(Ellis & Martin) Jones & Grout] through Fungicides and its Impact on Yield. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences ISSN: 2319-7706 Volume 9 Number 3 (2020)

8. Singh, R. P., & Allen, M. F. (2017). Economic impact of late blight on potato production in developing countries. Crop Protection, 96, 29-34.

9. Yadav, M., & Sharma, P. (2015). Alternaria and powdery mildew diseases of potato and their economic implications in India. Indian Journal of Agricultural Sciences, 85(4), 523-527.

УДК 63.632.7:632.08

ПРОБЛЕМА ВРЕДОНОСНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКОВОЙ ШИПОНОСКИ И ПОДХОДЫ К КОНТРОЛЮ ЕЁ ЧИСЛЕННОСТИ

Д.О. Размашкин

г. Воронеж, Россия

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

Во всех основных регионах возделывания подсолнечника фиксируется стабильное повреждение посевов личинками жуков-горбаток. В современной энтомофауне культуры выделяют два доминирующих вида: подсолнечниковая шипоноска *Mordellistena parvula* Gyll. и южная подсолнечниковая шипоноска *Mordellistena parvuliformis* Stshegol.-Bar. Первый вид был описан шведским энтомологом Леонардом Йюлленхолем (L. Gyllenhaal) в 1827 г., второй – советским зоологом Т.И. Щеголевой-Баровской в 1927 г. [1, 2]. Несмотря на широкое распространение, данные вредители долгое время оставались в тени более агрессивных объектов, однако в последние десятилетия их значимость существенно возросла. Основной причиной ряд авторов [3-5] считает изменение агротехники возделывания подсолнечника.

Согласно исследованиям [6-8], биология обоих видов идентична. Шипоноски развиваются в одном поколении. Жизненный цикл тесно связан с растением-хозяином. Зимовка: проходит на стадии личинки внутри пожнивных остатков – в нижней части стебля или корневой шейке подсолнечника [6]. Весенний период: окукливание происходит весной. Вылет имаго нового поколения совпадает с периодом активного роста подсолнечника. Жуки ведут скрытный образ жизни, активны в солнечную погоду, обладают характерной способностью к прыжкам. Яйцекладка и развитие: самки откладывают яйца в ткани стебля на протяжении 1-2 месяцев, преимущественно под эпидермис. Отродившиеся личинки вбуравливаются в сердцевину стебля, где прокладывают узкие продольные ходы, питаясь тканями растения [9,10]. В одном стебле может одновременно развиваться несколько десятков особей, что приводит к значительной деструкции проводящих тканей. Питание личинок внутри стебля вызывает общее угнетение растений. Нарушение целостности проводящей системы препятствует нормальному транспорту питательных веществ и воды, что негативно сказывается на выполненности корзинок, массе 1000 семян и общей масличности [6,11].

Проблема оценки вредоносности осложняется региональной спецификой. Так, в работах Всероссийского НИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта (ВНИИМК) для степной зоны Воронежской области шипоноска классифицировалась как «редко встречающийся вредитель» [12]. Однако современные данные указывают на повсеместное обнаружение личинок, что ставит под сомнение актуальность прежних оценок [13].

Определение оптимального времени для внесения инсектицидов является критическим фактором, учитывая скрытный образ жизни личинок. Исследования, проведенные в 2007-2008 гг. В. П. Федоренко с соавторами, позволили оценить эффективность различных препаратов компании «Сингента» [10].

Опрыскивание проводилось в фазу 12-14 листьев у подсолнечника, что соответствовало началу массового отрождения личинок. Результаты показали, что максимальной эффективностью обладал препарат Энжио 247 SC,КС (тиаметоксам+ лямбда-цигалотрин) в норме расхода 0,25 л/га – 74%. Однокомпонентные препараты Каратэ Зеон, МКС (0,3 л/га) и Актара,ВДГ (0,14 кг/га) показали значительно меньшую эффективность (в диапазоне 22-58%), что может свидетельствовать, как о меньшей природной активности этих веществ в отношении шипоноски, так и о неверном сроке применения [3,10].

Таким образом, для эффективного контроля подсолнечниковой шипоноски необходимо установить оптимальные сроки применения инсектицидов и кратность их применения, что и являлось целью нашей работы.

Исследования проводились на естественном фоне жуков рода *Mordellistena* sp. Личинки шипоноски являются скрытноживущими, поэтому обработки инсектицидами, прежде всего должны быть направлены на контроль имаго. Для получения данных об эффективности препаратов был проведен мелкоделяночный опыт: ежегодно массив подсолнечника разбивался на делянки размером 54 квадратных метра. В опыте было девять вариантов в четырехкратной повторности. В каждой повторности оставлялась контрольная делянка, которая не обрабатывалась инсектицидом (для получения максимально возможного заселения стеблей подсолнечника вредителем). Остальные варианты обрабатывались инсектицидом Амплиго, 250 мкс, зарегистрированным на подсолнечнике для двукратного применения и инсектицидом Эфория, КС в качестве эталона, по следующей схеме (таблица 1).

В России препаратов, зарегистрированных именно для контроля подсолнечниковой шипоноски нет, поэтому был выбран препарат Амплиго, МКС содержащий в своем составе лямбда-цигалотрин. Из исследований Федоренко и др. [3,10] известно, что однократное применение Каратэ Зеон, 50 мкс в дозировке 0,3 л/га достоверно снижал численность личинок шипо-

носки в стеблях подсолнечника, но эффективность его была ниже Энжио, 247 SC в любой из исследованных дозировок, поэтому в качестве эталона (варианты 5 и 9) взяли инсектицид Эфория,КС.

Таблица 1 - Схема применения препаратов

№ варианта	Препарат	Норма расхода, л/га	Кол-во обработок	Время применения препаратов
1	Контроль без обработок			
2	Амплиго,МКС	0.25	1	Через неделю после первого появления вредителя
3	Амплиго,МКС	0.25	1	Через две недели после первого появления вредителя
4	Амплиго,МКС	0.25	1	Через три недели после первого появления вредителя
5	Эфория, КС	0.25	1	Через неделю после первого появления вредителя
6	Амплиго,МКС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через две недели после первой
7	Амплиго,МКС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя повторная – через три недели после первой
8	Амплиго,МКС	0.25	2	Через две недели после первого появления вредителя, повторная – через неделю после первой
9	Эфория, КС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через две недели после первой

Все препараты, примененные в любые сроки, достоверно снижали численность и заселенность стеблей подсолнечника личинками шипоноски в сравнении с контролем. Однако, двукратное применение обоих препаратов обеспечивало большую сохранность растений подсолнечника, чем однократное применение этих же препаратов (таблица 2,3). Эфория,КС при однократном применении достоверно лучше снижала численность личинок шипоноски в сравнении с Амплиго,КС примененным в этот же срок (варианты 5 и 2 соответственно: 0,28 и 0,32 личинки на растение в среднем за 5 лет наблюдений). Задержка с обработкой на 1 и 2 недели по сравнению с самым ранним вариантом вела к увеличению заселения растений личинками шипоноски и возрастанию численности насекомых в растении.

Таблица 2 - Влияние обработки инсектицидами на количество личинок шипоноски в стеблях подсолнечника, 2021-2025 гг.

№	Препарат	Норма расхода, л/га	Кол-во обработок	Время применения препаратов	Кол-во личинок шипоноски на стебель по годам					Среднее за 5 лет
					2021	2022	2023	2024	2025	
1	Контроль без обработок				0.57	0.76	0.57	2.28	1.49	1.13
2	Амплиго,КС	0.25	1	Через неделю после первого появления вредителя	0.21	0.29	0	0.64	0.48	0.32
3	Амплиго,КС	0.25	1	Через две недели после первого появления вредителя	0.25	0.4	0.1	0.84	0.62	0.44
4	Амплиго,КС	0.25	1	Через три недели после первого появления вредителя	0.33	0.55	0.35	1.01	0.86	0.62
5	Эфория, КС	0.25	1	Через неделю после первого появления вредителя	0.2	0.37	0.02	0.44	0.38	0.28
6	Амплиго,КС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через две недели после первой	0.19	0.16	0	0.25	0.34	0.19
7	Амплиго,КС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя повторная – через три недели после первой	0.18	0.06	0	0.63	0.45	0.22
8	Амплиго,КС	0.25	2	Через две недели после первого появления вредителя повторная – через неделю после первой	0.18	0.17	0.11	0.47	0.39	0.26
9	Эфория, КС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через две недели после первой	0.12	0.04	0	0.24	0.39	0.16
НСР05					0.03	0.06	0.05	0.1	0.07	

Таблица 3 - Влияние обработок инсектицидами на заселение стеблей подсолнечника личинками шипоноски, 2021-2025 гг.

