

стерилизации для верхушек однолетних побегов и спящих боковых почек, использованных в качестве исходных эксплантатов. Наиболее активное развитие микроотростков происходило в питательной среде MS-1. Добавление поливинилпирролидона (ПВП) в качестве антиоксиданта в питательную среду способствовало задержке выделения фенольных соединений и показало, что частая замена среды не требуется. Анализ полученных данных показал, что развитие микроотростков зависит от генотипических особенностей сортов яблонь и клоновых подвоев. Наибольший процент роста эксплантатов был зафиксирован в следующих сортах яблонь и клонированных подвоев: *Zarya Alatau* (98% способность к регенерации), *Golden Delicious* (77%), клонированные подвои М.9 (80%). Наименьший процент роста был зарегистрирован у клонированного подвоя ММ.106 (43%). Длительность вегетационного периода сортов яблонь и клоновых подвоев не оказывала влияния на индукцию роста и развития микроотростков и требует дальнейших исследований.

Ключевые слова: яблоня, сорт, клонированный двойник, микроклональное размножение, *in vitro*, микросаженец, морфогенез, регенерация.

МРНТИ 68.05.29:68.05.35:68.05.37

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/39>

Д.Е. Ержан¹, А.К. Куришбаев², Ж.С. Алманова^{*2}, Савин Т.В.³, Г.А. Звягин¹,

¹ НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан, yerzhan.dilmurat@mail.ru, regor1984@rambler.ru

² НАО «Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан», г. Алматы, Республика Казахстан, Almanova44@mail.ru*, Akylbekkk_17@mail.ru

³ ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева», п. Научный, Республика Казахстан, savintimur_83@mail.ru

РАЗРАБОТКА КАРТ ПРИГОДНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО КАТЕГОРИЯМ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АЛСЗ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье представлена комплексная агроэкологическая оценка земель Костанайской области с использованием геоинформационных технологий (ГИС) и статистического анализа для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Агроэкологическая оценка земель была проведена 2024 году на черноземах южных Костанайской области, Костанайского района на площади 1500 га, для проведения анализа, были отобраны почвенные образцы с глубины 0-20 см по элементарным участкам в 25 га. На основе агроэкологических групп и видов земель спроектированы карты пригодности сельскохозяйственных земель по категориям.

Созданы электронные картограммы содержания гумуса, нитратного азота, подвижного фосфора, калия, рН почвенной среды и серы. Также проведен корреляционный анализ, который выявил сильную положительную связь между содержанием гумуса ($r = 0.978$), нитратным азотом ($r = 0.965$), подвижным фосфором ($r = 0.930$) и подвижным калием ($r = 0.942$) с урожайностью. Регрессионный анализ подтвердил, что содержание гумуса влияет на 95.7% вариации урожайности, а содержание фосфора и калия — на 86.4% и 88.7%, соответственно. Внедрение АЛСЗ способствует устойчивому управлению земельными ресурсами, повышению урожайности и сохранению плодородия почв в условиях континентального климата Костанайской области.

Ключевые слова: агроэкологическая оценка земель, ГИС-технологии, адаптивно-ландшафтные системы земледелия, анализ данных, почвенно-ландшафтное картографирование, вегетационные индексы, электронные карты, корреляция

Введение

Современные методы управления земельными ресурсами требуют комплексного подхода, включающего агроэкологическую оценку земель [1, 2] с применением ГИС и дистанционного зондирования [3, 4]. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия (АЛСЗ) позволяют учитывать почвенно-климатические особенности региона и оптимизировать использование сельскохозяйственных угодий [5, 6].

Костанайская область является одним из ведущих сельскохозяйственных регионов Казахстана. Однако деградационные процессы, неравномерность увлажнения и дефицит питательных веществ приводят к снижению продуктивности сельскохозяйственных культур. В связи с этим необходимо проведение комплексной агроэкологической оценки земель для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия [7, 8].

Особо важную роль для проектирования АЛСЗ имеют ГИС- технологии и дистанционное зондирование Земли, что позволяет манипулировать пространственными данными почвенных ресурсов. Комплексная агроэкологическая оценка земель сводится к составлению разно тематических электронных карт, являющимся базой для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия [9, 10].

Принимая во внимание вышеизложенное в рамках программно-целевого финансирования проводятся исследования по агроэкологической оценке земель и проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Костанайской области.

