

АГРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВОЙ ПОЧВЫ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСТАНА

Карпенко Нина Петровна¹, Маймакова Алия Камзабековна²

¹*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, г. Москва, Россия*

²*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, Тараз*

¹*nrkarpenko@yandex.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты агрофизических свойств сероземно- луговой почвы Жамбылской области Республики Казахстан на трех участках по уровню градации от низкой до высокой степени плодородия.

Проблема и цель. Дегradированные луговые почвы располагаются на значительной территории Северного Казахстана и являются малопродуктивными. Факторов, влияющих на плодородие достаточно много. Это и природные в виде климатических и почвенных особенностей региона, и антропогенные, как например, чрезмерный выпас скота на одном участке и т.п. Цель исследований состоит в оценке агрофизических свойств почвы и введения мероприятий по их улучшению.

Методология. Исследования выполнялись в течение длительного времени на неорошаемой сероземно-луговой почве, которые характеризуются в основном низким плодородием. Метод исследования – сравнение полевых данных по трем участкам с низким, средним и высоким уровнем плодородия, хотя деление на участки нами произведено по сумме солей в верхних горизонтах почвы с последующей промывкой. Методика исследований – общепринятая.

Результаты. На основе полевых и лабораторных исследований и по данным анализа почвенно-экологических условий установлена дегradация сероземно-луговой почвы. Показатели физических свойств низкие из-за глыбистой структуры, наличия плужной подошвы, высокой плотности почвы. Все эти неблагоприятные факторы оказывают влияние на продуктивность. Рассчитанные коэффициенты экологической безопасности относят почву к зоне

Заключение. Введение комплексных мероприятий в виде почвозащитного севооборота, рациональной системы удобрений на фоне глубокой обработки почвы 60-70 см позволили улучшить свойства почвы и повысить урожайность культур в севообороте на 8...58%.

Ключевые слова: деградация почв, агрофизические свойства, севооборот, система удобрений, глубокая обработка

Original article

AGROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF MEADOW SIEROZEMIC SOIL IN THE ZHAMBYL REGION OF KAZAKHSTAN

Karpenko Nina Petrovna¹, Maymakova Aliya Kamzabekovna²

¹*Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation Named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia*

²*Taraz State University Named after M.Kh. Dulati, Republic of Kazakhstan, Taraz*

¹*npkarpenko@yandex.ru*

Abstract. This article presents the results of agrophysical characteristics of meadow sierozemic soil in the Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan at three sites classified by the fertility level from low to high.

Problem and Objective. Degraded meadow soils are located across a large area of northern Kazakhstan and are unproductive. Numerous factors affect fertility, including natural factors such as the region's climate and soil characteristics, and anthropogenic factors such as overgrazing in one area. The objective of this study was to assess the soil's agrophysical properties and implement measures to improve them.

Methodology. The study was conducted over a long period of time on the non-irrigated meadow sierozemic soil, characterized primarily by low fertility. The research method was a comparison of field data for three plots with low, medium, and high fertility, divided into plots based on the total salt content in the upper soil horizons, followed by leaching. The research methodology was generally accepted.

Results. Based on field and laboratory studies and analysis of soil and environmental conditions, degradation of the meadow sierozemic soil was established. Physical property indicators were low due to the cloddy structure, the presence of a plow pan, and high soil density. All these unfavorable factors impacted productivity. The calculated environmental safety factors classified the soil as a zone.

Conclusion. *The introduction of integrated measures such as soil-protective crop rotation, a rational fertilizer system, and deep tillage to a depth of 60-70 cm improved soil properties and increased crop yields in the rotation by 8-58%.*

Key words: *soil degradation, agrophysical properties, crop rotation, fertilizer system, deep tillage.*

Введение

Деградация почв – это процесс, при котором снижаются агрохимические показатели и свойства почвенного покрова вследствие действия как природных, так и антропогенных факторов. Деградированные почвы являются опасными природными объектами, так как нарушаются почвенные процессы, к примеру, буферность, самоочищение и пр. Основные разрушения плодородного слоя зачастую наблюдаются в результате почвенной эрозии из-за распаивания больших территорий, с которых плодородный слой выдувается ветром или смывается водой. Последствия чего проявляются в резком снижении продуктивности сельскохозяйственных угодий. На значительных территориях республики Казахстан деградационные процессы затрагивают все объекты окружающей среды, которые можно рассматривать как звенья одной цепи «почва- атмосферный воздух-поверхностные воды рек, водоёмов, озер-грунтовые воды-растения-животные-человек». Тогда совокупность многих антропогенных факторов воздействия на почвы позволяет оценивать экологическую обстановку на этих территориях как неблагоприятную.