№	Препарат	Норма расхода, л/га	Кол-во обработок	Время применения препаратов	Заселено растений по годам, %					Среднее
					2021	2022	2023	2024	2025	
1	Контроль без обработок				77.5	76.25	95	97.5	93.75	88
2	Ампли-го,КС	0.25	1	Через неделю после первого появления вредителя	37.5	37.5	41.25	53.75	35	41
3	Ампли-го,КС	0.25	1	Через две недели после первого появления вредителя	46.25	41.25	51.25	75	52.5	53.25
4	Ампли-го,КС	0.25	1	Через три недели после первого появления вредителя	56.25	55	76.25	62.5	63.75	62.75
5	Эфория, КС	0.25	1	Через неделю после первого появления вредителя	41.25	30	33.75	38.75	42.5	37.25
6	Ампли-го,КС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через две недели после первой	35	16.25	21.25	25	31.25	25.75
7	Ампли-го,КС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя повторная – через три недели после первой	40	8.75	52.5	38.75	36.25	35.25
8	Ампли-го,КС	0.25	2	Через две недели после первого появления вредителя повторная – через неделю после первой	33.75	17.5	20	51.25	35	31.5
9	Эфория, КС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через две недели после первой	27.5	5	20	22.5	35	22
НСР05					5.25	8.8	12.55	8.6	8.85	

Таблица 4 - Влияние обработок инсектицидами для контроля шипоноски на урожайность подсолнечника

№	Препарат	Норма расхода, л/га	Кол-во обработок	Время применения препаратов	Урожайность по годам, ц/га					Средняя за 5 лет	Средняя за 3 года 2023-2025
					2021	2022	2023	2024	2025		
1	Контроль без обработок				14.38	27.29	18.55	27.88	24.94	22.61	23.79
2	Амплиго,КС	0.25	1	Через неделю после первого появления вредителя	13.78	24.89	21.7	32.75	26.44	23.91	26.96
3	Амплиго,КС	0.25	1	Через две недели после первого появления вредителя	12.89	25.92	21.12	31.73	26.2	23.57	26.35
4	Амплиго,КС	0.25	1	Через три недели после первого появления вредителя	13.37	26.03	18.31	31.26	25.38	22.87	24.98
5	Эфория, КС	0.25	1	Через неделю после первого появления вредителя	11.81	26.65	21.98	32.33	25.53	23.66	26.61
6	Амплиго,КС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через две недели после первой	11.66	24.78	21.9	33.14	27.04	23.70	27.36
7	Амплиго	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя повторная – через три недели после первой	14.1	27.04	20.8	30.53	26.37	23.77	25.90
8	Амплиго	0.25	2	Через две недели после первого появления вредителя повторная – через неделю после первой	12.11	26.16	22.03	31.07	27.3	23.73	26.80
9	Эфория, КС	0.25	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через две недели после первой	13.23	26.57	24.22	33.31	27.13	24.89	28.22
НСР05					2.33	1.96	2.69	1.7	1.6		

В 2021 и 2022 годах численность шипоноски была низкой и ни один из вариантов обработки не позволил получить достоверно сохраненный урожай, несмотря на достоверное снижение численности вредителя на обработанных делянках. В 2023-2025 годах был зафиксирован достоверно сохраненный урожай. В эти годы заселение шипоноской в контрольном варианте составляло более 90% растений (таблица 3) и численность превышала 0,7 личинки/стебель (таблица 2) – что соответствует численности, которая при расчёте уравнения регрессии в наших опытах обеспечивала падение урожайности на 5%. Показатели урожайности подтверждают данные учета численности и заселенности растений вредителем: оптимальным сроком для первой обработки является первая неделя с момента обнаружения вредителя. Задержка с опрыскиванием на 3 недели практически лишает обработку смысла.

Анализируя варианты с двукратным применением Амплиго,КС можно заметить, что 7 вариант обеспечил меньшую урожайность в сравнении с 6 и 8 вариантами: 25,9 ц/га, 27,36 и 26,8 соответственно в среднем за 3 года. Эти данные свидетельствуют о том, что запаздывание со второй обработкой тоже ведет к снижению хозяйственной эффективности при незначительном снижении параметров заселенности растений и численности личинок шипоноски: заселение 0,22 личинки на растение в 7 варианте против 0,16 и 0,26 в 6 и 8 вариантах.

Наилучший результат по всем параметрам продемонстрировал, как и в опытах В. П. Федоренко с соавторами [3,10,11], вариант №9: применение препарата Эфория, КС двукратно (через неделю после появления вредителя и повторно еще через две недели). Учитывая, что яйцекладка шипоноски длиться 1-2 месяца, легко объяснить превосходство двукратной обработки над однократной. Однако, первостепенную важность имеет срок именно первой обработки, поскольку личинки, вышедшие из первых яиц, живут в нижней части стебля, открывая ворота инфекциям и вызывая его переламывание.

Литература

1 Артохин К.С., Игнатова П.К. Защита подсолнечника от вредителей, болезней и сорняков. 2022.

2 Щеголева-Боровская Т.И. О трёх новых палеарктических видах из сем. Mordellidae // Ежегодник Зоологического музея АН СССР, 1927.

3 Fedorenko V.P., Gornovska S.V. Reasons for the appearance of a new pest – sunflower tumbling beetle // Весці НАН Беларусі, 2014. №4.

4 Voicu M., Ivancia V. The beetle Mordellistena parvula Gyll. – a new sunflower pest in Romania, 1995.

5 Алехин В.Т. и др. Экономические пороги вредоносности вредителей,

болезней и сорных растений. Справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016.

6 Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Вредные членистоногие. Том 2, Киев, 1974.

7 Щеголев В.Н., Струкова М.П. Насекомые, вредящие масличным культурам. М.-Л., 1931.

8 Rogers C. E. Insects from native and cultivated sunflowers in southern latitudes of the USA // Journal of Agricultural Entomology, 1988. Vol. 5, No 4.

9 Peter A. Edde. Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance, 2022.

10 Федоренко В.П., Секун Н.П., Демянюк Н.Н. Южная подсолнечниковая шипоноска в Украине // Защита и карантин растений, 2009. №8.

11 Fedorenko V., Hornovska S., Fedorenko A. Distribution and harmfulness of Mordellistena parvuliformis beetle // Захист і карантин рослин, Вип. 67, 2021.

12 Пивень В.Т. и др. Фитосанитарное состояние посевов подсолнечника // Научно-технический бюллетень ВНИИМК, 2012. Вып. 1 (150).

13 Добровольский Б.В. Вредные жуки. Ростов-на-Дону, 1951.

УДК 632, 661.162.6
ГРНТИ 34.31.31

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ, ОБЛАДАЮЩИХ ИНДУКТОРНОЙ АКТИВНОСТЬЮ, ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО

Тараненко В. В., Кустадинчев А. Д., Волкова Г. В.

г. Краснодар, Россия

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений»

Аннотация. Исследования проводили в 2025 г. на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР). Использовали зарегистрированные регуляторы роста растений Регги, ВРК, Биосил, ВЭ, Оберегъ, Р. В тепличных и полевых условиях изучали их влияние на развитие возбудителей карликовой ржавчины и сетчатой пятнистости листьев ячменя озимого на сортах Маруся и Рубеж. Полученные данные свидетельствуют, что испытуемые регуляторы роста обладали индукторной активностью против болезней ячменя, прибавка урожая зерна составляет от 1,8 до 4,0 % по отношению к контролю без обработки с максимальной урожайностью рекомендуемого препарата Регги, ВРК (52,1 ц/га).

Ключевые слова: ячмень озимый, регуляторы роста, индукторная активность, болезни, биологическая эффективность, сорт, урожайность.

Площадь посева ячменя озимого в Краснодарском крае в разные годы составляет около 180 тыс. га [1]. На сегодняшний день, среди грибных заболеваний озимых колосовых культур, распространенных на территории региона, особую значимость имеют карликовая ржавчина ячменя и сетчатая пятнистость листьев ячменя [2]. Актуальность вопроса иммунологии используемых в производстве сортов ячменя не снижается с течением времени. Потери урожая из-за вспышек различных листовых заболеваний могут составлять 30 – 50 % [3]. Массовые вспышки отмечаются в годы, когда в течение 12 - 15 суток стоит умеренно-тёплая влажная и ветреная погода, как следствие поражаются надземные органы растения. Одним из направлений совершенствования технологии возделывания ячменя является использование регуляторов роста растений. Работы по поиску и оценке регуляторов роста, обладающих индукторной активностью, против возбудителей болезней достаточно актуальны.

Цель работы - определить биологическую эффективность регуляторов роста растений, обладающих индукторной активностью, против возбудителей болезней ячменя озимого.

В продолжение наших многолетних работ [4, 5], нами проведены испытания регуляторов роста растений: Регги, ВРК, Биосил, ВЭ и Оберегъ, Р.

В исследованиях использовали материально-техническую базу Уникальной научной установки «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов, фенотипов патогенов» (https:// https://fncbzr.ru/brk-i-unu/unique-installation-2/) и объекты биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» (https://fncbzr.ru/brk-i-unu/unique-installation-1/).

В своей деятельности руководствовались общепринятыми методиками [6, 7]. В тепличном комплексе растения озимых колосовых культур выращивали в трёхкратной повторности в 25 мл вазонах на гидропонике с применением питательного раствора Кнопа (маточного) – на 1 л воды: 100 г азотнокислого кальция, 25 г фосфорнокислого калия, 25 г сернокислого магния, 12,5 г хлористого калия, 0,1 г хлорного железа. Для полива 100 мл маточного раствора разводили в 10 л воды, а также в пластиковых вазонах емкостью 500 см3, содержащих смесь чернозема и чистого песка 3:1[8]. Первую обработку ячменя препаратами с индукторной активностью в фазе проростков осуществили с профилактической целью. Через сутки проводили искусственное заражение патогеном; через 10 - 14 суток после обработки регуляторами роста растений определяли степень поражения в процентах.