Цель: Проведение агроэкологической оценки земель Костанайского района, Костанайской области с использованием ГИС- технологии для проектирования АЛСЗ.

Задачи:

- проведение почвенно-ландшафтного картографирования с использованием геоинформационных систем и агроэкологической оценки земель;
- оценка почвенно-агрохимических и химических показателей современного состояния плодородия почв;
- создание и разработка ГИС электронных карт: карт почвенного покрова, рельефа, почвообразующих пород, гранулометрического состава, агроэкологических групп и видов земель и др.

Объект и методы исследования

Объект исследования — черноземы южные степной зоны ТОО «Олжа-Садчиковское» Костанайского района, Костанайской области.

Были выбраны 4 поля в хозяйстве - №18 (171га.), №33 (337 га.), №67-70 (794 га.), №90 (117 га.), общей площадью 1500 га (рисунок 1). На полях заложено 29 почвенных разреза (ключей) на разных элементах рельефа, глубиной 100-120 см, с каждого горизонта почвенного профиля разрезов отобраны почвенные образцы, также в пахотном слое 0-20см с каждого элементарного почвенного участка агрохимической сетки размером 25 га.

Основные методы исследования:

- а) Методика определения гумуса почв по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213-91;
 - б) Методика определения нитратного азота по методу Тюрина-Кононовой;
 - в) Методика определения подвижных форм фосфора и обменного калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26205-91;
 - г) Определение подвижной серы по методу ЦИНАО ГОСТ 26490-85№
 - д) Определение pH.
- Картографические работы проведены в QuantumGIS.



Рисунок 1 – Электронная схема полей ТОО «Олга-Садчиковское» – 1500 га

Результаты и обсуждение

Агроэкологические группы земель и категории земель.

Ранее были проведены исследования ГИС почвенно-ландшафтное картографирование для агроэкологической оценки земель, которая содержит информацию о почвах и структуре почвенного покрова, геоморфологических, литологических, гидрогеологических др. Также разработана ГИС агроэкологической оценки земель на основе почвенно-ландшафтного картографирования, включающая электронные карты форм и элементов рельефа, крутизны, экспозиции, форм склонов, почвообразующих пород, структур почвенного покрова, агроэкологических групп и видов земель в ТОО «Олга-Садчиковское» Костанайского района, Костанайской области [11].

Большая часть почв в пашне представлена черноземами южными обычными, и в меньшей степени солонцовыми комплексами. Сравнительно велика доля черноземно-луговых, лугово-черноземных и луговато-черноземных почв. Анализ механического состава почв показал преобладание тяжелосуглинистых разновидностей, что оказывает значительное влияние на водный и воздушный режимы почвы и требует учёта при выборе агротехнологических приёмов.

По результатам исследований также была составлена карта агроэкологических групп и видов земель (рисунок 2).

На исследуемой территории хозяйства представлены разные группы земель, из них плакорные земли составили - 812 га, солонцовые земли - 47га, среднеэрозионные земли – 1 га, умеренно-эрозионные земли – 381 га и эрозионно-аккумулятивные земли – 27 га. Также распространение получили полугидроморфные земли - 257 га и гидроморфные земли – 15 га. Меньшее распространение получили среднеполугидроморфные (50 га) группы земель (таблица 1).

На основе разработанных агроэкологических групп и видов земель проводится оценка пригодности земель под различные сельскохозяйственные и разрабатываются агротехнологии.

Возможности использования земель рассматриваются с позиций последовательного преодоления лимитирующих агроэкологических условий или адаптации к ним. Часть их поддается регулированию или даже управлению, часть можно регулировать ограниченно, а часть условий не поддается направленному изменению вообще, к ним можно лишь адаптироваться. В соответствии с этими условиями виды земель ранжируются по степени

пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур в виде группировки, включающей категории и группы по характеру и способу преодоления ограничивающих факторов при возделывании данной культуры или группы близких по агроэкологическим требованиям культур.