Исследования проводились на территории Жабылской области Казахстана на сероземно-луговой почве сельскохозяйственного производственного кооператива «Амангелді» возле г. Тараз в с. Амангельды (рисунок 1). Хозяйство функционирует с 2017 года, специализация – животноводство и растениеводство. К основным причинам ухудшения экологических условий данного региона нами отнесены изменение гидрохимического и гидрологического режимов водных объектов, экстенсивное освоение и высокая степень использования земельных ресурсов, перевыпас скота на пастбищах и т.д. [1, 2, 5].

Характерными особенностями климата Жамбылской области является: во-первых, засушливость, количество осадков в вегетационный период не более 220 мм, что требует возделывания засухоустойчивых трав на комовых угодьях, во-вторых, континентальность, что объясняется расположением территории области внутри Евразийского материка, удаленностью от океанов, в-третьих, циркуляция способствует формированию ясной погоды и большим притоком солнечного тепла, в-четвертых, наличием вокруг почв сельскохозяйственного назначения пустынь (Бетпак-Дала и Мойынкум) и гор (Каратау, Киргизские и Шу-Илийские).

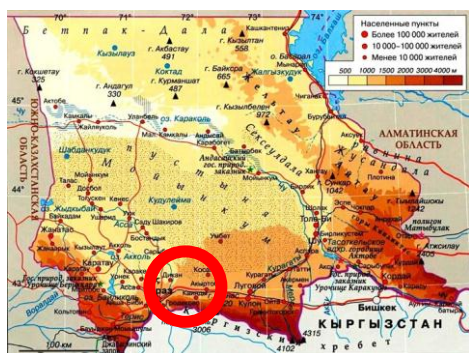


Рисунок 1 – Местонахождения хозяйства. Животноводческая ферма и кормовые угодья
 Figure 1 – Location of the farm. Livestock farm and forage lands

Цель исследований – проведение комплексных исследований по восстановлению плодородия сероземно-луговой почвы. Одной из задач являлось изучение агрофизических свойств почвы и влияние на них почвозащитных мероприятий.

Материалы и методы исследований

Сероземно-луговая почва используется в хозяйстве под кормовые угодья. Учитывая климатические особенности региона, для восполнения дефицита влаги ведется на 50% орошение природными водами озер, а 50% земель находятся в богаре. Исследования проводились на участках сельскохозяйственных угодий без полива, на которых научный эксперимент был поставлен впервые. Карта-схема участка приведена на рисунке 3. Луг несеянный, в составе растительных формаций установлены полынь, однолетняя солянка, овсяница, мятлик, осока, солодка, все эти травы нами объединены в понятие «разнотравье». Для нормальной жизнедеятельности растениям необходимы определенные условия, отсутствие которых лимитирует урожайность. Сейчас наблюдается весенний этап высокой влажности и умеренной температуры сменяется летним засушливым и жарким; источником влаги являются только атмосферные осадки.

Почвы участков угодий с разным уровнем плодородия: 1- низким, 2- средним, 3 – высоким, что связано с деградационными процессами и засолением (рисунок 2). Перед проведением исследований почвы 3-х участков промыли водой из близрасположенных каналов в течение 146, 171 и 195 суток соответственно уровню засоления. В схему опыта были включены варианты: Участок 1 – низкий уровень плодородия, Участок 2 - средний уровень плодородия, Участок 3- высокий уровень плодородия.

Основной метод – сравнение.

Отбор проб производился по общепринятым методикам методом конверта почвенным буром из 15 точек с созданием объединенных проб.