В результате проведённых испытаний установлена различная биологическая эффективность препаратов. В вегетационном опыте биологическая эффективность после обработки составила против карликовой ржавчины от 45,3 % до 62,7 %, сетчатой пятнистости листьев от 45,0 % до 65,0 % по отношению к контролю без обработки (таблица 1).

Таблица 1 - Биологическая эффективность регуляторов роста, обладающих индукторной активностью, против возбудителей болезней ячменя озимого в фазу ВВСН 12, фитотрон ФГБНУ ФНЦБЗР, 2025 г.

Препарат	Норма применения	Карликовая ржавчина		Сетчатая пятнистость	
		R 1, %	Б Э 2, %	R 1, %	Б Э 2, %
Агростимул, ВЭ (эталон)	80 мл/га	3,0	60,0	4,0	40,0
Регги, ВРК	0,9 л/га	3,5	53,3	2,7	60,0
Биосил, ВЭ	60 мл/га	4,1	45,3	3,7	45,0
ОберегЪ, Р	6 г/га	2,8	62,7	2,3	65,0
Контроль (без обработки)	-	7,5	-	6,7	-

1- Развитие, 2- Биологическая эффективность

Полевые опыты на вегетирующих растениях ячменя заложены на стационарном участке севооборота ФГБНУ ФНЦБЗР г. Краснодар.

Климат зоны умеренно-континентальный, умеренно-влажный и теплый. Среднегодовая температура воздуха составляет +10,0 - 10,8 °С, среднегодовое количество осадков 600 - 645 мм, распределение их по месяцам

неравномерное. Метеорологические условия вегетационного периода произрастания ячменя озимого в 2025 г, сложились неблагоприятные. Количество осадков, выпавших с января по июнь, было минимальным в сравнении среднемноголетними, при высокой суточной температуре. Развитие болезней в полевых условиях было незначительным.

Почвенный покров опытного участка – чернозем выщелоченный мощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое ≈ 3,3 %, pH солевой вытяжки 5,5, подвижных форм фосфора – 17,4 мг/100 г почвы, калия – 32,8 мг/100 г почвы (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО Soils).

Предшественник – чёрный пар. Размещение вариантов в полевом опыте рандомизированное, повторность четырёхкратная. Учетная площадь делянки 6 м2. Изучали следующие варианты: 1 - Контроль без обработки; 2 - Регги, ВРК; 3 - Биосил, ВЭ; 4 - Оберегъ, Р и 5 - Агростимул, ВЭ (эталон) с двукратной обработкой в фазы выхода в трубку ВВСН 39 и колошения ВВСН 51. Первую обработку препаратами с индукторной активностью в фазе ВВСН 39 провели профилактически. Через сутки осуществили искусственное заражение фитопатогеном. Повторно обработали через 14 суток в фазе ВВСН 51. Степень поражения определяли после второй обработки через каждые 10 - 14 суток.

Уборку производили в период полной спелости зерна малогабаритным селекционным комбайном (Hege-125). Хозяйственную эффективность изучаемых препаратов определяли по урожайности опытных вариантов, в сравнении с контролем (без обработки растений) и эталоном. Полученные данные подвергли статистической обработке с использованием однофакторного дисперсионного анализа [9].

В полевом опыте биологическая эффективность после двух обработок в фазы ВВСН 39 и ВВСН 51 препаратами составила против карликовой ржавчины от 51,4 % до 60,0 % и сетчатой пятнистости от 53,1 до 62,5 % (таблица 2).

Таблица 2 - Биологическая эффективность регуляторов роста, обладающих индукторной активностью, против возбудителей болезней ячменя озимого в фазы ВВСН 39 и ВВСН 51, полевой стационар ФГБНУ ФНЦБЗР, 2025 г.

Препарат	Норма применения	Карликовая ржавчина		Сетчатая пятнистость	
		R 1, %	Б Э 2, %	R 1, %	Б Э 2, %
Агростимул, ВЭ (эталон)	80 мл/га	1,3	62,9	1,3	59,4
Регги, ВРК	0,9 л/га	1,4	60,0	1,2	62,5
Биосил, ВЭ	60 мл/га	1,6	54,3	1,5	53,1
ОберегЪ, Р	6 г/га	1,7	51,4	1,5	53,1
Контроль (без обработки)	-	3,5	-	3,2	-

1- Развитие, 2- биологическая эффективность

Средняя урожайность ячменя озимого в контроле, поражённого карликовой ржавчиной, составила 50,1 ц/га и сетчатой пятнистостью листьев - 50,3 ц/га. В вариантах с применением препаратов она варьировала по карликовой ржавчины от 51,0 ц/га до 52,1 ц/га и сетчатой пятнистости от 51,2 ц/га до 51,8 ц/га. Наибольшая прибавка урожая отмечена в варианте с препаратом Регги, ВРК 2,0 ц/га и 1,5 ц/га; сохранённый урожай составил 4,0% и 3,0% соответственно.

Исследования выполнены в соответствии с Государственным заданием Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме FGRN-2025-0002.

Литература

1. Структура посевных площадей по видам сельскохозяйственных культур по Российской федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://zerno.ru/node/23608.

2. Семенова А.Г., Анисимова А.В., Ковалева О.Н. Устойчивость к вредным организмам современных сортов ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. № 182 (4). С. 108–116. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-108-116.

3. Doroshenko E., Filippov Y., Dontsova A., Dontsov D. Screening of breeding material of naked barley for breeding-valuable traits in the conditions of the Rostov region [Электронный ресурс] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 937. 022121. P. 1–16. DOI: 10.1088/1755- 1315/937/2/022121. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/937/2/022121/

4. Влияние растительных экстрактов на развитие карликовой ржавчины ячменя озимого Кустадинчев А.Д., Волкова Г.В., Тараненко В.В., Яхник Я.В. Достижения науки и техники АПК. 2025. Т. 39. № 4. С. 45-50.

5. Оценка эффективности растительных экстрактов против сетчатой пятнистости ячменя озимого / Г.В. Волкова, В.В. Тараненко, А.Д. Кустадинчев, Я.В. Яхник // Земледелие. – 2024. - №7.- С. 40-44. - DOI:10.24412/0044-3913-2024-7-40-44.

6. Долженко В.И. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / В.И. Долженко [и др.]. - СПб., 2009. - 378 с.

7. Грибные патогены зерновых колосовых культур: биология, распространение, вредоносность, методы учета, сбора и хранения биоматериала. Создание искусственных инфекционных фонов: Научно-практические рекомендации // Краснодар: ФГБНУ ФНЦБЗР. 2024. 98 с. ISBN 978-5-93491-974-1.

8. Ишкова Т. И., Берестецкая Л. И., Гасич Е. Л. [и др.]. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков /– Издание третье (исправленное). – Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН, 2008. – 76 с.

9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 352 с.

УДК 632.952:632.4:633.353

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ В БОРЬБЕ С БОЛЕЗНЯМИ ЧЕЧЕВИЦЫ

Харитонова А.С.

п. Научный, Казахстан

ТОО «Научно-производственного центра зернового хозяйства им А.И. Бараева»

Введение. Чечевица (Lens culinaris) является одной из важнейших зернобобовых культур, обладающих высокой пищевой и агрономической ценностью. Она отличается высоким содержанием белка, хорошей усвояемостью и востребованностью как на внутреннем, так и на мировом рынке. В условиях современного сельского хозяйства увеличение производства чечевицы и повышение ее урожайности являются актуальными задачами, особенно в зонах рискованного земледелия. Одним из основных факторов, ограничивающих продуктивность культуры, являются болезни, передающиеся через семена и почву. Наиболее распространёнными и вредоносными являются такие заболевания, как аскохитоз (Ascochyta lentis), фузариоз (Fusarium spp.), корневые гнили и альтернариоз (Alternaria spp.) [1,2]. Эти болезни приводят к снижению всхожести семян, угнетению роста растений, ухудшению качества продукции и значительным потерям урожая. Важную роль в системе защиты чечевицы играет предпосевная обработка семян — протравливание. Протравители позволяют эффективно контролировать семенную и почвенную инфекцию на ранних этапах развития растений, обеспечивая защиту проростков и формирование здорового агрофитоценоза. Современные протравители представляют собой препараты комплексного действия, содержащие действующие вещества различных химических классов, такие как триазолы, стробилурины и карбоксамиды, что обеспечивает широкий спектр защитного действия. Несмотря на широкий ассортимент препаратов, эффективность протравителей может существенно варьировать в зависимости от состава, нормы расхода, спектра действия и условий применения. В связи с этим возникает необходимость сравнительной оценки современных протравителей в отношении их эффективности против основных болезней чечевицы [3].

Новизна исследований

Научная новизна данного исследования заключается в комплексной оценке эффективности современных протравителей семян чечевицы против основных возбудителей болезней в конкретных почвенно-климатиче-

ских условиях региона. В работе впервые проведено сравнительное изучение препаратов с различными действующими веществами, с учётом их влияния не только на уровень поражённости растений, но и на посевные качества семян.

Цель и задачи

Целью данной работы является изучение эффективности современных протравителей семян в защите чечевицы от комплекса болезней, а также определение наиболее результативных препаратов для практического применения в сельскохозяйственном производстве.