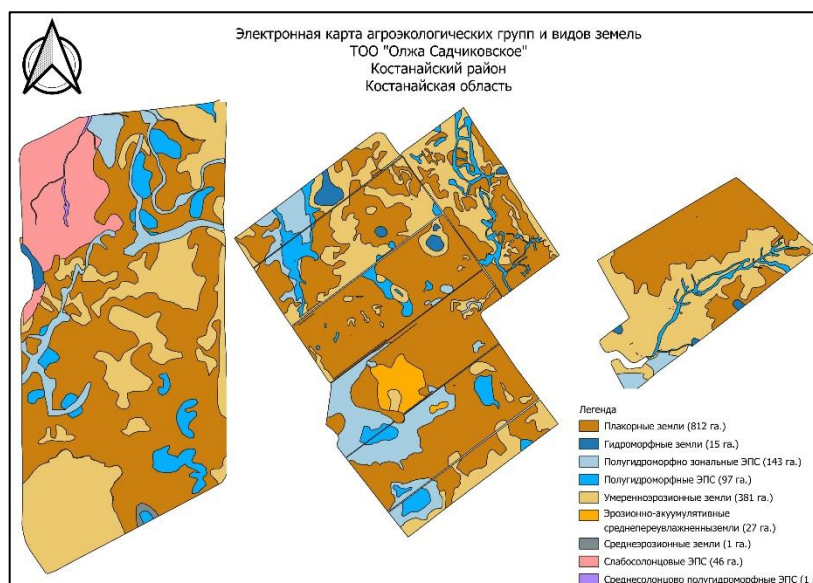


Рисунок 2 – Электронная карта агроэкологических групп и видов земель

По результатам исследований были разработаны карты пригодности сельскохозяйственных культур (рисунок 3) по категориям при проектировании АЛСЗ в хозяйстве:

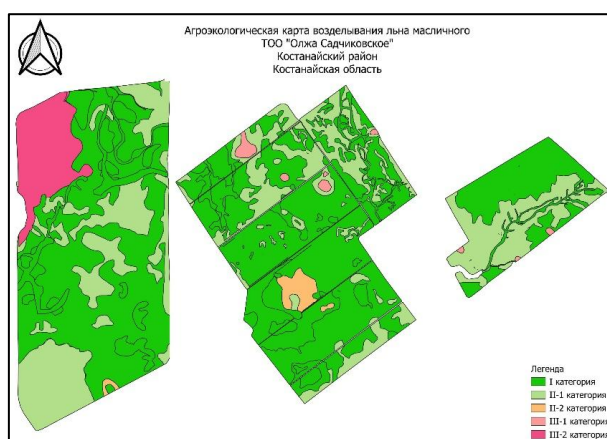
I категория. Земли, пригодные для возделывания всех сельскохозяйственных культур без особых ограничений, за исключением управляемых факторов, которые оптимизируются с помощью удобрений и обычных агротехнических мероприятий.

II категория. Земли, пригодные для возделывания всех сельскохозяйственных культур с ограничениями, которые могут быть преодолены простыми агротехническими, мелиоративными и противоэрозионными мероприятиями. Делятся на две группы.

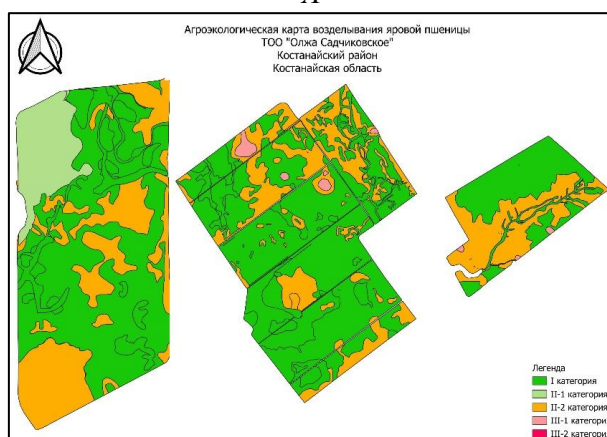
II-1. С ограничениями, преодолеваемыми с помощью простых агротехнических и культуртехнических мероприятий. Это равнинные ландшафты, не подверженные эрозии и дефляции. В числе ограничивающих факторов преобладают регулируемые (солонцеватость и солончаковатость почвы, каменистость, закустаренность и пр.). В числе ограниченно регулируемых факторов имеют место умеренная комплексность почвенного покрова, обусловленная микрорельефом, кратковременное переувлажнение, пониженное содержание гумуса. Из нерегулируемых факторов – неконтрастные почвенные комбинации, обусловленные различной литологией почвообразующих пород.