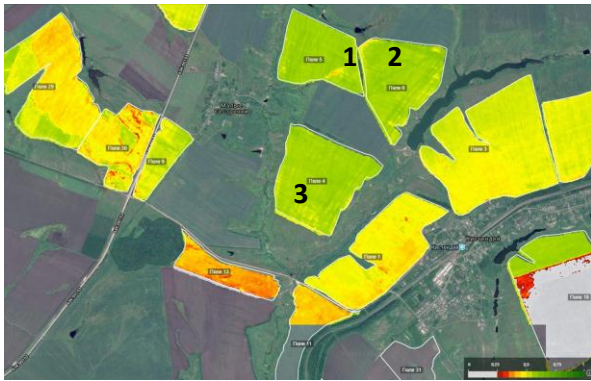


Рисунок 2 – Карта-схема участков исследований (салатовый цвет)
 Figure 2 – Map of the research areas (light green)

В исследованиях по оценке плодородия сероземно-луговой почвы были использованы картографические материалы и тематические карты хозяйства открытого доступа, результаты проведённых ранее исследований по изучению почвенного покрова территории и анализу природных условий (гидрологических, почвенных, экологических, мелиоративных и т.д.) [7], общеизвестные методики.

Все результаты подвержены статистической обработке.

Результаты исследований и их обсуждение

Перед проведением исследований был откопан шурф и проведено описание почвенного профиля сероземно-луговой почвы, который представлен на рисунке 3. Сероземно-луговые почвы имеют особенности в виде невысокого содержания гумуса (1,0...3,5%) и наличия солонцеватого горизонта [5]. Так, количество гумуса резко уменьшается с глубиной от 3,6% до 1,0% до 0-60 см (таблица 1).

Из представленных данных видно, что на трех участках, задействованных в опыте, уровень плодородия в целом невысокий и колебания составляют по гумусу, к примеру, 0,3...0,6%, остальные показатели имеют ту же тенденцию. Однако, как сказано выше, деление луга проведено по исходному содержанию солей и гипса в почве, даже после промывки их количество значительно: 62, 38 и 30% соответственно участкам.



Рисунок 3- Стрoение почвенного профиля сероземно-луговой почвы
 Figure 3 - Structure of the soil profile of the meadow sierozemic soil

Таблица 1 – Основные водно-физические свойства почвы

Глубина, см	Гумус, %	CaCO ₃ , %	Сумма поглощения катионов, мг-экв	в % от суммы			Порозность, %	Плотность, г/м ³
				Ca	Mg	Na		
участок 1 - низкий уровень плодородия								
0-11	3,00	12,10	25,50	58,50	30,00	11,50	38,00	1,52
11-46	2,50	10,98	21,04	51,00	42,00	7,00	34,00	1,57
46-60	1,00	11,20	16,55	52,70	34,40	12,90	28,90	1,50
60-92	0,38	9,45	17,42	48,50	38,50	13,00	24,00	1,47
92-130	0,18	10,15	17,90	46,10	38,00	15,9	22,00	1,50
участок 2 – средний уровень плодородия								
0-11	3,30	12,80	27,60	57,50	35,00	6,50	45,00	1,50
11-46	2,90	11,20	24,22	50,70	45,00	4,30	44,10	1,50
46-60	1,30	11,90	18,95	49,70	40,40	9,90	43,00	1,47
60-92	0,58	9,35	17,92	49,00	40,50	10,50	41,60	1,47
92-130	0,88	10,80	18,20	48,80	38,20	13,00	38,80	1,38
участок 3 – высокий уровень плодородия								
0-11	3,60±	12,60	30,60	58,50	38,00	6,50	50,00	1,48
11-46	3,00	11,00	28,00	55,50	48,00	4,30	48,00	1,46
46-60	1,80	11,00	23,00	51,70	44,00	9,90	47,00	1,46
60-92	1,06	10,00	20,10	49,00	42,00	10,50	47,00	1,45
92-130	0,90	10,90	19,50	48,00	39,20	13,00	44,00	1,43

p≥95%

Итак, с глубиной содержание почти всех исследуемых параметров снижается, в порозность на участке 1 очень низкая, а плотность, наоборот, высокая, что свидетельствует о крупнозернистых структурах и, по-видимому, интенсивным выпасом скота.