Материалы и методы

Методы исследований, методика учетов и наблюдений общепринятые в растениеводстве и защите растений.

Исследования на влияние препаратов для предпосевной обработки чечевицы проводились в лабораторных и полевых условиях. Полевые исследования проводились на полях Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева.

Объектом исследований являлась чечевица, сорт Шырайлы, а также возбудители болезней.

Определение фитосанитарного состояния семенного материала чечевицы проводилось методом фитопатологической экспертизы в лабораторных условиях во влажной камере на питательные среды. Оценку заражённости семян болезнями проводили в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТа 1204493 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения заражённости семян болезнями».

Обработку семян протравителями проводили заблаговременно – за 20 дней до посева, применяли протравители фунгицидного действия: Калисто, к.с. (флутриафол, 87 г/л + тиаметоксам, 250 г/л) норма расхода 0,4 л/т; Редиго Про, к.с. (протиоконазол, 150 г/л + тебуконазол, 20 г/л), норма расхода 0,45 л/т [4]. Предшественником чечевицы была пшеница (стерня). В опыте посеян сорт Шырайлы с нормой высева 2,5 млн. всхожих семян на гектар. Размер опытных делянок – 129 м$^{2.}$ Опыт заложен в трехкратной повторности. Фенологические наблюдения, учет распространенности и развития болезней осуществляли в соответствии с методикой полевого опыта. Учет поражения болезнями вегетирующих проводили по модифицированным в отделе защиты Всероссийском научно-исследовательском институте масличных культур методикам [5,6].

Результаты исследований

Результаты исследования показали, что предпосевная обработка семян чечевицы протравителями существенно снижает уровень их заражённости грибными патогенами. В контроле общая заражённость составила 34,0%, тогда как применение препарата Калисто (0,4 л/т) снизило данный показатель до 8,5%, что соответствует биологической эффективности около 75,0%.

Препарат Рединго Про (0,45 л/т) также обеспечил снижение заражённости до 10,0% (биологическая эффективность около 70,6%) (таблица 1)

Таблица 1 – Зараженность семян чечевицы грибными болезнями

Вариант/норма расхода	% зараженных семян	В т.ч. по видам болезням, %		
		Fusarium	Alternaria	Плесневение
Сорт Шырайлы				
Контроль (без обработки)	34,0	16,0	12,0	6,0
Калисто, к.с. 0,4 л/т	8,5	3,0	5,5	-
Рединго Про 0,45 л/т	10,0	5,0	5,0	-

Результаты показали, что предпосевная обработка семян оказывает выраженное влияние на снижение развития болезней чечевицы в течение вегетации.

В фазе всходов в контроле развитие антракноза составило 17,4%, альтернариоза — 15,9%. Применение протравителей способствовало снижению данных показателей: при использовании Калисто (0,4 л/т) развитие антракноза снизилось до 11,2%, альтернариоза — до 9,5%, тогда как Рединго Про обеспечил снижение до 14,0% и 12,1% соответственно.

В фазе ветвления аналогичная тенденция сохранялась: в контроле развитие антракноза достигало 19,5%, альтернариоза — 17,9%. Применение Калисто снижало их до 12,9% и 11,5%, тогда как Рединго Про — до 15,9% и 14,5% (таблица 2).

Таким образом, предпосевная обработка семян способствует устойчивому снижению развития болезней чечевицы на ранних этапах роста, при этом более высокую и стабильную эффективность продемонстрировал препарат Калисто.

Таблица 2 - Влияние предпосевной обработки семян на болезней чечевицы, сорт Шырайлы

Вариант/норма расхода	Болезни чечевицы, %	
	антракноз	альтернариоз
	развитие	развитие
Фаза всходы		
Контроль (без обработки)	17,4	15,9
Калисто, к.с. 0,4 л/т	11,2	9,5
Рединго Про 0,45 л/т	14,0	12,1
Фаза ветвление		

Продолжение таблицы 2

Контроль (без обработки)	19,5	17,9
Калисто, к.с. 0,4 л/т	12,9	11,5
Редиго Про 0,45 л/т	15,9	14,5

Выводы

В результате проведённых исследований установлено, что семена чечевицы сорта Шырайлы характеризуются высокой степенью заражённости грибными болезнями, среди которых доминируют возбудители рода *Fusarium* и *Alternaria*. Доказано, что предпосевная обработка семян современными протравителями является эффективным приёмом защиты культуры от семенной и почвенной инфекции.

Применение протравителей значительно снижает уровень заражённости семян и развитие болезней на ранних этапах вегетации.

Таким образом, использование современных протравителей, является эффективным и целесообразным приёмом повышения фитосанитарного состояния посевов чечевицы и может быть рекомендовано для практического применения в условиях региона.

Литература

1. Чумаков А. Е. Защита растений от болезней. — М.: Колос, 1990. — 320 с.

2.Наумова Н. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. — Л.: Колос, 1970. — 180 с.

3.Жученко А. А. Экологические основы устойчивости растений. — М.: Агропромиздат, 2001. — 400 с.

4.Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан Справочник по защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. — Астана, 2021. — 412 с.

5. Анисимов А. А. Болезни зернобобовых культур и меры борьбы с ними // Защита и карантин растений. — 2018. — № 5. — С. 25–29.

6. Павлов И. Н. Эффективность протравителей семян зернобобовых культур // Аграрная наука. — 2020. — № 3. — С. 45–49.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

УДК: 633.1:632.95

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ФУНГИЦИДНЫХ СВОЙСТВ НОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ

Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М., Жилин Н.А.

г. Киров Россия

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

В отечественной и зарубежной литературе описано более 50 видов микроорганизмов, способных сохраняться с семенным материалом и вызывать заболевания зерновых культур. В микробном контаминанте семян пшеницы, овса, ячменя присутствуют возбудители многих болезней: видов пыльной и твердой головни (*Ustilago* spp.), корневых гнилей (Bipolaris spp., *Fusarium* spp., *Cercosporella* spp., *Ophiobolus* spp.), многих пятнистостей листьев (сетчатой – *Dreschlera teres* Shoem, полосатой – D. *graminea*, красно-бурой – D. *avenae*, темно-бурой – *B. sorokiniana*, септориоза – *Septoria tritici Rob. ex Desm.* и *Septoria nodorum Berk.*), плесневения (*Alternaria* spp., *Aspergillus* spp, *Cladosporium* spp, *Penicillium spp.* и др.) [1]. Особенно опасны фузариозы, гельминтоспориозы и альтернариозы, приводящие к потере более 40 % урожая зерновых культур и способные по отдельности или в совокупности ухудшать качество семян и зерна будущего урожая [2]. При сильной заспоренности семян прямые потери могут стать экономически значимыми. Как правило, микрофлора семян в условиях, исключающих ее активное нарастание, сохраняется в покоящемся состоянии. Однако при благоприятных для развития патогенов средовых факторах даже небольшая семенная инфекция может спровоцировать интенсивное нарастание болезней в период вегетации растений. При этом степень вредоносности их зависит от сочетанного действия устойчивости сорта, региональных почвенно-климатических факторов и применяемой агротехнологии. Даже при высокой семенной инфекции можно получать здоровый посевной материал, обработав его эффективными протравителями. Отечественный «Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории РФ», постоянно пополняется новыми химическими и биологическими фунгицидами. Среди них новые двух-трехкомпонентные протравители семян производства Кирово-Чепецкой Химической Компании, обладающие,

не только выраженной фунгицидной, но и инсекто-фунгицидной активностью. Цель исследований – изучение биологической эффективности новых препаратов по отношению к корневым и листовым микозам зерновых культур и анализ их пролонгированного фунгицидного действия.

Материал и методика. Исследования выполнены в ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого» (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Кировская область, г. Киров) в 2024–2025 гг. Материалом являлись новые фунгициды Виталон, КС (тирам, 400 г/л + тебуконазол, 14 г/л) и Грандсил Ультра, КС (флутриафол, 75 г/л + тебуконазол, 44 г/л + имазалил, 20 г/л) и инсектофунгицид Грифон КС (ацетамиприд, 100г/л+ флудиоксонил, 25 г/л + дифеноконазол, 25 г/л). Доза препарата для обработки семян – рекомендуемая разработчиком. Исследования проводили на новых сортах селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока для корректировки существующих агротехнологий с учетом эффективности средств защиты растений. Площадь полевых делянок 15 м2, повторность – 4-кратная. Посев проведен по чистому пару селекционной сеялкой СКС-6-10.

Учет листовых болезней проводили три раза за вегетацию через примерно равные промежутки времени. Применяли общеизвестные методики учета септориоза [3] и гельминтоспориозных пятнистостей [4, 5]. После окончания мониторинга оценивали скорость нарастания грибной инфекции в сортовых биоценозах с использованием показателя ПКРБ (площадь под кривой развития болезни), разработанного D.F. Johnson и R.D. Wilcoxson [6]:

$$S = \frac{(X_1 + X_2) \times (t_2 - t_1)}{2} + (X_{n-1} + X_n) \times (t_n + t_{n-1}), \text{ где}$$

X_1 – интенсивность развития болезни в первый учет, %; X_2 – интенсивность развития болезни во второй учет, %; X_n – интенсивность развития болезни в последний учет, %; X_{n-1}–интенсивность развития болезни между последним и предпоследним учетом, %; t_2 – t1 – количество дней между первым и вторым учетом; $t_n + t_{n-1}$ – количество дней между последним и предпоследним учетом.

