

УДК 631.4:504(470.56)

DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-2-16-27

ПРИРОДНО-АГРОГЕННАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

NATURAL AND AGROGENE CONDITIONALITY OF SOILS FERTILITY IN NORTHERN KAZAKHSTAN



*С. В. Пашков,
Северо-Казахстанский
государственный
университет
им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск
sergp2001@mail.ru*

*S. Pashkov,
North Kazakhstan State University
named after M. Kozymbaev,
Petropavlovsk*



*С. Б. Байбусинова,
Северо-Казахстанский
государственный
университет
им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск
sb.baybusinova@mail.ru*

*S. Baybusinova,
North Kazakhstan State
University named after
M. Kozymbaev, Petropavlovsk*

В условиях агрессивного континуального сельскохозяйственного землепользования, приведшего к агрогенной деградации почв региона и трансформации структуры верхнего гумусированного горизонта вследствие непрерывной распашки, возрастает необходимость освещения причин дегумификации наряду с изучением отрицательного влияния на плодородие почв их природных особенностей: гидроморфизма, солонцеватости, язакватости, карбонатности. Определено, что земельным ресурсам исследуемого района свойственна комплексность, выражающаяся в мозаичности разнотипных почв, что связано с особенностями геологического развития территории и имеет результирующее влияние на формирование структуры гумусированного горизонта. Выполнена аналитическая обработка результатов многолетних агрохимических обследований пахотных земель и производственных опытов Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции, установлены качественные показатели потери плодородия (ориентировочный баланс гумуса) в репрезентативных участках агроландшафтов лесостепной и умеренно-засушливо-степной природных зон. Дана экономическая оценка потери естественного плодородия (гумуса) почв региона в условиях монокультурного (зернового) земледелия за постцелинный период. Определена степень участия и пороговые значения природных, природно-агрогенных и агрогенных факторов истощения земель, идентифицированы и систематизированы статистические данные о содержании биогенов и среднегодовых темпах падения содержания гумуса в почвах районов области.

Проведена сравнительная типология административных районов по интегрированному показателю плодородия пахотных земель, рассчитана корреляционная связь между плодородием почв и их бонитировочной оценкой. Сделано предположение, что единственным экологоприемлемым сценарием решения проблемы падения плодородия почв станет замена минеральных удобрений органическими на основе местного озерного сырья – сапропеля и слявины, где основной группой биологически активных веществ являются гуминовые кислоты

Ключевые слова: биогены; гумус; гумусированный горизонт; минеральные и органические удобрения; пахотные земли; почвенные ресурсы; природные и агрогенные факторы плодородия; Северный Казахстан; Северо-Казахстанская область; чернозем

In the conditions of the aggressive continual agricultural land use which led to agrogenic degradation of soils in the region and transformation, owing to continuous plowing of structure upper humus horizon relevance of dehumification reasons interpretation, along with studying of negative influence on soils fertility their natural features such as hydromorphism, alkalines, inhomogeneity, calcareousness. It is defined that the complexity which is expressed in mosaicity of polytypic soils that is connected with features of geological development of the territory is peculiar to land resources of the explored area and has resultant influence on formation of structure of the humus horizon. Analytical handling of the results of long-term agrochemical inspections of arable lands and know-how

of the North Kazakhstan agricultural experimental station is executed, quality indicators of loss of fertility (approximate balance of humus) in representative sites of agrolandscapes of partially wooded steppes and moderate and droughty and steppe natural zones are established. The economic evaluation of loss of natural soils fertility (humus) in the region in the conditions of single-crop (grain) agriculture for post virgin land period is given. Threshold and background values of natural, natural and agrogene and agrogene factors of depletion of lands are determined, statistical data on content of biogenes and annual average sizes of average annual rates of falling of humus in soils of districts in the region are identified and systematized.

The comparative typology of administrative regions on the integrated indicator of fertility of arable lands is carried out, correlation communication between fertility of soils and their bonitation assessment is calculated. The assumption is made that replacement of mineral fertilizers organic on the basis of local lake raw materials — sapropel and wood fragments where the main groups of biologically active agents are humic acids will become the only ecological friendly scenario of solution of the problem of falling of fertility of soils

Key words: biogenes; humus; humus horizon; mineral and organic fertilizers; arable lands; soil resources; natural and agrogene factors of fertility; Northern Kazakhstan; North Kazakhstan region; black soils

Введение. Проблема снижения плодородия, сокращения запасов органического вещества (прежде всего, гумусовых веществ) в почвах занимает одно из важнейших мест в отечественном почвоведении. Именно гумусированность является интегрированным показателем состояния почв агроландшафтов, что особенно актуально для Северного Казахстана (СК) — главной житницы страны. В пределах рассматриваемого района доминируют черноземы и каштановые почвы, образующие две главные почвенные зоны. Условия почвообразования СК имеют ряд специфических черт, в силу чего почвенный покров характеризуется определенными провинциальными особенностями, кардинально отличающими почвы района от аналогичных почв Русской равнины.