В таблице 2 продемонстрирован структурно-агрегатный состав и агрохимические свойства почвы

Таблица 2 - Структурно-агрегатный состав и агрохимические свойства почвы

Глубина, см	Подвижный фосфор, мг/кг	Обменный калий, мг/кг	Физическая глина, %	водопроницаемость, мм	гранулометрический состав, %	
					<0,001	<0,01
1	2	3	4	5	6	7
участок 1 - низкий уровень плодородия						
0-11	5,2	250,0	28,7	244	39,60	61,40
11-46	4,8	248,5	34,7		56,00	55,00
46-60	3,5	248,0	34,0		31,00	43,00
60-92	3,1	238,9	32,8		32,00	42,00
92-130	2,8	228,3	33,5		35,50	40,00

1	2	3	4	5	6	7
участок 2 – средний уровень плодородия						
0-11	9,8	300,0	26,5	260	44,00	66,00
11-46	8,0	297,0	32,2		53,00	51,30
46-60	7,3	292,8	34,0		38,88	65,00
60-92	6,8	284,0	34,4		38,10	64,18
92-130	5,0	280,8	33,8		36,00	63,00
участок 3 – высокий уровень плодородия						
0-11	12,0	320,0	22,3	273	49,50	68,80
11-46	10,8	318,0	30,1		50,20	66,00
46-60	9,5	313,4	34,6		48,60	63,00
60-92	9,2	311,8	34,9		48,30	62,88
92-130	8,4	310,4	35,0		48,00	60,56

$p \geq 95\%$

Рядом исследователей установлено формирование плужной подошвы, при которой (уплотнённого слоя почвы между пахотным и подпахотным горизонтами) мелкие структуры почвы разрушаются. Известно, что при интенсивной обработки почва уплотняется, возрастает доля микроструктуры, пылевидных илистых частиц, под действием воды и других факторов мигрирующих вниз по профилю, заполняя поры и межагрегатные пустоты. Это ведет к формированию водонепроницаемого слоя, что подтверждено нашими исследованиями водопроницаемости, которая составляет не более 273 мм. Формируется плужная подошва, под которой - более грубодисперсный слой почвы из-за концентрации мелкодисперсной фракции. Так, в слое почвы 11-46 см обнаружено на всех участках повышение мелкой фракции до 55...66%.

Количественная оценка степени деградации сероземно-луговой почвы Жамбылской области проводилась с использованием экологических коэффициентов, которые были рассчитаны исходя из водно-физических показателей почв и различной степени засоленности, характеризующих уровни экологической опасности почв (таблица 3).

Таблица 3 – Коэффициенты, характеризующие уровни экологической опасности почв

Показатели	Почва		
	участок 3	участок 2	участок 1
1	2	3	4
Площадь $F_{нт}$, га	700	700	700
Порозность, в долях	0,47	0,45	0,40
Начальная минерализация C_n , г/л	2,7	3,5	4,6
Плотность почвы γ , т/м ³	1,48	1,50	1,52
Степень засоления S_0 , %	0,49	0,52	1,57
Остаток солей ΔS , т/га	33	38	62
Уровень грунтовых вод h , м	3,2	3,2	3,2
Объем воды до уровня грунтовых вод W , кг/га	15040	15040	15040

1	2	3	4
Промывная норма нетто $N_{нт}$, м ³ /га	6000	7000	8000
Промывная норма брутто $N_{бр}$, м ³ /га	7000	8000	9000
Запас солей в грунтовых водах S , кг/га	40608	52640	69184
Допустимая минерализация в почвенном растворе C_M $= \Delta S + S/W + N_{бр}$, г/л	3,3	3,6	5,5
Приток воды из каналов Q , м ³ /с	0,4	0,4	0,4
Продолжительность промывки $t = N_{нт} \cdot F_{нт} / 86400 \cdot \eta \cdot Q$, сут	146	171	195
Доля объем транзитных вод сбрасываемых в реку в процессе промывки $V_T = N_{нт} \cdot F_{нт} / 86400 \cdot Q \cdot t$	0,83	0,83	0,83
Осадки промывного периода P , м ³ /га	750	870	1000
Насыщение влагой в расчетном слое W_H , м ³ /га	3381	3381	3381
Испарение в процессе промывки E_0 , м ³ /га	1000	1000	1000
Доля объема промывных вод, поступающих из КДС: $q_K = (N_{нт} + P - W_H - E_0) / N_{бр}$.	0,34	0,44	0,51
Химизм засоления, хлоридное – (х)	х	х	х
Экологический коэффициент $Э_K = 1 - \exp(-C_M \cdot V_T \cdot q_K)$	0,61	0,73	0,90
Уровень опасности	опасный	очень опасный	чрезвычайно опасный

Результаты проведённых расчётов, отображенные в таблице 2, позволили сделать вывод о высокой степени деградационных процессов ($Э_K = 0,61...0,90$), что требует разработки комплекса методов по снижению негативного действия факторов и предупреждению дальнейшей потери плодородия [1, 4].