Корневые гнили оценивали у 14-дневных проростков после обработки семян изучаемыми препаратами [7]. Сравнение данных опытных вариантов по развитию грибных болезней в лабораторных и полевых экспериментах проводили с контролем (без обработки).

Статистическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.) и программы Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. В контрольном варианте доля проростков с признаками поражения составила в среднем 38,2%; в опытных вариантах она была от 0% до 12,5%. В разрезе культур наибольшая инфицированность

14-дневных проростков, выращенных из непротравленных семян, обнаружена у овса, которая составила по признаку «поражение» – 62,0%, по признаку «развитие болезни» – 14,0%; наименьшая для опыта (16,5% и 4,2%) – у пшеницы (таблица 1). Протравливание семенного материала выявило различную реакцию зерновых культур и биологическую эффективность изучаемых препаратов. Более отзывчивым на средства химизации оказался овес, у которого поражение проростков снизилось с 62,0% (контроль) до 5,7% (в среднем по опытным вариантам). Что касается изучаемых препаратов, то под действием всех фунгицидов происходило существенное снижение инфицированности корневой системы у зерновых культур. При этом полное подавление корневых гнилей отмечено при протравливании семян баковой смесью фунгицида Грандсил Ультра с инсектофунгицидом Грифон, имеющей в своем составе 6 действующих веществ. Эффективным была также обработка одним препаратом Грифон, обеспечившая отсутствие пораженности у проростков пшеницы и минимальное для опыта проявление болезни у ячменя (10,3 % и 2,6%) и овса (6,3% и 1,6%). Таким образом, химические фунгициды Виталон, Грандсил Ультра и Грифон, снижая инфицированность семян, значительно подавляют распространение и развитие корневых гнилей у зерновых культур в начале онтогенеза растений, что способствует активации ростовых и продукционных процессов у генотипов.

Таблица 1 – Проявление корневых гнилей в начале онтогенеза растений после протравливания семян

Культура, сорт	Корневые гнили			
	поражение, %	БЭ, %	развитие болезни, %	БЭ, %
Контроль – без обработки				
Пшеница Награда	16,5	-	4,2	-
Ячмень Боярин	36,0		8,2	
Овес Кировский 2	62,0		14,0	
В среднем по варианту	38,2		8,8	
НСР05	2,9		2,4	
Грандсил Ультра				
Пшеница Награда	10,2	38,2	2,6	38,1
Ячмень Боярин	18,8	47,8	4,7	42,7
Овес Кировский 2	8,3	86,7	2,1	85,0
В среднем по варианту	12,4	57,6	3,1	55,3
НСР05	3,0	-	0,8	-
Виталон				

Продолжение таблицы 1

Пшеница Награда	15,3	7,3	5,6	-
Ячмень Боярин	14,0	61,2	5,5	33,0
Овес Кировский 2	8,3	86,7	2,1	85,0
В среднем по варианту	12,5	51,7	4,4	39,3
НСР05	5,4	-	1,0	-
Грифон				
Пшеница Награда	0	100	0	100
Ячмень Боярин	10,3	71,4	2,6	38,1
Овес Кировский 2	6,3	90,0	1,6	88,6
В среднем по варианту	5,5	87,1	1,4	75,6
НСР05	4,9	-	1,2	-
Грандсил Ультра + Грифон				
Пшеница Награда	0	100	0	100
Ячмень Боярин	0	100	0	100
Овес Кировский 2	0	100	0	100
В среднем по опытным вариантам				
Пшеница Награда	6,4	61,4	2,1	59,5
Ячмень Боярин	10,8	70,1	3,2	53,5
Овес Кировский 2	5,7	90,9	1,4	89,6

Примечание: БЭ – биологическая эффективность

В полевых условиях сорта зерновых культур отличались мощной биомассой, что в какой-то мере создавало провокационные условия для развития фитопатогенов. Степень поражения листовой поверхности в контрольных делянках составила в среднем от 15,0 до 37,3 % (таблица 2). Мы проанализировали сезонную динамику развития наиболее распространенных болезней для оценки длительности антибиотических свойств фунгицидов и характера нарастания микозной инфекции в сортовых биоценозах. Практически во всех опытных вариантах яровой пшеницы и ячменя, начиная с первого учета болезней, отмечали существенное к контролю снижение развития септориоза, темно-бурой и сетчатой пятнистости. При этом все препараты обеспечивали достаточно длительное (до фазы молочной спелости) подавление развития септориоза на растениях пшеницы: биологическая эффективность составила от 5,5 % до 32,0 %. Значимое к контролю ингибирование нарастания темно-бурой пятнистости отмечали до конца колошения ячменя, сетчатой – практически до молочной спелости зерна. В подавлении развития этих гельминтоспориозных пятнистостей наиболее эффективным было протравливание семян трехкомпонентным инсекто-

фунгицидом Грифон и баковой смесью Грандсил Ультра + Грифон: биологическая эффективность к последнему учету составила от 3,4 % до 20,2 %. У овса на фоне относительно слабого развития красно-бурой пятнистости на умеренно-устойчивом сорте Кировский 2 значимых изменений под действием изучаемых фунгицидов не выявлено.

Таблица 2 – Влияние новых фунгицидов на динамику развития пятнистостей грибной этиологии на зерновых культурах

Препарат	Культура / болезнь				
	1 учет	2 учет	3 учет	показатель ПКРБ	биологическая эффективность, %
Пшеница Награда / септориоз листьев					
Контроль – без обработки	12,8	19,3	22,0	322	-
Грандсил Ультра	10,5	17,8	20,8	290	5,5
Виталон	10,5	16,1	18,7	268	15,0
Грифон	11,0	14,3	15,8	244	30,2
Грандсил Ультра + Грифон	10,0	15,8	16,3	264	26,0
В среднем	11,0	16,7	18,7		
НСР05	1,6	2,6	2,9		
Ячмень Боярин / темно-бурая пятнистость					
Контроль – без обработки	16,3	21,0	21,0	352	-
Грандсил Ультра	12,5	19,5	20,5	316	2,4
Виталон	12,0	18,5	20,8	305	1,0
Грифон	15,0	17,0	20,3	306	3,4
Грандсил Ультра + Грифон	14,5	16,5	20,5	301	2,4
В среднем	14,1	18,5	20,6		
НСР05	2,8	1,9	Fф<Fт		
Ячмень Боярин / сетчатая пятнистость					
Контроль – без обработки	21,3	28,8	37,3	507	-
Грандсил Ультра	18,7	27,5	33,5	470	10,2
Виталон	18,0	22,0	34,8	419	6,8
Грифон	18,3	20,5	33,0	401	11,6
Грандсил Ультра + Грифон	20,0	18,5	29,8	381	20,2

Продолжение таблицы 2

В среднем	19,3	23,5	33,7		
НСР05	Fф<Fт	5,4	Fф<Fт		
Овес Кировский 2 / красно-бурая пятнистость					
Контроль – без обработки	8,5	13,5	15,0	186	-
Грандсил Ультра	5,0	13,8	15,0	207	-
Виталон	9,3	13,0	14,0	217	6,7
Грифон	7,0	14,5	15,0	221	-
Грандсил Ультра + Грифон	10,0	9,0	15,0	188	-
В среднем	8,0	12,8	14,8		
НСР05	1,3	1,7	Fф<Fт		

Примечание: 1 учет (фаза 49 по шкале Цадокса), 2 учет (фаза 59), 3 учет (фаза 75)

Оценивая эффективность изучаемых препаратов по относительному показателю ПКРБ, следует отметить, что наименьшие его значения при мониторинге септориоза получены при протравливании семян пшеницы инсектофунгицидом Грифон, мониторинге темно-бурой и сетчатой пятнистости – при протравливании семян ячменя бинарной смесью Грандсил Ультра + Грифон. Значения показателя ПКРБ в этих вариантах (244; 301; 381) ниже контроля на 51-126 ед. Выявленный факт свидетельствует о замедленном нарастании септориозной и гельминтоспориозной инфекции в посевах яровой пшеницы Награда и ячменя Боярин. Это позволяет длительное время сохранять листовую поверхность в фотосинтетической активности, что положительно влияет на продукционный потенциал растений.

Выводы. Изученные препараты Грандсил Ультра, Виталон и Грифон эффективны в подавлении корневых гнилей зерновых культур в начале онтогенеза растений. Однако пока неизвестна сезонная длительность фунгицидных свойств действующих веществ по отношению к возбудителям корневых инфекций. Установлено, что на среднем уровне развития септориозной и гельминтоспориозной инфекции все препараты достаточно эффективно защищают пшеницу от септориоза; инсектофунгицид Грифон и баковая смесь Грандсил Ультра + Грифон подавляют интенсивное нарастание в посевах ячменя темно-бурой и сетчатой пятнистости. Эти же препараты отличаются более длительным для опыта пролонгированным фунгицидным действием.

Литература

1. Долженко В. И., Сухорученко Г. И., Гришечкина Л. Д., Буркова Л. А., Силаев А. И., Здрожевская З. Д., Белых Е. Б., Комарова А. С. Протравливание семян зерновых культур. Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2014. – № 2. – 91с.