II-2. С ограничениями, преодолеваемыми с помощью агротехнических мелиораций и противоэрозионных (противодефляционных) агротехнических мероприятий. В группу входят земли, которые помимо ограничений, характерных для группы II-1, отличаются склонностью к проявлению эрозионных процессов. Располагаются в эрозионном рельефе умеренной сложности. Преодоление эрозионных процессов достигается с помощью обработки почвы поперек склона; щелевания, бороздования; безотвальной системы обработки почвы с сохранением на поверхности пожнивных остатков, оставлением соломы, полосного размещения культур, паров и многолетних трав и других агротехнических мероприятий при соответствующей противоэрозионной организации территории.

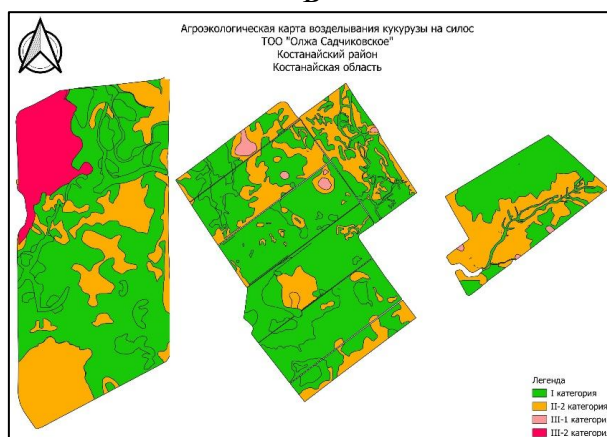
III категория. Земли, пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур с ограничениями, которые могут быть преодолены среднетратными гидротехническими, химическими, лесными, комплексными мелиорациями. Делятся на три группы.



А



Б



В

Рисунок 3 - Карты пригодности земель А – под лён, Б – под яровой ячмень, В – под кукурузу на силос

III-1. Переувлажненные земли, которые могут быть улучшены путем осушения с помощью относительно простых дренажных устройств. Это почвы с глеевыми горизонтами в комплексах с автоморфными почвами.

III-2. Земли, требующие затратных агротехнических химических, комбинированных мелиораций.

III-3. Земли, интенсивное использование которых возможно на фоне противоэрозионных гидротехнических и лесомелиоративных мероприятий при контурной организации территории. Расположены в сложных эрозионных ландшафтах, используются в контурно-мелиоративных системах земледелия.

IV категория. Земли, малопригодные для возделывания сельскохозяйственных культур вследствие неустранимых ограничений по условиям литологии почвообразующих пород, рельефа, мелиоративного состояния и весьма ограниченных возможностей адаптации.

Почвенно-агрохимический анализ для агроэкологической оценки земель.

Также на черноземных почвах был проведен почвенно-агрохимический анализ (рисунок 4) для агроэкологической оценки земель ТОО «Олга-Садчиковское», результаты которого показали, что среднее содержание гумуса составляет $3,25\% \pm 0,65\%$, и соответствует среднему уровню обеспеченности органическим веществом. Наблюдается пространственная вариабельность гумуса в зависимости от рельефа и интенсивности антропогенной нагрузки.