Целью данного исследования является попытка оценить степень влияния различных групп факторов природно-агрогенной направленности на плодородие пахотных земель и выявление временной направленности падения гумусного состояния почв в постцелинной ретроспективе. В качестве объектов исследования нами взяты почвы зонального ряда юго-запада Западно-Сибирской равнины (в пределах Северо-Казахстанской области), представленные основными подтипами черноземов и темно-каштановыми почвами лесостепных и умеренно-засушливо-степных районов. На основе и в связи с территориальными иссле-

дованиями проведено районирование территории области по степени выпашанности почв, в том числе по основным показателям гумусного и биогенного состояния, определен суммарный экономический ущерб от потери плодородия.

Для почв описываемого региона наиболее характерна комплексность, проявляющаяся в том, что зональные почвы встречаются не однотипными массивами, а в сложном комплексе с солонцами: доля их может варьировать в крайне широком диапазоне — от 5...10 % на севере до 50...70 % и более — на юге. Выдающийся советский ученый-почвовед К. П. Горшенин, обследовав почвенный покров региона, отметил: «...лесостепные и степные районы Западно-Сибирской низменности в пределах Северного Казахстана по составу и комплексности почвенного и растительного покрова совершенно оригинальны и неповторимы ни в какой другой части территории СССР» [4. С. 238].

Столь высокая разнородность почвенного покрова СК связана, очевидно, с особенностями развития территории в геологическом прошлом. Анализ палеогеографических данных позволяет с высокой долей точности предположить, что древнеозерные равнины Западной Сибири в верхнечетвертичную эпоху были значительно более обводнены и в меньшей степени дренированы, чем в настоящее время. Этим объясняется широкое развитие на между-

речьях и межгрядных повышениях почв лугового, лугово-солонцового и лугово-солончакового типа. В голоцене, в связи с уменьшением обводненности и понижением уровня грунтовых вод, начался процесс *рассоления* и *остепнения* этих почв. До настоящего времени в почвенном покрове района сохранились реликтовые черты: повышенная солонцеватость черноземов и обилие солонцовых комплексов. Помимо этого, широкое распространение засоленных почв на низких древнеозерных равнинах связывается с засоляющей ролью озер, многие из которых (особенно, в левобережной части) в настоящее время находятся в стадии усыхания.

С перечисленными обстоятельствами связан еще ряд *природных* особенностей почв СК, влияющих на плодородие: карбонатность, языковатость и, что самое важное, малая мощность гумусированного горизонта. Под языковатостью черноземных почв понимается резко выраженная неоднородность окраски гумусового профиля: заклинки материнской породы поднимаются близко к дневной поверхности, нарушая однородность окраски гумусированного горизонта. Помимо этого, суровые и холодные зимы с сильными ветрами и маломощным снежным покровом обуславливают промерзание почв до 1,5...2 м и образование морозобойных трещин, по которым происходит осыпание частиц из верхнего гумусированного горизонта, что усугубляет языковатость почвенного профиля и негативно сказывается на агрофизических и агрохимических свойствах почв. Суровые климатические условия приводят и к тому, что основная масса корней растений сосредоточена в верхних 40...50 см, что определяет специфику гумусового профиля — малую мощность перегнойного горизонта.

Указанные природные свойства почв, которые принято считать географическими или геоморфологическими (так как основной причиной в данном случае является рельеф), оказывают непосредственное влияние на снижение плодородия. Несмотря на равнинность рельефа области в це-

лом, что отмечается как одно из главных преимуществ при бонитировочной оценке земельных ресурсов, необходимо выделить и некоторые особенности, отрицательно влияющие на качество почв. Прежде всего, это наличие многочисленных западин, приозерных и межгрядных понижений, эрозионных форм рельефа. Западины и другие депрессии, являясь аккумуляторами весенних талых и летних дождевых вод, способствуют переувлажнению почвенного горизонта и формированию гидроморфных разнородностей почвенного покрова.

Гидроморфные почвы, формирующиеся в условиях постоянного или периодического переувлажнения и анаэробнозиса, несут в своем облике признаки этого процесса. Почвенный профиль в данном случае приобретает следующие характерные признаки гидроморфизма:

- оглеение горизонтов почвенного профиля;
- оглеение кутан;
- конкреционные железо-марганцевые новообразования типа ортштейнов; гумус-алюминиевые конкреции; железистые конкреции (дерновая руда, рудяковые новообразования); карбонатные и глинисто-карбонатные конкреции;
- цемент-гидрогенные железистые (железистые коры, ортзанд) и карбонатные (туф, луговой мергель, луговая известь) новообразования;
- мощности подзолистого горизонта и его цвет;
- содержание перегноя;
- мощности торфяных горизонтов, их зольность и ботанический состав;
- накопление сульфидов железа (в результате сульфатредукции).

Новообразования являются чутким индикатором химического состава грунтовых вод, степени оглеенности почв и причин заболачивания. Признаками гидроморфизма, влияющими на плодородие почв, в условиях области являются:

- инверсия солевых горизонтов, накопление хлоридов в поверхностных слоях почвенного профиля черноземов и каштановых почв при орошении;

— появление соды в условиях сульфатного засоления как следствие сульфатредукции;

— карбонатная цементация поверхностных горизонтов орошаемых почв в результате натриево-кальциево-магниевого засоления и др.