2. Logrieco A., Rizzo A., Ferracane R., Ritieni A. Occurrence of beauvericin and enniatins in wheat affected by Fusarium avenaceum head blight //Appl. Environ. Microb, 2002. – Vol. 68 (1). – P. 82-85. DOI: 10.1128/AEM.68.1.82-85.2002.

3. Saari E. E., Prescott J. M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease // Plant Disease Reporter. 1975. – Vol. 59 (5). – P. 377-380.

4. Петрова О. С. Афанасенко О. С. Методические рекомендации по диагностике и методам оценки устойчивости овса к возбудителям пятнистостей листьев. С-Пб., 2003. – 27 с.

5. Афанасенко О. С. Методические рекомендации по диагностике и методам оценки устойчивости ячменя к возбудителям пятнистостей листьев. Л.: ВИЗР, 1987. 20 с.

6. Johnson D. F., Wilcoxson R. D. A table of areas under disease progress curves // Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station. Texas, 1981. – Vol. 137. – P. 2-10.

7. Бенкен А. А., Хрустовская В. Н. Лабораторная оценка болезнеустойчивости растений и паразитических свойств возбудителей обыкновенной корневой гнили // Труды ВИЗР, 1977. – С. 9-13.

УДК 636.2.034/637.07

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТА В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

В. А. Андроханов, В. П. Данилов

г. Новосибирск, Россия

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН

Постановлением Правительства Российской Федерации с марта 2022 г. запрещено использование антибиотиков в животноводстве. На первое место, как и во всем мире, выходят технологии приготовления фитобиотиков, т.е. лекарственных средств на основе лекарственных трав и других растительных ингредиентов. Повышенное внимание к биобезопасным продуктам питания, особенно в последнее время, обусловлено тем, что наблюдается серьезный рост различных заболеваний (онкология, кардиология, вирусные, грибковые заболевания и т.д.). Реальные показатели превосходят зарубежные. Многие заболевания «помолодели».

Специалисты объясняют этот факт, в первую очередь, низким качеством продуктов питания, с наличием в них повышенных концентраций патогенной микрофлоры и продуктов её жизнедеятельности (микотоксины, метаболиты и т.п.). К сожалению, последствия этого факта в полной мере пока недооценены (снижена эффективность воздействия антибиотиков и других жизненно необходимых фармакологических препаратов). В ряде публикаций специализированных учреждений отмечается массовая зараженность семян зерновых, зернобобовых и дикоросов патогенными грибами 3-5 видов, которая достигает 45-55% и более от общей массы выращенного в стране урожая. Также отмечается не только рост зараженности патогенными грибами земельных угодий, но и их деградация в части нарушения баланса макро- и микроэлементов.

Сотрудниками ООО НПФ «КедрБиоТЕХ» совместно с научными учреждениями сибирского региона разработан способ получения полифункциональных кормовых углеводно-белковых добавок для сельскохозяйственных животных фитобиотического действия. Кроме устранения проблем по заболеваниям животных добавки улучшают показатели их продуктивности (надои, привесы и т.д.). Аналогов не обнаружено. Предполагается импортозамещение. Добавки производятся из широкодоступного сырья сельхозпредприятий [1].

Новизна исследований. На базе колхоза «им. XX съезда КПСС» (Тогучинский район Новосибирской области) проведены исследования по определению оценки эффективности применения кормового фитоконцентрата иммуномодулирующего действия на сельскохозяйственных животных. Кормовая добавка изготавливалась из фуражного зерна и содержит 20-30% сахаров, биоактивные компоненты зерновых повышенного усвоения, фитоконцентрат из лекарственных растений, приготовленный методом ультрадисперсного измельчения.

Обоснование химического состава компонентов добавки, выбор зерновых, подготовка их к изготовлению, а также обоснование методики и условий проведения испытаний по предварительно согласованной схеме их проведения выполнены сотрудниками ООО НПК «Кедрбиотех», Управления ветеринарии Новосибирской области и колхоза «им. XX съезда КПСС» Тогучинского района Новосибирской области.

Изготовление кормовой добавки проводилось членами Новосибирского регионального отделения Общероссийского Национального Благотворительного Фонда (ООО НПК «Кедрбиотех») в соответствии со способом, разработанным членами Фонда.

Цель производственного испытания – сбалансировать содержание в рационах кормления КРС сахаров, повысить иммунный статус животных и улучшить их физиологическое состояние, а также выявить влияние добавки, скармливаемой стельным коровам, на физиологическое состояние новорожденных телят.

Задачи:

- определить влияние кормовой добавки на среднесуточный привес новорожденных телят;

- установить влияние добавки на величину удоя молока отелившихся коров;

- провести наблюдения за физиологическим состоянием новорожденных телят и поголовья КРС после отела до перевода их в группы и основное стадо;

- по показателям сыворотки крови определить влияние кормовой добавки на ее основные показатели.

Для проведения производственного испытания были сформированы две группы животных, из которых первая группа – контроль, вторая - опытная. На дойных коровах основного стада проведены исследования по определению эффективности кормовой органической добавки, обладающей лечебно-профилактическим действием.

Эксперимент был проведен на двух группах стельных коров за 1,5-2,0 недели до отела по 20 голов каждая, которых перевели в родильный двор. Кроме основного рациона второй опытной группе скармливали ежедневно в два приема (утро, вечер) 200 г на голову фитоконцентрата. Перед

началом кормления у всех коров (40 голов) была взята кровь для биохимического анализа. Повторное взятие крови было проведено после отела перед переводом в основное стадо.

Родившимся телятам в течение 5-7 дней выпаивалось молоко матери с добавлением опытной группе (5 бычков и 5 телочек) по 50 г на голову в сутки фитоконцентрата. Перед переводом телят в основное стадо (формирование групп) у всех (20 голов) также взята кровь на биохимию. Кроме того, телята взвешивались после рождения, через месяц и перед переводом в основное стадо (табл. 1).

Основной рацион кормления коров: сено 15 кг/сутки (по 5 кг три раза), комбикорм (дробленое зерно в соотношении: ячмень – 30, овес – 60, пшеница – 10%) 2 кг/сутки, сенаж 35 кг.

При раздое после отела и после перевода коров в основное стадо отмечено повышение продуктивности коров опытной группы по отношению к контрольной, что подтверждено контрольными дойками (табл. 2).

Таблица 1 - Влияние кормового концентрата на среднесуточный прирост телят

Показатель	Контрольная группа			Опытная группа		
	28.05.2021	28.06.2021	27.07.2021	28.05.2021	28.06.2021	27.07.2021
Средний привес телочек, кг	26,2	37,2	21,6	42,0	42,9	26,4
г/сутки	936	1200	745	1500	1384	910
% к контролю	0	0	0	+60,3	+15,3	+22,2
Средний привес бычков, кг	31,3	50,3	20,4	30,0	39,4	23,0
г/сутки	1118	1623	703	1071	1271	793
% к контролю	0	0	0	-4,2	-21,7	+12,7

Таблица 2 - Среднесуточный удой коров при использовании фитоконцентрата, л

Показатель	1-я контрольная дойка		2-я контрольная дойка		3-я контрольная дойка	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Надой от группы	267	164	336	216	361	277
Среднее на 1 голову	20,54	12,6	25,8	16,6	27,8	21,3
% к контролю	62,0	0	55,5	0	30,5	0

Кроме увеличения продуктивности коров при скармливании фитоконцентрата отмечено сокращение сервис периода. Коровы опытной группы на месяц раньше контрольной приходили в охоту. Отмечено также, что у коров опытной группы сроки раздоя и подготовки вымени к отдаче молока в два раза короче, чем в контрольной.

В этой связи, возникает необходимость расширения спектра используемых в кормлении молочного скота различных видов нетрадиционных кормовых и лекарственных растений, а также более углубленного изучения их влияния на организм животных.

Применение фитокормовых добавок в современном животноводстве необходимо для предотвращения негативного действия некоторых факторов кормления и содержания. Последние, в частности, вызывают угнетение функции иммунитета, вследствие чего животные становятся более подверженными различным заболеваниям. Кроме того, искажается действие многих физиологических систем организма, что неизбежно ухудшает качество продукции. У коров опытной группы, переведенных после отела в основное стадо, наблюдалась устойчивость иммунитета по отношению к возникновению инфекционных заболеваний, вызванных, например, некачественными кормами и т.д.

Разработанный состав фитоконцентрата и способ его приготовления можно отнести к импортозамещающей продукции. Приготовление его возможно на базе любого сельскохозяйственного предприятия из его собственного сырья. Кроме снижения себестоимости продукции в целом и повышения ее качества, внедрение технологии и технических средств в сельскохозяйственное предприятие позволит организовать новые рабочие места.

Анализируя биохимические показатели крови коров перед отелом, следует отметить, что введение в состав рациона кормового концентрата способствовало улучшению белкового обмена животных. Так, использование кормового концентрата в количестве 200 г/гол. в сутки способствовало увеличению содержания общего белка в крови на 4,6 г/л (до 86,9 г/л) ($P>0,95$), что было выше уровня контрольной группы.

Следует также отметить, что использование кормового концентрата способствовало снижению в крови содержания азота свободных аминокислот, что, вероятно, обусловлено более эффективным вовлечением их в синтез белковых компонентов молока, ростом и развитием плода.