Введенный севооборот на участке 3, площадь которого занимала 7% от трех участков, что составляла 49 га, завершил первую ротацию и результаты определения урожайности кормовых культур показали эффективность введения почвозащитного севооборота:

- 1 год — многолетние травы (люцерна);
- 2 год — пропашные культуры (кукуруза на силос);
- 3 год — кормовые корнеплоды (свекла кормовая);
- 4 год — овёс на корм.

В почву онократно вносился навоз 15...20 т/га, проводилась заплата сидератов нормой 4...5 т/га. Комплексные мероприятия по восстановлению деградированной почвы способствовали росту урожайности культур на 15...58%.

Введенный севооборот на участке 2 площадью 28%, или 196 га, с включением:

- 1 год – многолетние травы (эспарцет),
- 2 год - пропашные культуры (кукуруза на силос);
- 3 год — кормовые корнеплоды (свекла кормовая);

4 год — овёс на корм.

С однократным внесением навоза 50 т/га, проводилась запашка сидератов нормой 5...6 т/га. позволил улучшить условия произрастания растений и тем самым повысить урожайность культур в севообороте на 14...46%.

Введенный севооборот на участке 1 площадью 65% от общей площади участков, то есть это составило 455 га, дал возможность улучшить условия произрастания культур в севообороте, что привело к росту урожайности:

1 год - Суданская трава с подсевом многолетних трав

2 год - Многолетние травы 1 года пользования

3 год - Многолетние травы 2 года пользования

4 год - Многолетние травы 3 года пользования

5 год - Озимая рожь на корм

на 8...32% на фоне вносимого однократно навоза 70 т/га, сидератов 7...8 т/га.

На рисунке 4 показано изменение урожайности многолетних трав до и после проведения почвозащитных мероприятий на примере многолетних трав.

Так, диаграмма показывает, что введение

почвозащитного

севооборота на сероземно-луговой почве на всех трех участках эффективно и способствует росту урожайности.

В состав комплексных рациональных почвозащитных мероприятий необходимо включать и инженерно-мелиоративный прием, как капитальные промывки почвы для эффективного снижения засоленности почвы в зоне аэрации.

Наибольший эффект предлагаемых мероприятий достигается при проведении мероприятий по восстановлению деградированной почвы на фоне глубокого рыхления 60-70 см (рисунок 5) [2, 3, 6].