Сумма солей в солёном горизонте данных почв колеблется от 0,3 до 1,5 %. Засоление носит в основном сульфатный и хлоридно-сульфатный характер. Учитывая перечисленные отрицательные свойства, солонцы используются лишь в качестве кормовых угодий. Солончаки находятся обычно в днищах высохших солёных озёр или древних долин.

Солоди — типичные почвы лесостепных ландшафтов региона, сформировавшиеся в замкнутых мезо- и микрозападинах (как правило, под берёзовыми и осиновыми колками), где весной скапливаются талые воды. В колочных западинах создается благоприятный водный режим для лесной растительности, последняя, в свою очередь, способствует накоплению снега и избыточному увлажнению.

Наряду с природными факторами, важную роль в падении гумусированности почв играют *природно-агрогенные* процессы — дефляция и водная эрозия. Данные процессы являются естественными, протекают крайне медленно и на плодородие почв никак не влияют, однако под влиянием антропогенного фактора они приобретают ускоренный характер и, помимо разрушения и сноса почвенного покрова, интенсифицируют сокращение в нем содержания гумуса и биофильных элементов.

Водная эрозия — один из наиболее интенсивных и широко распространенных экзогенных процессов, который наносит существенный ущерб почвенным ресурсам. Распашка территории с уничтожением естественного растительного покрова и коренным изменением эрозионно-денудационных процессов в настоящее время является главным антропогенным фактором, провоцирующим развитие эрозионных процессов в регионе. В результате распашки больших площадей полностью уничтоже-

на лугово-степная растительность с одновременным созданием сети искусственных рубежей, концентрирующих сток. Это обусловило, с одной стороны, уменьшение противоэрозионной стойкости незащищенной растительностью поверхности, с другой — резкое увеличение глубины и скорости микроручейковых потоков и, как следствие, их размывающей способности. Помимо потерь площади за счет образования непосредственно оврагов, не меньший ущерб агрофлоре наносят качественные потери пахотных земель: в результате бессистемного использования земель в отдельные годы теряется до 60...70 % талой воды, смывается до 6...7 т почвы с 1 га в весенний период снеготаяния [6].

Основной причиной ветровой эрозии почв является распашка больших массивов потенциально опасных земель, а особенности природных условий региона — равнинность рельефа, засушливость климата, широкое распространение карбонатных почв и легкого механического состава, безлесность центральных и южных районов — лишь усугубляют процессы интенсивности дефляции. Выдувание почв отчетливо наблюдается на ветровом склоне, перенос и сортировка — на сравнительно ровной поверхности, отложение ветрового наноса приурочено к слабо покатому заветренному склону. Выделяют три зоны влияния рельефа на ветровую эрозию почв:

- 1) целина и перелог (выдувание почв отсутствует);
- 2) пашня (зона выдувания, переноса и сортировки эолового материала);
- 3) зона отложения эолового материала [1].

Таким образом, характер рельефа, с одной стороны, является одной из детерминант зарождения и развития эрозионных процессов, с другой — дефляция активно воздействует на земную поверхность, трансформируя ее и приводя к падению плодородия [10].

Не менее значимы качественные потери почв. Так, в старопахотном Советском (ныне — Аккайынском) районе, на опытных полях Северо-Казахстанской сельско-

хозяйственной опытной станции (СКСХОС), подвергнувшихся ветровой эрозии, потери гумуса (в слое 0...10 см) в агрогенно-деградированных темно-каштановых почвах за 1959–1962 гг. исчислялись 7...10 т/га, азота – 300...700 кг/га, фосфора – 160...350 кг/га, калия – 2...7 т/га валовых форм и соответственно подвижных форм, 15...30; 8...30 и 60...125 кг/га. Сокращение доли перечисленных биогенов в процентном соотношении составило: гумус – 25...40 %, азот – 12...36 %, фосфор – 14...25 % и калий – на 18...32 %.

Однако ведущая роль в снижении плодородия почв СК принадлежит антропогенным, а точнее, *агрогенным* факторам. Рассматриваемый регион является самым освоенным в стране и дает свыше 85 % зерна, наибольшие площади под пашней заняты в Северо-Казахстанской (СКО) (45,6 %), Акмолинской (34,4 %) и Костанайской (28,9 %) областях. За 40 постцелинных лет во всех подтипах почв СК содержание гумуса уменьшилось на 5...20 % и более, что объясняется непрерывной распашкой земель без достаточного внесения органических удобрений с параллельным развитием процессов водной и ветровой эрозии и другими факторами. За годы сельскохозяйственного землепользования целинных районов из 4,3 млрд т запасов гумуса пахотного слоя (0...25 см) безвозвратно потеряно при дефляции и водной эрозии за счет минерализации органического вещества и выноса с урожаем порядка 1,2 млрд т, или 28,3 % [2]. В данном случае СК не является исключением: как показывают исследования казахстанских ученых, процесс дегумификации охватил практически всю территорию страны. Потери гумуса в пахотных почвах Казахстана в слое 0...30 см за период 1960–1995 гг. в меньшей степени коснулись Жамбылской области (9 %), около 15% наблюдаются в Акмолинской, Восточно-Казахстанской, Западно-Казахстанской, СКО и Южно-Казахстанской областях. От 15 до 20 % падения зафиксировано в Актюбинской и Костанайской областях, а «лидерами» являются Алматинская (около 24 %) и Ка-