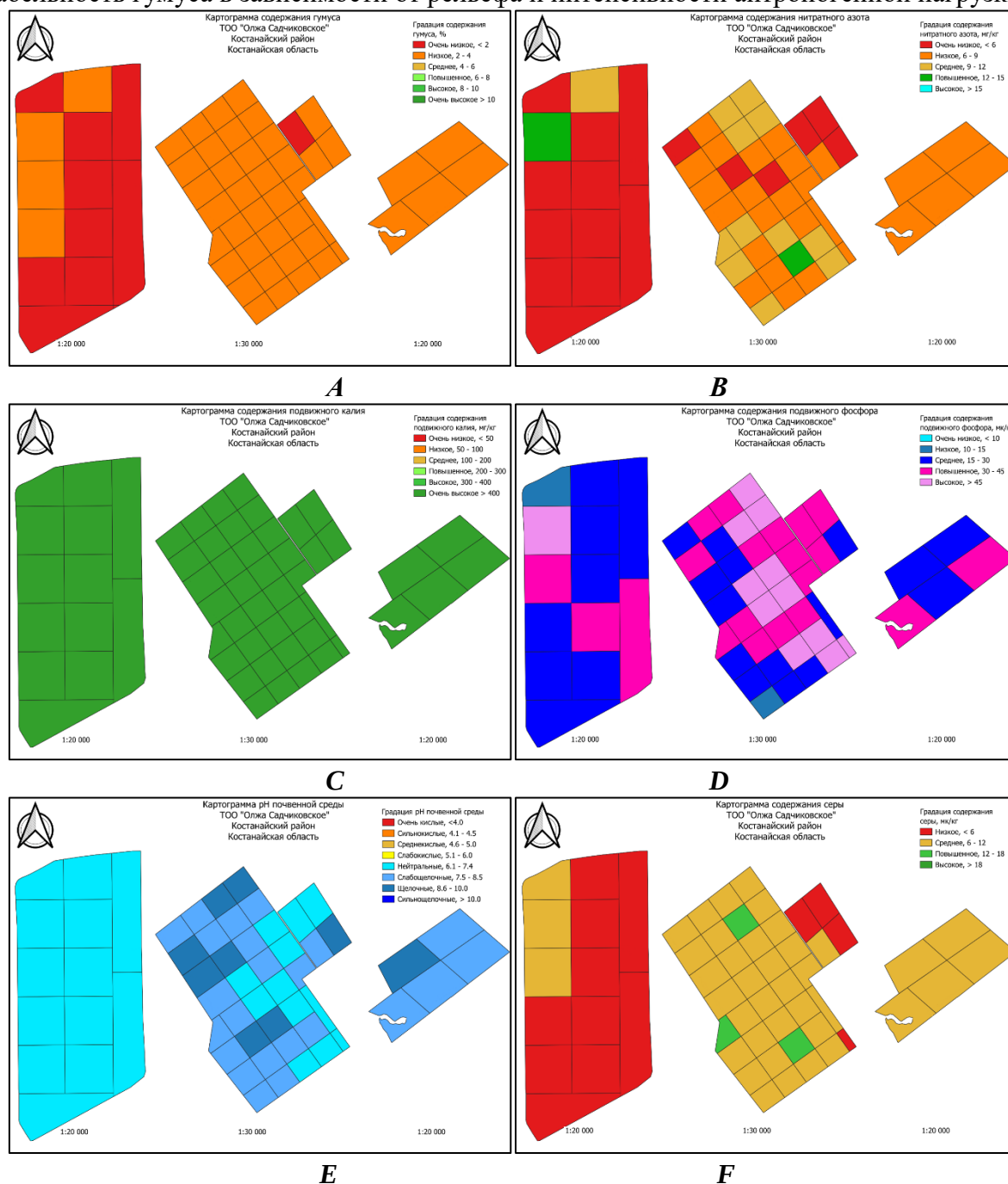


Рисунок 4 – Картограмма содержания

А - гумуса; В - нитратного азота; С - подвижного фосфора; Д - подвижного калия; Е - pH почвенной среды; Ф - серы

Содержание нитратного азота в исследуемых почвах варьируется от очень низкого (<6 мг/кг) до низкого (6–9 мг/кг), что свидетельствует о необходимости регулярного мониторинга и систематического внесения азотных удобрений в зонах дефицита.

Распределение подвижного фосфора носит неравномерный характер: на полях №67–71 и №18 его обеспеченность оценивается как повышенная и высокая, тогда как на остальных участках отмечается недостаток этого элемента.

Содержание обменного калия на всех исследованных полях находится на очень высоком уровне, что обусловлено его природной насыщенностью в почвообразующих породах региона.

Реакция почвенного раствора колеблется от нейтральной до слабощелочной. Нейтральный pH зафиксирован на поле №33, тогда как на остальных участках преобладает слабощелочная реакция, характерная для южных карбонатных чернозёмов.

Содержание подвижной серы также отличается вариабельностью: на полях №18 и №33 и находится на очень низком уровне, в то время как на полях №67–71 и №90 преобладает средняя обеспеченность этим элементом, что, вероятно, связано с особенностями микрорельефа и гидротермического режима.

Одним из ключевых аспектов повышения урожайности является оценка почвенного плодородия на основе содержания агрохимических элементов почвы. В данном исследовании проведен корреляционный и регрессионный анализ влияния содержания гумуса, нитратного азота, фосфора и калия на урожайность сельскохозяйственных культур.