Анализ биохимического исследования сыворотки крови у коров, которым скармливали кормовой концентрат, и контрольной группы показал, что в первую фазу лактации установлен пониженный уровень общего белка в сыворотке крови (6,5 г % ± 0,24 при норме 7 – 8,9 г %). В последующей фазе лактации этот показатель был в пределах нормы у животных опытной группы, которым скармливали кормовой концентрат, в то время как на контроле этот показатель не достигал нижней границы нормы (6.8 г%± 0,15).

Содержание мочевины в сыворотке крови у коров контрольной группы, в сравнении с опытной, во все фазы лактации и сухостойный период значительно отклонялись от физиологической нормы, что в основном свидетельствует о нарушении белкового обмена. В то время как животным, которым скармливали кормовой концентрат, данный показатель был в пределах физиологической нормы.

Высокий уровень билирубина в крови коров контрольной группы, в сравнении с животными, которым скармливали кормовой концентрат, указывает на дистрофию печени (0,63 мг% ± 0,07 при референтных значениях 0,01–0,30). Низкая концентрация глюкозы в крови контрольной группы коров (2,70 ммоль/л ±0,1) свидетельствует о недостаточном уровне углеводного питания.

Содержание кальция и неорганического фосфора было в пределах физиологической нормы. Низкий уровень каротина в сыворотке крови у коров контрольной группы, в сравнении с опытной, во все фазы лактации и в сухостойный период (0,21 мг% ± 0,02 – 0,38 мг% ± 0,05), свидетельствует о недостаточном обеспечении этим провитамином, как за счёт рациона, так и проявлением низкой синтезирующей функции печёночного пищеварения в целом, в фазу субклинического проявления кетоза.

По данным биохимического анализа крови коров уровень каротина у коров опытной группы за один месяц восстановился до нормы и превысил показатели контрольной группы на 72%.

На основании результатов проведенного опыта установлено следующее:

1. Использование кормового фитоконцентрата в рацион сухостойных коров и при раздое в первую фазу лактации позволяет значительно улучшить общий уровень обмена веществ и энергии, что приводит к стабилизации основных гематологических критериев здоровья и функциональной активности опытной группы животных.

2. Использование в рационе сухостойных и новотельных коров кормового фитоконцентрата позволяет увеличить среднесуточный удой молока при раздое от 30,5 до 62,0%, содержание белка в молоке и его жирность.

3. Введение в рационы сухостойных и новотельных коров кормового фитоконцентрата повышает интенсивность обменных процессов в организме животных стимулируя неспецифические иммунологические факторы профилактирующие послеродовые осложнения у коров опытной группы.

Наблюдается сокращение сервис периода и сроков подготовки вымени к молокоотдаче. Проявляется повышенная устойчивость организма животных к воздействию различных факторных причин, включая инфекционные заболевания.

4. Использование кормового фитоконцентрата способствует более интенсивному и физиологически полноценному раздою новотельных коров,

что в целом повышает молочную продуктивность коров на данной фазе лактации.

5. Выявлено стабильное превышение на 60,3, 15,3 и 22,2% среднесуточного привеса у телочек опытной группы над контрольной. Среднесуточный привес бычков в контрольной группе при первых двух взвешиваниях был выше опытной на 4,2% и 21,7%, что связано, очевидно, с переводом питания бычков на общее молоко. В дальнейшем, при привыкании их к общему молоку, превышение привеса бычков опытной группы над контрольной составило 12,7%.

6. Разработанный состав фитоконцентрата и способ его приготовления можно отнести к импортозамещающей продукции. Приготовление его возможно на базе любого сельскохозяйственного предприятия из его собственного сырья. Кроме снижения себестоимости продукции в целом и повышения ее качества, внедрение технологии и технических средств в сельскохозяйственное предприятие позволит организовать новые рабочие места.

7. Экономически выгодно использовать в кормлении сухостойных и новотельных коров кормового фито- концентрата, что позволяет по совокупности показателей увеличить доход сельскохозяйственного предприятия.

Литература

1. Адонин А. И., Алифиренко В. Д., Широков С. П., Борисов Е. А., Татаренко А. И., Данилов В. П., Магер С. Н., Рожков О. А., Шмидт Ю. Д. Способ получения белково-углеводной кормовой добавки / патент на изобретение, М., 2022. – 8 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО 9

История и перспективы развития систем земледелия на целинных землях 9
Акшалов К.А

Impact of humic fertilizers and study results on the cultivation of the lider potato variety on dark chestnut soils in west Kazakhstan 17
Abitova B.K., Maxotova A.M., Maidanova M.H.

Научные основы применения dssat для повышения урожайности сельскохозяйственных культур 23
Абсаттарова А.С., Айнебекова Б.

Водная эрозия почв: причины и методы контроля 30
Баймуканова О.Н., Пилипчук А.П., Жумабек Б., Байшоланов С.С., Акшалов К.А.

Урожайность яровой твердой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений и ретарданта 36
Балабанова Н.Ф., Воронкова Н.А., Динкелакер Г.Е., Шмырев К.В.

Оптимизация срока посева плёнчатого и голозёрного ячменя в лесостепи Западной Сибири в связи с солнечной активностью 42
В.Д. Василевский

Зараженность семян яровой пшеницы фитопатогенными грибами в условиях Северного Казахстана 49
Васильева В.А., Рукавицина И.В., Булгакова И.Н.

Evaluation of soil fertility parameters and wheat yield response to a micronutrientenriched fertilizer under the agro-ecological conditions of bilasuvar district, Azerbaijan 56
G.F.Musayeva, L.U.Hasanova

A bibliometric insight into global vermicompost research 60
Ogra I.O., Kurovsky A.V., Kornievskaya E., Jibril M.S., Yange I.A., Muhammad S.A.J, Babenko A

Влияние сидеральных культур и способов их заделки на содержание элементов питания 67
Жлоба Г.П.

Последействие сидеральных смесей и способов их заделки на содержание органического углерода и детрита в почве в посевах пшеницы 74
Жлоба Л.Д., Зуева Н.Б.

Тікелей себу кезінде алғы дақылдарға байланысты нитратты азот пен жылжымалы фосфор құрамының өзгеру динамикасы 79
Жұмабек Б., Баймуканова О.Н., Тулаев Ю.В., Соловьев О.Ю., Байшоланов С.С., Ақшалов Қ.А.

Влияние предшественников на водно-физические свойства почвы и урожайность пшеницы в зернопаровом и плодосменном севообороте 85
Журик С.А.

Влияние разных способов основной обработки и удобрений на агрофизические свойства светло-каштановой почвы и урожайность гороха в степной зоне Алматинской области 92
Жусупбеков Е.К., Амангалиев Б.М., Малимбаева А.Д., Батырбек М.Б., Бердібек Е.Б., Мырзахан К

Влияние сроков внесения минеральных удобрений на урожайность семян житняка гребневидного 99
Золотарев В.Н., Острикова М.Г.

Трансформация органического углерода почвы и его лабильной составляющей под влиянием агротехнологий и удобрений 107
Зуева Н.Б.

Эффективность различных способов применения гумата калия bp20 при возделывании яровой пшеницы в условиях Северного Казахстана 113
Келлер Э.Н., Заболотских В.В.

Оптимизация предпосевной подготовки семян путем снижения доз протравителей 119
Комаров А.А., Ирмулатов Б.Р., Нугразиев Р.Е., Черный А.А.

Почвенно-ресурсосберегающая технология выращивания хлопчатника, способствующая предотвращению процессов деградации почвы 125
Костаков А.К., Тагаев А.М., Махмаджанов С.П., Дуйсен О.К.,
Базарбай З.К., Махмаджанов Д.С.

Влияние регуляторов роста на укоренение черенков различных видов тополя 133
Крючков С.Н., Солонкин А.В., Соломенцева А.С., Романенко А.К.,
Егоров С. А., Горбушова Д.С.

Солтүстік Қазақстан жағдайындағы шаруашылықтарда ең жоғары экономикалық тиімділік беретін өнімді ауыспалы егістері 137
Қияс А. А., Ахметова Г.К., Беген Т.А.

Влияние технологии возделывания и применения удобрений на урожайность гороха в условиях Акмолинской области 148
Мамыкин Е. В., Ирмулатов Б.Р. Назарова П. Е.Харитонов Д.С. Кунанбаев К.К.

Выращивание рассады brassica oleracea под термическими лавсановыми пленками, модифицированными магнетронным распылением наночастиц соединений металлов 153
Минич А.С., Минич И.Б., Филипченко С.А.

Влияние птичьего компоста на продуктивность яровых пшеницы и гороха в условиях Северного Казахстана 159
Назарова П. Е., Наздрачев Я. П.

Применение малоглубинных методов геоэлектрики для решения задач точного земледелия 166
А. В. Прокопьев, П. А. Барсуков, Е. В. Балков, Ю. Г. Карин

Разработка оптимальной структуры посева ярового рапса сорта новосел с целью достижения максимальной семенной продуктивности 172
Сергеева С.Е., Воловик В.Т.

Түркістан облысының тәлімі жерлерінде алқа тұқымдастары ауыспалы егіс жүйесінде мақсары өсірудің қор үнемдеу технологиясы 176
Сыдық Д.А., Еркуатов Р.Н., Сыдыков М.А.,
Құланбай Қ.Ж., Қазыбаева А.Т.