рагандинская (около 27 %) области [3]. Исследователями отмечено, что наиболее резкое уменьшение содержания гумуса происходит в первые 5...10 лет после распашки целинных почв, но не более 20 лет, когда процесс дегумификации замедляется и наступает так называемый этап стационарного равновесия почвы. С позиции снижения плодородия основная опасность таится не столько в падении гумусированности, сколько в потерях лабильных форм органического вещества, которые в итоге и определяют облик почвы, ее важнейшие агрохимические свойства и урожайность [7].

Несомненный интерес представляют почвенные ресурсы СКО, на 80 % представленные лучшими в стране черноземными почвами, что оправдывает внимание к вопросам содержания и динамики гумуса в почвах региона и необходимости поддерживать их плодородие. В течение 2000–2015 гг. в области проведена масштабная и крайне необходимая работа по оценке главных показателей плодородия почвенного покрова и, в первую очередь, гумуса.

Далее приведены данные аналитических исследований пахотных угодий СКО, проведенные ГУ «Республиканский Научно-методический центр АУЗР» с 2000 по 2010 гг. и охватившие 80 % пахотных сельхозугодий региона, а также результаты 45-летних наблюдений за содержанием гумуса пахотных земель области Северо-Казахстанского дочернего предприятия «НПЦ землеустройства» (табл. 1).

При большом диапазоне разноплановых показателей, характеризующих качество почв, единственным способом их сравнения является экспертный метод. При данном методе анализируются первичные данные, каждой выборке индикаторов присваиваются оценочные баллы. В нашем случае баллы присваивались показателям, наиболее полно представленным в данных сельскохозяйственной статистики. Так, для уровня содержания гумуса взяты значения средней укрупненной группировки почв, представляющей 80 % всей обследованной площади пашни. Вариабельность значений

составила 54...92 % распределения площадей по административным районам области, расположенных в укрупненной группировке почв.

Таблица 1/ Table 1

Дифференциация пахотных земель Северо-Казахстанской области по содержанию гумуса (в разрезе административных районов)

Differentiation of the arable land of the North-Kazakhstan district in humus content (in terms of administrative districts)

Наименование района/Name of a district	Обследованная площадь, тыс. га/The surveyed area thousand. ha	Укрупненная группировка/The enlarged group					
		низкая/low		средняя/medium		высокая/high	
		Границы групп, %/Borders of groups, %					
		<4		4...6		>6	
		тыс. га/ thousand. ha	%	тыс. га/ thousand. ha	%	тыс. га/ thousand. ha	%
Айыртауский/Aiyrtau	311,91	7,39	2,4	255,61	81,9	48,91	15,7
Акжарский/Akzhar	300,12	81,02	26,9	215,84	71,9	3,26	1,1
Аккайынский/ Akkayynsky	198,39	3,8	1,9	182,51	91,9	12,08	6,1
Есильский/Esilsky	216,5	6,46	3,0	197,44	91,2	12,6	5,8
Жамбылский/ Zhambyl	190,33	27,63	14,5	149,76	78,7	12,94	6,8
М. Жумабаева/М. Zhumabaeva	361,21	7,79	2,2	313,24	86,7	40,18	11,1
Кызылжарский/ Kyzylzhar	175,68	22,03	12,5	140,29	79,8	13,36	7,6
Мамлютский/ Mamlyutsky	156,97	11,62	7,4	135,38	86,2	9,97	6,4
Г. Мусрепова/ G. Musrepov	535,87	178,1	33,2	337,5	63,0	20,28	3,8
Тайыншинский/ Tayynshinsky	543,24	56,6	10,4	477,90	87,9	8,74	1,6
Тимирязевский/ Timiryazevskiy	122,47	6,86	5,6	113,77	92,9	1,84	1,5
Уалихановский/ Ualihanovsky	241,63	110,68	45,8	130,24	53,9	0,71	0,3
Шал акына/Shal akyn	228,15	5,73	2,5	193,84	84,9	28,58	12,6
Итого по области/ Total area	3 582,47	525,7	14,7	2843,3	79,4	213,45	5,9

Оценочная шкала включала градации: 5 баллов — интервал 55...65 % площади пашни со средним содержанием гумуса; 10 баллов — интервал 65...75 %, 15 баллов — интервал 75...85 %, 20 баллов — интервал 85...95 %. Для сельхозугодий по содержанию фосфора также взята укрупненная группировка со средним содержанием, где разброс значений составлял 30...60 % площадей и где градации представлены зна-

чениями баллов 3, 6, 9, 12 баллов. Аналогично выбраны укрупненные группировки значений по азоту и калию (с высоким содержанием элемента). В итоге по каждому району области определены баллы в зависимости от доли площадей с тем или иным содержанием биогенов в почве, особенно азота — наиболее чувствительного индикатора плодородия почв, и выведена итоговая сумма с ранжированием (табл. 2).