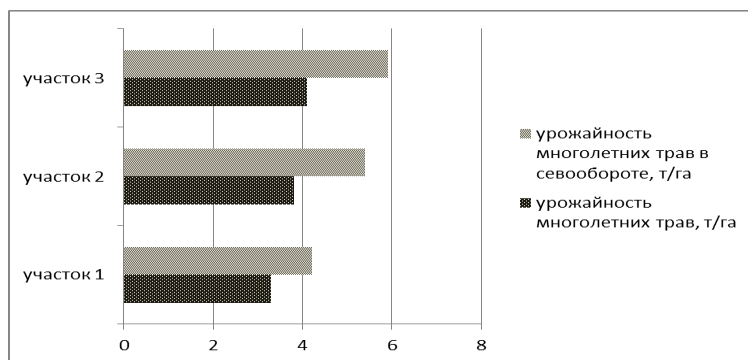


Рисунок 4 - Урожайность многолетних трав, т/га

Figure 4 - Productivity of perennial grasses, t/ha

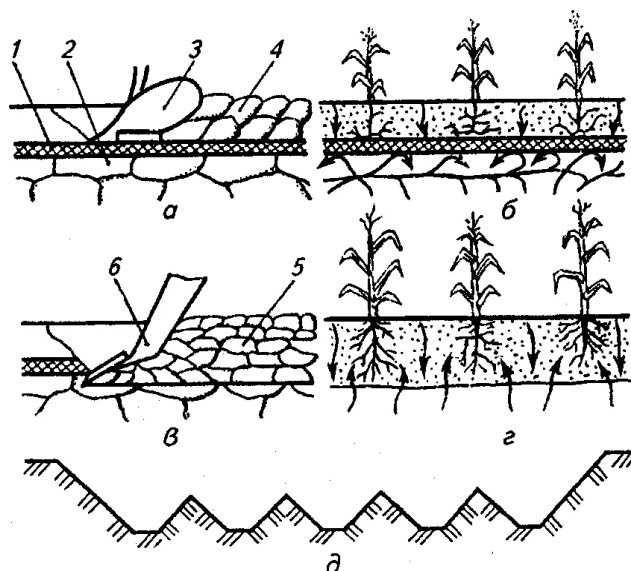


Рисунок 5 - Схема разрушения плужной подошвы

Figure 5 - Plow sole destruction diagram

Обозначения к рисунку 5
 а – образование плужной подошвы;
 б – передвижение воды и поведение корней растений до разрушения плужной подошвы; в – разрушение плужной подошвы при глубокой обработке почвы чизельным плугом; г – передвижение воды и поведение корней растений после разрушения плужной подошвы; д – профиль дна борозды после рыхления почвы чизельным плугом

1 – плужная подошва; 2 – нижний слой; 3 – корпус плуга; 4 – пахотный слой; 5 – разрыхлённый слой; 6 – рыхлитель

Именно этот процесс способствует улучшению агрофизических свойств почвы, разрушения плужной подошвы и регулирования водно-солевого режима. Как видно на рисунке 1 г, после удаления плужной подошвы, которая препятствует проникновению корней растений в нижние слои почвы, а также затрудняет поступление грунтовой воды в пахотный горизонт, более активно развивается корневая система растений [6, 8]. Это важно для растений еще и из-за недостатка влаги в сероземно-луговой почве.

Заключение

Дегradированная сероземно-луговая почва СПК «Амангелді» Жамбылской области Казахстана, как показали результаты полевых исследований и теоретических расчетов, нуждается в восстановлении плодородия. Низкое содержание гумуса, порозность, высокое содержание солей и плотность сероземно-луговой почвы привели к деградации, что, в первую очередь, проявляется в ее низкой продуктивности. Ситуация усугубляется чрезмерным выпасом скота. Полученные коэффициенты, характеризующие уровни экологической опасности трех участков почвы, установили опасный – чрезвычайно-опасный уровень.

Результаты исследований показали необходимость проведения почвозащитных мероприятий. Так, введение севооборотов, рациональной системы удобрений на фоне глубокой обработки почвы способствовало росту урожайности культур в защитном севообороте на 8...58% в зависимости от уровня плодородия участков.

Библиографический список

1. Близнюкова Т.В., Моделирование пространственного развития с учетом природно-ресурсного потенциала территории / Т.В. Близнюкова, М.А. Антонова // Столыпинский вестник, 2025. - №1. – С.12. URL: <https://stolypin-vestnik.ru/stolypinskij-vestnik-1-2025/>
2. Богданчиков, И.Ю. Применение цифровых технологий для оптимизации работы машинно-тракторных агрегатов / И.Ю. Богданчиков, А.Н. Бачурин, Д.О. Олейник, М.А. Есенин, А.В. Юдина // Вестник РАГТУ, 2025. - №4. – С.110-116. DOI: 10.36508/RSATU.2025.80.27.014
3. Зинченко, С.И. Формирование плужной подошвы при различных приёмах основной обработки серой лесной почвы / С.И. Зинченко, В.С. Зинченко // Владимирский земледелец. Раздел Плодородие почв, 2015. - №1(71). – С.22-27. URL: <file:///C:/Users/1/Downloads/formirovanie-pluzhnoy-podoshvy-pri-razlichnyh-priyomah-osnovnoy-obrabotki-seroy-lesnoy-pochvy.pdf>
4. Карпенко Н.П. Эффективность комплекса мероприятий по повышению продуктивности засоленной сероземно-луговой почвы / Н.П. Карпенко, А.К. Маймакова // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2025. – №3(9). – С. 11-23. DOI 10.36508/journal.2025.11.70.003
5. Карпенко, Н. П. Оценка динамики гумуса почв и продукционного потенциала сельхозкультур основных природно-климатических зон России / Карпенко Н. П. // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2024. - №2(4). -С.23-36 DOI 10.36508/journal.2024.93.18.004
6. Кузьминых, А. Н. Влияние систем обработки почвы и норм высева на урожайность овса посевного / А.Н. Кузьминых, Е. В. Михеев // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2023. - №1. – С. 20-29. DOI: 10.36508/journal.2023.57.52.003
7. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2020 год. – Нур-Султан., 2021. – 63 с. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1770538133&tld=ru&lang=ru&name=9990e456acd6c992d1296e69de999c51>
8. Солодовников, А.П. Сохранение агрофизических показателей темно-каштановой почвы по безотвальной обработке при освоении залежи под посев озимой пшеницы / А.П. Солодовников, В.Н. Максимчук, А.С. Линьков, Н.П. Молчанова // Вестник РАГТУ, 2025. - №3. – С.48-53. DOI: 10.36508/RSATU.2025.30.21.007