Корреляционный анализ показал, что содержание гумуса имеет сильную положительную связь с урожайностью ($r = 0.978$) (таблица 1), так же, как и содержание нитратного азота, оказывающее значительное влияние ($r = 0.965$). Положительная корреляция выявлена и для фосфора ($r = 0.930$) и калия ($r = 0.942$), что свидетельствует о важности данных элементов в формировании продуктивности почв.

Таблица -1. Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га

Поле №	Год	Культура	Урожайность, ц/га
18 ССП1	2022	Подсолнечник	20,75
	2023	Пар комбинированный	-
	2024	Пшеница твердая	23,6
33 ССП1	2022	Пшеница твердая	7,1
	2023	Кукуруза силосная	168,4
	2024	Зерносмесь (ячмень+горох+овес)	43,9
67–70 ССП1	2022	Зерносмесь (ячмень+горох+овес)	45
	2023	Подсолнечник	19,5
	2024	Пар чистый	-
90 ССП1	2022	Подсолнечник	7,2
	2023	Пар чистый	-
	2024	Пшеница мягкая	31,15

Регрессионный анализ подтвердил, что содержание гумуса влияет на **95.7%** изменения в урожайности ($R^2 = 0.957$), содержание нитратного азота — **93.1%** ($R^2 = 0.931$), содержание фосфора — **86.4%** ($R^2 = 0.864$), а содержание калия — **88.7%** ($R^2 = 0.887$).

Рассчитаны средние значения, стандартные отклонения и 95%-доверительные интервалы (таблица 2).

Таблица 2 – Статистический анализ

Показатели	Среднее значение	Стандартное отклонение	95% ДИ (мин – макс)
Гумус (%)	3.25	0.65	2.79 – 3.71
Нитратный азот (мг/кг)	7.57	1.31	6.63 – 8.51
Фосфор (мг/кг)	18.4	3.98	15.55 – 21.25
Калий (мг/кг)	173.5	12.29	164.70 – 182.30

Заклучение

Разработана агроэкологическая группировка земель и спроектированы карты пригодности сельскохозяйственных культур к агроэкологическим группам и видам земель при проектировании АЛСЗ. Агроэкологические группы земель выделялись по ведущим агроэкологическим факторам, определяющим направление их сельскохозяйственного использования (плакорные, эрозийные, переувлажненные, солонцовые и т.д.).

Проведен почвенно-агрохимический анализ исследуемых земель, а также корреляционный и регрессионный анализ, который подтвердил наличие тесной положительной связи между агрохимическими параметрами почв и урожайностью сельскохозяйственных культур. Особенно значимым оказался вклад гумуса, который объясняет до 95,7% вариации урожайности. Это подчеркивает ключевую роль органического вещества в поддержании почвенного плодородия и устойчивости агроландшафтов.

Финансирование. Статья выполнена в рамках ПЦФ BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстан» по проектному мероприятию: «Агроэкологическая оценка земель и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основе ГИС-технологий технологий для решения путей оптимизации плодородия почв».

Список литературы

1. Кирюшин В. И. Разработка и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в различных природно-сельскохозяйственных зонах // Известия ТСХА. — 2002. — № 1.
2. Куришбаев А. К., Алманова Ж. С. Роль агроэкологической оценки земель в проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Казахстане // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. — 2015. — № 2(85). — С. 65–72.
3. Абуова А. Б., Тулькубаева С. А., Тулаев Ю. В., Сидорик А. И. Элементы ГИС-технологий в сельском хозяйстве // Наука и образование. — 2019. — № 4. — С. 8–15.
4. Смирнова Л. Г. Применение геоинформационных систем для агроэкологической оценки земель при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия // Достижения науки и техники АПК. — 2011. — № 11. — С. 11–14.
5. Ибатуллин С. Р. Агроэкологический фактор в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия // От зональной почвозащитной системы земледелия к адаптивно-ландшафтной: материалы науч.-практ. конф. — Алматы, 2008. — С. 92–94.
6. Агроэкологическое моделирование и проектирование (интерактивный курс): учебно-практическое пособие / под ред. И. И. Васенева. — М.: Изд-во РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева, 2010. — 261 с.
7. Almanova Zh., Kenzhegulova S., Kashkarov A., Kekilbayeva G., Ussalinov E., Yerzhan D., Zhakenova A., Zvyagin G. Changes in Soil Fertility Indicators after Long-Term Agricultural Use in Northern Kazakhstan // International Journal of Design & Nature and Ecodynamics. — 2023. — Vol. 18, No. 5. — Pp. 1045–1053.
8. Almanova Zh., Kenzhegulova S., Kizilkaya R., Zhakenova A., Yerzhan D., Diri K. Modern assessment of fertility of dark chestnut soils of Kamystinsky district of Kostanay region // Scientific Journal "Bulletin of Science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University". — 2023. — № 4(119). — Pp. 97–105.
9. Михайленко И. М. Развитие методов и средств применения данных дистанционного зондирования земли в сельском хозяйстве // Агрофизика. — 2018. — С. 98–106.
10. Токарева О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие. — Томск, 2010. — 115 с.
11. Ержан Д. Е., Кирюшин В. И., Алманова Ж. С., Звягин Г. А., Сидорик А. И. Разработка ГИС агроэкологической оценки земель для проектирования адаптивно-ландшафтных систем