Таблица 2/Table 2

Ранжирование административных районов СКО по уровню плодородия почв
Ranking of NKD administrative regions by the level of soil fertility

Районы/Areas	Баллы/Points					Место/ place
	по гумусу/ by humus	по фосфору/ by phosphorus	по азоту/ by nitrogen	по калию/ by potassium	всего/ total	
Айыртауский/Aiyrtau	15	12	12	4	43	6
Акжарский/Akzhar	10	9	4	10	33	12
Аккайынский/ Akkayynsky	20	9	12	2	43	7
Есильский/Esilsky	20	9	8	10	47	3
Жамбылский/ Zhambyl	15	6	8	8	37	9
М. Жумабаева/М. Zhumabaeva	20	9	12	10	51	1
Кызылжарский/ Kyzylzhar	15	9	8	2	34	11
Мамлютский/ Mamlyutsky	20	3	12	10	45	5
Г. Мусрепова/ G. Musrepov	5	12	8	10	35	10
Тайыншинский/ Tayynshinsky	20	12	4	10	46	4
Тимирязевский/ Timiryazevskiy	20	12	8	10	50	2
Уалихановский/ Ualihanovsky	5	12	4	10	31	13
Шал акына/Shal akyn	15	12	4	10	41	8

Лидером по интегрированному показателю плодородия почв является южнолессостепной район М. Жумабаева, последнее место занимает умеренно-засушливо-степной Уалихановский район, что вполне коррелирует с бонитировочной оценкой почв хозяйств данных локалитетов ($r = 0,8$), в то время как земельные ресурсы Кызылжарского и М. Жумабаева районов, согласно приведенным расчетам, бонитировкой несколько переоценены. Метод характеризуется средним уровнем достоверности, однако позволяет наглядно сопоставить и сравнить почвенные ресурсы районов по уровню плодородия.

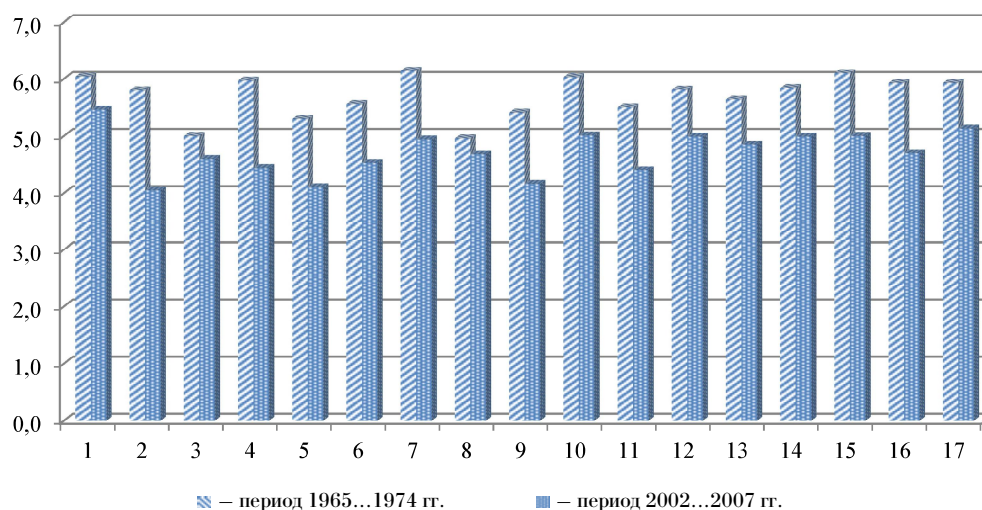
В Костанайской области, относящейся также к зоне техногенного типа развития агросферы, проведена комплексная работа по экономической оценке потери естественного плодородия как метода измерения ущерба от нерационального использования земли с момента освоения целины [8]. Модифицировав методику применительно к типологии и бонитировочной оценке почвенных ресурсов СКО, мы выяснили, что при использовании пахотных земель обла-

сти общие потери гумуса со времени освоения целины составили 345 млн 193 тыс. т. Далее выразили ущерб от дегумификации пахотных земель в стоимостной форме, исходя из стоимости затрат на производство 1 т азота. По справочным данным, на получение 1 т связанного азота затрачивается 3 т нефти, в 1 т гумуса содержится 0,05 т азота. Учитывая нынешние мировые цены на нефть (430 долл/т), определили, что стоимость 1 т гумуса составляет 64,5 долл. По справочным данным департамента сельского хозяйства СКО, за период с 1955 по 2016 гг. область произвела 317 млн 427 тыс. т зерна, следовательно, с учетом эрозионных процессов в среднем на производство 1 т зерна израсходовано 1,09 т гумуса. Таким образом, совокупный экономический ущерб от потери естественного плодородия при использовании пахотных земель области лишь с 1955 г. составляет 22 млрд 265 млн долл. (в текущих ценах на нефть).