Түйежоңышқа тұқымдарының органикалық өсіру технологиясындағы зертханалық және далалық өнгіштігі 183
Сыздыкова Г.Т., Сагалбеков У.М., Уалиева Г.Т., Калин А.К.

Продуктивность зернотравяного севооборота в зависимости от оптимизации условий минерального питания в Омской области 190
Тимохин А.Ю., Михайлов В.В., Шаповал М.С.

Состояние микробоценоза ризосферы зерновых культур при применении биопрепаратов
Тукмачева Е.В. 196

Изучение влагообеспеченности, засоренности, продуктивности культур плодосменного севооборота на южных чернозёмах Северного Казахстана
Тулаев Ю.В., Сомова С.В., Тулькубаева С.А., Енсебаев Д.С. 202

Сорные растения в агрофитоценозах культур органического земледелия Воронежской области и некоторые рекомендации по борьбе с ними
Худякова В.П., Разумова Е.В., Заречина А.К. 210

Treating cucumber (cucumis sativus) transplants with seaweed extract (industrial waste) increases yield
Shibaeva T.G., Sherudilo E.G., Rubaeva A.A. 215

Характеристика основных типов почв сада имени А.Д. Кизюрина
Шойкин О.Д., Невенчанная Н.М., Сорокин А.А. 221

Использование индекса NDVI для оценки развития гороха под влиянием доз минеральных удобрений и элементов технологии
И.В. Шупанова, Е.В. Мамыкин, Д.С. Харитонов 225

Прямой посев яровой пшеницы в условиях Центрального Казахстана
Ющенко Д.Н. 233

Оценка люцерны изменчивой к грибным болезням в Омской области
Н.А. Якунина, С.А. Крахмалев, А.В. Дубинин 241

ГЕНОФОНД И СЕЛЕКЦИЯ 246

Селекция яровой твердой пшеницы на урожайность и устойчивость к болезням на Юго-востоке Казахстана
Аширбаева С.А., Сарбаев А.Т, Абдикадирова А.К. 246

Генетические ресурсы устойчивости образцов яровой твердой пшеницы к септориозу
С.А. Бабкенова, А.Т. Бабкенов, И. А. Жирнова 255

Селекционные линии яровой твердой пшеницы резистентные к листовой ржавчине
Бабкенова С. А, Бабкенов А.Т., Жылкыбаев Р.С. 258

Комплексная оценка материала КАСИБ в условиях южной лесостепи Омской области
Белан И.А., Россеева Л.П., Пугачева Н.С., Игнатьева Е.Ю. 261

Характеристика пастбищной массы коллекционных образцов psathyrostachys juncea по аминокислотному составу
С. М. Дашкевич, М. У. Утебаев, Н. И. Филиппова,
О. О. Крадецкая, И. В. Чилимова. 268

Мақсары дақылының жаңа «Водопад-23» сорты
Жамалбеков М.М., Айнабеков М.К., Оразалиев Н.Н. 275

Результаты экологического испытания питомника КАСИБ – 26 в условиях Акмолинской области.
Жигула Т.Ю. 280

Биоэкологические особенности медиазия крупнолистного (mediasia macrophylla pimenov) 288
Ю.Э. Икромова, З.И. Умурзакова, К.Туратов

Результаты конкурсного сортоиспытания ярового овса в условиях Акмолинской области 295
С.Б. Кокушева, А.В. Юзюк

Комплексный подход к оценке качества гороха: кулинарные показатели и цветометрия каши в системе lab 302
Крадецкая О.О., Ошергина И.П., Утебаев М.У., Чилимова И.В.

Комплексная оценка селекционного материала в экологическом сортоиспытании 309
Лыкова Н. А.

Технология перекрестного опыления горца забайкальского в Северном Казахстане 313
Малицкая Н.В., Кузнецова М.А., Баяхметова С.Е., Курмангалиев М.К.

Создание солеустойчивых высокоурожайных адаптированных сортов люцерны для орошаемой зоны Туркестанской области 318
Махмаджанов С.П., Костак О.А, Костаков А.К., Тагаев А.М., Асабаев А.С., Базарбай З.К., Махмаджанов Д

Күздік арпаның конкурстық сортсынақтағы зерттеу нәтижерері 324
Мусабаев Ж.С., Татебаев Б.Ж.

Создание перспективного селекционного материала яровой мягкой пшеницы с использованием днк-маркеров и традиционного анализа 330
Мухордова М.Е., Урман М.В., Власова А.А.

Изменение скорости транспирации тритикале в условиях водного дефицита 336
Норбоева Д.S., Юлдашев О'.Х.

Оңтүстік Қазақстан жағдайындағы ноқаттың коллекциялық үлгілерінің генетикалық әртүрлілігі мен биологиялық ерекшеліктері 340
Оразалиев Н.Н., Мусабеков А.Т., Мусабекова А.А.

Красноводопад тәжірибе станциясында ауыл шаруашылығы дақылдарының генетикалық қорын зерттеу және сақтау 347
Ортаев А.К., Оразалиев Н.Н., Жамалбеков М.М.

Генофонд зернобобовых культур как основа адаптивной селекции в условиях аридизации климата сухостепной зоны Северного Казахстана 353
И. П. Ошергина, Е. А. Тен, Д. М. Пестова

Оценка реакции селекционных номеров ярового рапса на изменение условий выращивания на примере контрольного питомника 361
Пестова Д.М.

Результаты отбора элитных растений в гибридных популяциях яровой пшеницы 371
Саянов А.Т., Бабайцева Т.А. Бабкенов А.Т.,
Шелаева Т.В., Джазина Д.М., Ахметов Б.С

Адаптивный потенциал тритикале в условиях Северного Казахстана: результаты экологического сортоиспытания 376
Тезекбаева А.Е., Лутченко Ж.И.

Маньчжур жаңғағы өскінінің бастапқы даму кезеңдері және морфологиялық ерекшеліктері 382
Төкенова Ж.С., Полевик В.В.

К особенностям отбора озимых зерновых культур в условиях Омского Прииртышья 386
Трипутин В.М., Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н.

Источники хозяйственно-ценных признаков яровой мягкой пшеницы в питомнике КАСИБ 391
Федоренко Е.Н., Артыс А.Ю., Абдуллина В.Ф.

Многолетняя пшеница и зерновой пырей (th. intermedium) – реальность и перспективы селекции в условиях Западной Сибири 398
Шаманин В.П., Айдаров А.Н., Шепелев С.С., Чурсин А.С., Потоцкая И.В., Моргунов А.И.

Характер наследования массы 1000 зерен гибридов f1 яровой мягкой пшеницы в условиях Акмолинской области 404
Шелаева Т.В., Джазина Д.М., Саянов А.Т., Ахметов Б.С.

Влияние ботанических разновидностей на показатели качества зерна гибридных линий мягкой пшеницы 409
Г.М. Юсифова

Селекционная ценность коллекции яровой твердой пшеницы из Италии в условиях Западной Сибири. 414
В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов

Оценка и отбор перспективных сортов овса по физическим и биохимическим показателям 421
Юсова О.А., Решетникова Е.С.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ 429

Вирулентность популяции возбудителя стеблевой ржавчины озимой пшеницы 429
Гладкова Е.В., Волкова Г.В.

Эффективность протравителя против вредителей на пшенице яровой 432
Давыдова В.Н.

Постулирование ювенильных генов устойчивости к бурой ржавчине в сортах озимой пшеницы, лидирующих по посевным площадям в Российской Федерации 437
О.А. Кудинова, Е.А. Климченко, Г.В. Волкова

Влияние различных способов обработки семян на развитие корневых гнилей ячменя 440
Лебзак З. В., Харитонова А. С.

Мониторинг спорообразцов бурой ржавчины пшеницы Акмолинской области (РК) и Омской (РФ) по генам вирулентности 445
Л.В. Мешкова, П.Н. Николаев

Защита всходов рапса ярового от крестоцветных блошек (phyllotreta spp.) 450
Нелис Т.Б.

Impact of fungal diseases on potato yield and economics 455
Humay Nuri Kamran

Проблема вредоносности подсолнечниковой шипоноски и подходы к контролю её численности 463
Д.О. Размашкин

Биологическая эффективность регуляторов роста растений, обладающих индукторной
активностью, против возбудителей болезней ячменя озимого 471
Тараненко В. В., Кустадинчев А. Д., Волкова Г. В.

Эффективность современных протравителей в борьбе с болезнями чечевицы 475
Харитонова А.С.

Биологическая эффективность и длительность фунгицидных свойств новых
препаратов на зерновых культурах 479
Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М., Жилин Н.А.

Оценка эффективности применения кормового концентрата в молочном
животноводстве 485
В. А. Андроханов, В. П. Данилов

СОВРЕМЕННАЯ АГРАРНАЯ НАУКА: ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ
В ЗЕМЛЕДЕЛИИ, РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И СЕЛЕКЦИИ

Международная научно-практическая конференция,
посвященная 70-летию НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева
23 июля 2026 года

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства
им. А.И. Бараева»
021601 Акмолинская область, Шортандинский район, п. Научный
тел.: 8 (71631) 23029, 23032
e-mail: tsenter-zerna@mail.ru

Подписано к печати 17.07.2026 г.
Формат 60*90/16
Тираж 100 экз.

Отпечатано в ИП «ZhanDos»
РК, г. Астана, ул.Е-489, дом 6, НП 5

ISBN 978-601-7648-71-8