земледелия в Костанайской области // Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. — 2024. — № 4(104). — ISSN 2304-3334.

References

1. Kirjushin V. I. Razrabotka i proektirovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya v razlichnykh prirodno-selskokhozyaystvennykh zonakh // Izvestiya TSKHA. 2002. № 1.
2. Kurishbaev A. K., Almanova Zh. S. Rol' agroekologicheskoy otsenki zemel' v proektirovanii adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya v Kazakhstane // Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seyfullina. 2015. № 2(85). S. 65–72.
3. A. B. Abuova, S. A. Tul'kubayeva, Yu. V. Tulaev, A. I. Sidorik. Elementy GIS-tehnologiy v selskom khozyaystve // Nauka i obrazovanie. 2019. № 4. S. 8–15.
4. Smirnova L. G. Primenenie geoinformatsionnykh sistem dlya agroekologicheskoy otsenki zemel' pri proektirovanii adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011. № 11. S. 11–14.
5. Ibatullin S. R. Agroekologicheskiy faktor v usloviyakh adaptivno-landshaftnogo zemledeliya // Ot zonal'noy pochvozashchitnoy sistemy zemledeliya k adaptivno-landshaftnoy: mater. nauch.-prakt. konf. Almaty, 2008. S. 92–94.
6. Agroekologicheskoe modelirovanie i proektirovanie (interaktivnyy kurs): uchebno-prakticheskoe posobie / pod red. I. I. Vaseneva. M.: Izd-vo RGAU – MSKHA im. K. A. Timiryazeva, 2010. 261 s.
7. Almanova Zh., Kenzhegulova S., Kashkarov A., Kekilbayeva G., Ussalinov E., Yerzhan D., Zhakenova A., Zvyagin G. Changes in Soil Fertility Indicators after Long-Term Agricultural Use in Northern Kazakhstan // International Journal of Design & Nature and Ecodynamics. 2023. Vol. 18, No. 5. Pp. 1045–1053.
8. Almanova Zh., Kenzhegulova S., Kizilkaya R., Zhakenova A., Yerzhan D., Diri K. Modern Assessment of Fertility of Dark Chestnut Soils of Kamystinsky District of Kostanay Region // Scientific Journal "Bulletin of Science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University". 2023. № 4(119). Pp. 97–105.
9. Mikhaylenko I. M. Razvitie metodov i sredstv primeneniya dannykh distantsionnogo zondirovaniya zemli v selskom khozyaystve // Agrofizika. 2018. S. 98–106.
10. Tokareva O. S. Obrabotka i interpretatsiya dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli: uchebnoe posobie. Tomsk, 2010. 115 s.
11. D. E. Yerzhan, V. I. Kirjushin, Zh. S. Almanova, G. A. Zvyagin, A. I. Sidorik. Razrabotka GIS agroekologicheskoy otsenki zemel' dlya proektirovaniya adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya v Kostanayskoy oblasti // Izdenister, netizheler – Issledovaniya, rezul'taty. 2024. № 4(104). ISSN 2304-3334.