Одной из целей наших исследований является оценка пространственного рас-

пределения почв по основному показателю плодородия, играющего диагностирующую роль — содержанию гумуса [9; 13; 14]. Однако не меньший интерес представляет динамика этого показателя, приведенная

на рисунке, где показаны темпы снижения гумуса для 17 пунктов репрезентативных ключевых участков, на территории которых взято и проанализировано более 130 образцов почв [2].



Динамика содержания гумуса (%) в пахотном горизонте черноземов обыкновенных по хозяйствам Северо-Казахстанской области

Dynamics of humus content (%) in the arable horizon of chernozems ordinary farms in the North Kazakhstan region

Почвенные разрезы закладывали на типичных в природном отношении участках, образцы отбирали в пахотном горизонте. Для всех приведенных пунктов, по данным Н. Белецкой, наблюдается снижение содержания гумуса от 30,2 до 0,6 % за разные интервалы времени. Самая высокая скорость снижения плодородия (гумуса) почв зафиксирована в Рузаевской ПСЭП 10...1,45 % в год, наименьшая — на Октябрьском ключевом участке (СЭП 6,7) и в Волошинском сельском округе (свх. «Пушкинский»), где она составляет 0,1 % за год. Средняя величина снижения гумуса, выведенная из представленных на рисунке среднегодовых показателей, составила 0,5 % за год. Ее, очевидно, можно принять и за общий показатель среднегодовых потерь гумуса для СКО, что подтверждают ранее опубликованные работы [5]. В 90-х гг. XX в. хозяйства области практически не вносили минеральные удобрения, что дает основание предполагать максимальное

уменьшение содержания биогенов в почвах именно в этот период.

Ведущей детерминантой агрогенного снижения плодородия почв области следует признать вынос питательных веществ с отчуждаемым урожаем (табл. 3).

Для бездефицитного баланса гумуса ученые агрономы, учитывая результаты производственных опытов на экспериментальных полях хозяйств области, рекомендуют следующие мероприятия по восстановлению утраченных свойств: вносить 10...15 т навоза на 1 га севооборотной площади с учетом, что выход гумуса из 1 т навоза составляет лишь 50 кг. Так как навоз обладает длительным последствием и вносят его один раз за ротацию (4...5 лет), то доза внесения его в зернопаровых севооборотах будет равной 40...60 т/га, а в зернопропашных и зернотравяных двухпольных — 30...40 т/га на две ротации [12]. СКО как аграрная область нуждается в регулярно вносимых удобрениях для поддер-

жания высокого уровня плодородия почв и урожайности сельхозкультур. Производственные опыты СКСХОС показывают, что с урожаем пшеницы с 1 га в среднем происходит вынос ~2,5 т гумуса, в то время

как из корневых и пожнивных остатков, в ходе процессов разложения и синтеза органического вещества, образуется не более 0,7...0,8 т.

Таблица 3/Table 3

Вынос питательных веществ с урожаем основных культур, кг/т
Removal of nutrients with the harvest of the main crops, kg/t

Культуры/Cultures	N	P205	K20
Озимая пшеница/ Winter wheat	37	13	23
Рожь/Rye	31	14	26
Яровая пшеница/ Spring wheat	42	12	18
Ячмень/Barley	29	11	20
Овес/Oats	33	14	29
Кукуруза на зерно/ Corn for grain	34	12	37
Просо/Millet	33	10	34
Гречиха/ Buckwheat	30	15	40
Сахарная свекла/ Sugar beet	6	2	7
Картофель/ Potatoes	6	2	14
Клевер (на сено)/ Clover (hay)	20	6	15

Проанализировав сведения о внесении минеральных удобрений в пашню районов СКО за 2000–2015 гг. [11], сделан вывод, что средние величины внесения минеральных удобрений варьировали от 8 до 139 кг/га. Группа районов, в которых среднее внесение минеральных удобрений ниже нормы, включает Акжарский, Мамлютский, Уалихановский (по 7 кг/га), Есильский, М. Жумабаева (по 12) и район Шал акына (17 кг/га). От 20 до 50 кг/га минеральных удобрений внесено в Жамбылском (20), Аккайынском (29), Кызылжарском (34), Айыртауском (36), Тайыншинском (46 кг/га) районах. Более 50 кг/га характерно лишь для двух районов – Тимирязевского (54) и Г. Мусрепова – 139 кг/га. Среднеголетний показатель по СКО составил 28 г/га. Показатели первых трех районов – в четыре раза меньше, а в последнем из названных районов – в пять раз больше среднеобластного значения. Показатели по действующему веществу вносимых удобрений варьируют от 3 до 70 кг/га. После обретения независимости и начала экономического

кризиса внесение минеральных удобрений в Казахстане резко упало: если в 1990 г. в среднем по стране на 1 га пашни вносилось 949 кг минеральных удобрений, то в 2004 г. – только 5 кг, а в 2014 г. – 26 кг. По СКО, снижение составило в 2001 г. – 56 раз, а в 2015 г. – 16 раз. В 1990 г. хозяйства области в среднем вносили органических удобрений более других областей страны – 1300 кг/га, в 2004 г. эта величина упала до 3,8 кг/га, в 2009 г. показатель составил порядка 17 кг/га, а в 2015 г. – лишь 48 кг/га.