References

1. *Bliznyukova T.V., Modelirovanie prostranstvennogo razvitiya s uchetom prirodno-resursnogo potenciala territorii / T.V. Bliznyukova, M.A. Antonova // Stolypinskij vestnik, 2025. - №1. – S.12. URL: <https://stolypin-vestnik.ru/stolypinskij-vestnik-1-2025/>*
2. *Bogdanchikov, I.Yu. Primenenie cifrovuy`x texnologij dlya optimizacii raboty` mashinno-traktorny`x agregatov / I.Yu. Bogdanchikov, A.N. Bachurin,*

D.O. Olejnik, M.A. Esenin, A.V. Yudina // Vestnik RAGTU, 2025. - №4. – S.110-116. DOI: 10.36508/RSATU.2025.80.27.014

3. Zinchenko, S.I. Formirovanie pluzhnoj podoshvy` pri razlichny`x priyomax osnovnoj obrabotki seroj lesnoj pochvy` / C.I. Zinchenko, V.S. Zinchenko // Vladimirskij zemledecz. Razdel Plodorodie pochv, 2015. -№1(71). – S.22-27. URL: <file:///C:/Users/I/Downloads/formirovanie-pluzhnoy-podoshvy-pri-razlichnyh-priyomah-osnovnoy-obrabotki-seroy-lesnoj-pochvy.pdf>

4. Karpenko N.P. E`ffektivnost` kompleksa meropriyatij po povы`sheniyu produktivnosti zasolenoj serozemno-lugovoj pochvy` / N.P. Karpenko, A.K. Majmakova // Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU, 2025. – №3(9). – S. 11-23. DOI 10.36508/journal.2025.11.70.003

5. Karpenko, N. P. Ocenka dinamiki gumusa pochv i produkcionnogo potenciala sel`hozkul`tur osnovny`x prirodno-klimaticheskix zon Rossii / Karpenko N. P. // Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU, 2024. - №2(4). -S.23-36 DOI 10.36508/journal.2024.93.18.004

6. Kuz`miny`x, A. N. Vliyanie sistem obrabotki pochvy` i norm vy`seva na urozhajnost` ovsy posevnogo / A.N. Kuz`miny`x, E. V. Mixeev // Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU, 2023. - №1. – S. 20-29. DOI: 10.36508/journal.2023.57.52.003

7. Svodny`j analiticheskij otchyot o sostoyanii i ispol`zovanii zemel` Respubliki Kazaxstan za 2020 god. – Nur-Sultan., 2021. – 63 s. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1770538133&tld=ru&lang=ru&name=9990e456acd6c992d1296e69de999c51>

8. Solodovnikov, A.P. Soxranenie agrofizicheskix pokazatelej temno-kashtanovoj pochvy` po bezotval`noj obrabotke pri osvoenii zalezhi pod posev ozimoy pshenicy / A.P. Solodovnikov, V.N. Maksimchuk, A.S. Lin`kov, N.P. Molchanova // Vestnik RAGTU, 2025. - №3. – S.48-53. DOI: 10.36508/RSATU.2025.30.21.007