Д.Е. Ержан¹, А.К. Куришбаев², Ж.С. Алманова^{*2}, Савин Т.В.³, Г.А. Звягин¹

¹ «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы, yerzhan.dilmurat@mail.ru, regor1984@rambler.ru

² «Қазақстан Республикасының Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» КеАҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, Akylbekkk_17@mail.ru, Almanova44@mail.ru*

³ А.И.Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы, Научный к., Қазақстан Республикасы, savintimur_83@mail.ru

**ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ ДАЛА АЙМАҒЫНДА БЕЙІМДЕЛГЕН
ЛАНДШАФТТЫҚ ЖЕР ПАЙДАЛАНУ ЖҮЙЕСІН ЖОБАЛАУ КЕЗІНДЕ ЖЕР
САНАТТАРЫ БОЙЫНША АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ
ЖАРАМДЫЛЫҚ КАРТАЛАРЫН ЖАСАУ**

Аңдатпа

Мақалада Қостанай облысының ауыл шаруашылық жерлеріне кешенді агроэкологиялық баға беру нәтижелері келтірілген. Зерттеу барысында геоақпараттық технологиялар (ГАТ)

және статистикалық талдау әдістері қолданылып, бейімделген ландшафтық жер пайдалану жүйесін (БЛЖЖ) жобалау жүзеге асырылды. Агроэкологиялық жер топтары мен түрлеріне сүйене отырып, ауыл шаруашылығы жерлерінің жарамдылығы санаттар бойынша қарталанды.

Гумус, нитратты азот, жылжымалы фосфор, калий, топырақ ерітіндісінің рН мәні және күкірт мөлшері бойынша электронды картограммалар жасалды. Сонымен қатар, корреляциялық талдау жүргізіліп, гумус мөлшері ($r = 0.978$), нитратты азот ($r = 0.965$), жылжымалы фосфор ($r = 0.930$) және калий ($r = 0.942$) мөлшері мен өнімділік арасында күшті оң байланыс анықталды. Регрессиялық талдау нәтижесінде гумус мөлшері өнімділіктің 95.7% ауытқуын түсіндіретіні, ал фосфор мен калийдің сәйкесінше 86.4% және 88.7% әсер ететіні расталды. БЛЖЖ енгізу Қостанай облысының континенттік климат жағдайында жер ресурстарын тұрақты басқаруға, ауыл шаруашылығы өнімділігін арттыруға және топырақ құнарлылығын сақтауға ықпал етеді.

Кілт сөздер: жердің агроэкологиялық бағасы, ГАТ технологиялары, бейімделген ландшафтық егіншілік жүйелері, деректерді талдау, топырақ-ландшафтық картография, өсімдіктік индекстер, электронды карталар, корреляция.

D.Y. Yerzhan¹, A.K. Kurishbaev², Zh.S. Almanova^{*2}, T.V. Savin³, G.A. Zvyagin¹

¹ Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Republic of Kazakhstan, yerzhan.dilmurat@mail.ru, regor1984@rambler.ru

² National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan, Akylbekkk_17@mail.ru, Almanova44@mail.ru*

³ A.I. Barayev scientific and production center for grain farming, Nauchny village, Republic of Kazakhstan, savintimur_83@mail.ru

DEVELOPMENT OF MAPS OF CROP SUITABILITY BY LAND CATEGORY IN THE DESIGN OF THE ALSZ IN THE STEPPE ZONE OF KOSTANAY REGION

Abstract

The article presents a comprehensive agroecological assessment of the lands of Kostanay region using geoinformation technologies (GIS) and statistical analysis for the design of adaptive landscape farming systems. Based on agroecological groups and types of land, maps of the suitability of agricultural land by category have been designed.

Electronic cartograms of humus, nitrate nitrogen, mobile phosphorus, potassium, pH of the soil environment and sulfur have been created. A correlation analysis was also performed, which revealed a strong positive relationship between humus content ($r = 0.978$), nitrate nitrogen ($r = 0.965$), mobile phosphorus ($r = 0.930$) and mobile potassium ($r = 0.942$) with yield. Regression analysis confirmed that the humus content affects 95.7% of the yield variation, and the phosphorus and potassium content affects 86.4% and 88.7%, respectively. The introduction of ALSZ contributes to the sustainable management of land resources, increasing yields and maintaining soil fertility in the conditions of the continental climate of Kostanay region.

Keywords: agroecological land assessment, GIS technologies, adaptive landscape farming systems, data analysis, soil-landscape mapping, vegetation indices, digital maps, correlation.