Анализ статистических данных по площадям внесения удобрений в разрезе областей Казахстана за последние 10 лет показал, что доля участия таких полей по СКО огромна: несмотря на то, что территория СКО самая маленькая и составляет лишь 3 % от площади страны, по минеральным удобрениям она варьирует от 8 до 31 % от общереспубликанских показателей, по органическим – от 0 до 35 %. Это объясняется, прежде всего, значительными, даже по республиканским меркам, площадями пахотных земель с доминированием мо-

нокультурного (пшеничного) земледелия, а также культивированием кукурузы и подсолнечника на силос (с характерным чрезмерным истощением почв), что требует непрерывного и масштабного внесения биофильных элементов.

Поиск новых, более эффективных форм повышения плодородия инициировал решение отечественными учеными ряда вопросов, позволившее форсировать разработку и внедрение в производство органических удобрений на основе местного сырья — ресурсов озер — сплавины и сапропеля, используемых для производства экологически чистых органоминеральных и органических удобрений. Важнейшим свойством последних является длительный срок действия биогенов — до 5 лет. Экспериментально доказана прибавка урожая до 30 % при одновременном повышении содержания белка и снижении нитратов и солей тяжелых металлов в продуктах растениеводства [3].

Таким образом, изменение (понижение) общего уровня гумусированности зафиксировано на всей территории области и характерно для всех типов почв, включая самые плодородные — черноземы. Поэтому поиск возможностей сохранения и поддержания должного уровня плодородия почв — одна из актуальнейших задач для агроферы региона. Опираясь на полученные показатели минимального содержания гу-

муса для каждого почвенного таксона, следующим шагом станет создание критериев и диагностических показателей шкалы градации выпаханности высококультурных черноземов юго-запада Западной Сибири. В связи с этим главная роль отводится геомониторингу земель, хотя на данный момент стационарные и полустационарные экологические площадки для многолетних наблюдений за состоянием пахотных земель нерепрезентативны и охватывают лишь 15 % площади области.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1) падение плодородия в почвах агроландшафтов СК имеет полигенетический характер, однако ведущая роль принадлежит агрогенным факторам;

2) максимальные потери и самая высокая скорость снижения гумуса и биогенов характерны для почв старопашотных районов, 80 % обследованных земель характеризуются средним содержанием гумуса — 4...6 %;

3) определенные надежды на восстановление утраченных качеств гумуса пахотных земель СК связывают с началом внесения высокоэффективных комплексных органических удобрений из местного сырья — сапропеля и сплавины, поскольку использование минеральных удобрений в нынешних условиях является паллиативом и лишь маскирует неблагоприятную ситуацию.

Список литературы

1. Бараев А. И. Избранные труды. В 3-х т. Алматы: Гылым, 2008. 1087 с.
2. Белецкая Н. П. О плодородии почв Северо-Казахстанской области // Экология и промышленность Казахстана. 2015. № 1 (45). С. 41–46.
3. Белецкая Н. П., Фомин И. А. Удобрения на основе местных ресурсов: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. «Козыбаевские чтения». Т. 4. Петропавловск, 2010. С. 93–98.
4. Горшенин К. П. Почвы южной части Сибири (от Урала до Байкала). М.: Изд-во АН СССР, 1955. 590 с.
5. Кирюшин В. И., Лебедева И. Н. Изменение содержания гумуса черноземов Сибири и Казахстана под влиянием сельскохозяйственного использования // Докл. ВАСХНИЛ. 1984. № 5. С. 4–7.
6. Копеев Б. А., Акшалов К. А., Тлеуов С. С. Влияние агротехнических приемов на уменьшение стоков таловых вод и смыва почвы на склоновых землях // Совершенствование приемов защиты почв от эрозии и приемов охраны природы. Целиноград: НТБ ВНИИЗХ. 1984. № 45. С. 3–14.
7. Ложкин И. В., Климентьев А. И., Поляков Д. Г. Агрогенная трансформация гумусного состояния зональных типов почв степного Оренбуржья: мат-лы VII Междунар. симпозиума «Степи Северной Евразии». Оренбург, 2015. С. 484–487.

8. Маланина А. А. Качественная оценка ресурсного потенциала пахотных земель Костанайской области // Вестник науки КГУ. Серия с.-х. наук. 2002. № 6. С. 30–33.
9. Овчинникова М. Ф. Дегумификация дерново-подзолистых почв. М.: МГУ, 2002. 120 с.
10. Паракшина Э. М. Интегративная эрозия почв: теоретические и прикладные аспекты. Ч. I. Северный Казахстан. Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. 440 с.
11. Растениеводство [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mgov.kz/ru/napravleniya-razvitiya/rastenievodstvo/> (дата обращения: 10.01.2017).
12. Система ведения сельского хозяйства Северо-Казахстанской области. Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2003. 244 с.
13. Kogut B. M. Estimate of chernozem erodibility level according to the humification degree // Byulleten Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva, 2015, vol. 78, pp. 50–58.
14. Ovchinnikova M. F. Peculiarities of seasonal changes and group composition of humus as affected by chemical and mechanical clearing of weeds // Transactions of the VIIIth international symposium «Humus et Planta». Prague-CSSR, 1983, P. 167–169.

References

1. Barayev A. I. *Izbrannye trudy* [Selected works]. Almaty: Gylm, 2008, 1087 p.
2. Beletskaya N. P. *Ekologiya i promyshlennost Kazakhstana* (Ecology and industry of Kazakhstan), 2015, no. 1 (45), pp. 41–46.
3. Beletskaya N. P., Fomin I. A. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Kozybaevskie chteniya»* (Materials of scientific and practical conference «Kozybaevskie chteniya»). Petropavlovsk, 2010, vol. 4, pp. 93–98.
4. Gorschenin K. P. *Pochvy yuzhnoy chasti Sibiri (ot Urala do Baykala)* [Soils of the southern part of Siberia (from the Ural to the Baikal)]. Moscow, USSR AS Publ., 1955, 590 p.
5. Kiryushin V. I., Lebedeva I. N. *Doklady VASHNIL* (Reports of UAASF), 1984, no. 5, pp. 4–7.
6. Kopeyev B. A., Akschalov K. A., Tleuov S. S. *Sovershenstvovanie priemov zatschity pochv ot erozii i priemov ohrany prirody* [Improvement of methods of soils protection against erosion and methods of nature protection]. Tselinograd: STL USRIG, 1984, no. 45, pp. 3–14.
7. Lozhkin I. V., Klimentiev A. I., Polyakov D. G. *Materialy VII Mezhdunarodnogo simpoziuma «Stepi Severnoy Evrazii»* (Materials of the VIIth International symposium «Steppes of Northern Eurasia»). Orenburg, 2015, pp. 484–487.
8. Malanina A. A. *Vestnik nauki KGU. Seriya selskohozyaystvennykh nauk* (Scientific journal of KSU. Series of agricultural sciences), 2002, no. 6, pp. 30–33.
9. Ovchinnikova M. F. *Degumifikatsiya dernovo-podzolistykh pochv* [Dehumification of cespitose and podzolic soils]. Moscow: MSU, 2002, 120 p.
10. Parakshina E. M. *Integrativnaya eroziya pochv: teoreticheskie i prikladnye aspekty* [Integrative soil erosion: theoretical and applied aspects]: P. I. North Kazakhstan. Kaliningrad: Press of Federal State Educational Enterprise «Kaliningrad State Technical University», 2010, 440 p.
11. *Rastenievodstvo* (Plant cultivation) Available at: <http://www.mgov.kz/ru/napravleniya-razvitiya/rastenievodstvo/> (accessed 10.01.2017).
12. *Sistema vedeniya selskogo hozyaystva Severo-Kazakhstanskoy oblasti* [System of farming of the North Kazakhstan area]. Petropavlovsk: NKSU named after M. Kozhayev, 2003, 244 p.
13. Kogut B. M. *Byulleten Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva* (Byulleten Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva), 2015, vol. 78, pp. 50–58.
14. Ovchinnikova M. F. *Transactions of the VIIIth international symposium «Humus et Planta»* (Transactions of the VIIIth international symposium «Humus et Planta»). Prague-CSSR, 1983, pp. 167–169.

Коротко об авторах

Пашков Сергей Владимирович, канд. геогр. наук, доцент кафедры «География и экология», Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан. Область научных интересов: агрогенная трансформация лесостепных и степных ландшафтов
sergp2001@mail.ru

Байбусинова Сауле Багиткиреевна, преподаватель кафедры «География и экология», Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан. Область научных интересов: агрогенные факторы снижения плодородия пахотных земель
sb.baybusinova@mail.ru

Briefly about the authors

Sergey Pashkov, candidate of geographical sciences, associated professor, Geography and Ecology department, North Kazakhstan State University named after M. Kozybaev, Petropavlovsk, Kazakhstan. Sphere of scientific interests: acrogenous transformation of partially-wooded steppe and steppe landscapes

Saule Baybusinova, teacher, Geography and Ecology department, North Kazakhstan State University named after M. Kozybaev, Petropavlovsk, Kazakhstan. Sphere of scientific interests: agrogenous actors of decrease of fertility of arable lands

Образец цитирования

Пашков С. В., Байбусинова С. Б. Природно-агрогенная обусловленность плодородия почв Северного Казахстана // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2017. Т. 23. № 2. С. 16–27. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-2-16-27

Pashkov S. V., Baybusinova S. B. Natural and agrogene conditionality of soils fertility in Northern Kazakhstan // Transbaikal State University Journal, 2017, vol. 23, no. 2, pp. 16–27.

Дата поступления статьи: 16.01.2017 г.
Дата опубликования статьи: 28.02.2017 г.

