



УДК 574:504.75:553.973:631.576
МРНТИ 87.01.52.35.33
DOI 10.37238/2960-1371.2960-138X.2025.98(2).90

Дмитриев П.С*, Катаева И.Н., Зубань И.А., Фомин И.А., Островной К.А.,
Исмагулова С.М.

Северо-Казахстанский университет им. М.Козыбаева,
Петропавловск, Казахстан

*Автор-корреспондент: dmitriev_pavel@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОСТАВА И ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР

Аннотация. В статье рассматриваются экологические аспекты состава и применения органоминерального удобрения на основе донных отложений озер Северо-Казахстанской области. Представлено возможное решение актуальной проблемы снижения уровня гумуса и плодородия земель и как следствие урожайности сельскохозяйственных культур, посредством применения созданного удобрения «Сапролин». Описан состав и свойства этого инновационного удобрения, включающего макро- и микроэлементы (азот, фосфор, калий, магний, кальций, сера и др.), и его экологическая безопасность. Рассмотрены методы применения удобрения, включая предпосевную обработку семян и внекорневую подкормку растений, которые способствуют повышению урожайности и качественных характеристик продукции. Результаты лабораторных и полевых исследований показывают, что «Сапролин» активизирует рост и урожайность сельскохозяйственных культур, минимизирует необходимость применения минеральных химических удобрений. Приведен пример результатов использования жидкого удобрения на сорте овса (*Avenasativa* L.) «Скакун». Делается вывод о перспективности использования данного удобрения для устойчивого развития сельского хозяйства, повышения экологической безопасности и внедрения зеленых технологий в аграрный сектор.

Ключевые слова: экологические аспекты; экологическая безопасность; зеленые технологии; донные отложения; сапропель; органоминеральные удобрения; сельское хозяйство; урожайность; устойчивое развитие; химический состав.

Введение

Экологическая и продовольственная безопасность страны, являются одними из основных приоритетов развития сельского хозяйства, а также устойчивого развития экономики республики. Однако в Казахстане аграрный сектор сталкивается с рядом системных проблем, включая ограниченные экономические и финансовые ресурсы, а также несбалансированное использование природных и антропогенных факторов производства. Одной из наиболее острых проблем остается деградация почвенного покрова, вызванная длительным монокультурным земледелием, что приводит к дисбалансу в накоплении органических веществ и значительному снижению уровня гумуса — основного индикатора плодородия почвы [1].

Согласно данным агрохимической службы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, только 2,2% пахотных земель в зоне богарного земледелия обладают высоким уровнем гумуса, 36,1% имеют средний уровень, а 61,7% — низкий. В



орошаемом земледелии ситуация еще более критична: высокий уровень гумуса зафиксирован лишь на 0,2% земель, средний — на 1,6%, а низкий — на 98,2%. Этот дисбаланс обусловлен недостаточным применением минеральных и органических удобрений, что усугубляется слабой реализацией агротехнических мероприятий. В результате усиливаются процессы деградации и эрозии сельскохозяйственных угодий, что представляет серьезную угрозу для устойчивого земледелия. Данный аспект в конечном итоге приводит к снижению урожайности, к еще большей зависимости от химических минеральных удобрений.

На фоне этих вызовов актуальность органоминеральных удобрений, стремительно возрастает. Эти удобрения представляют собой инновационное решение, сочетающее экологическую и экономическую целесообразность. Органоминеральные составы обеспечивают восстановление и улучшение структуры почвы благодаря синергии органических и минеральных компонентов. Удобрения, получаемые из донных отложений озер, являются одними из таких удобрений. Гумус, входящий в их состав, не только повышает влагоудерживающую способность почвы и стимулирует активность почвенных микроорганизмов, но и способствует укреплению устойчивости агроэкосистем [2].

Минеральная часть удобрений, включающая азот, фосфор и калий, обеспечивает растения необходимыми элементами питания, что стимулирует их рост и повышает урожайность. В отличие от традиционных методов обогащения почв, органоминеральные удобрения демонстрируют долгосрочный эффект за счет постепенного высвобождения питательных веществ, что минимизирует риски их вымывания и вторичного загрязнения окружающей среды [3].

В условиях возрастающего внимания к устойчивому развитию сельского хозяйства органоминеральные удобрения на основе донных отложений становятся перспективным инструментом, способным сочетать традиционные агротехнические подходы с современными экологическими стандартами. Их использование способствует решению проблем деградации земель, повышению продуктивности сельскохозяйственных угодий и созданию основ для устойчивого развития аграрного сектора [4].

Перед внесением органоминеральных удобрений необходимо провести комплексный агрохимический анализ почвы на каждом сельскохозяйственном участке. Такой анализ позволяет определить текущие характеристики почвы, включая химический состав, структуру и уровень плодородия, что является основой для разработки оптимальных стратегий применения удобрений. Это способствует не только повышению их эффективности, но и минимизации негативного воздействия на окружающую среду [5].

Целью исследования является анализ состава и применения органоминеральных удобрений на основе донных отложений озер в сельском хозяйстве. Данная цель предполагает изучение состава и свойств созданного инновационного удобрения, его влияние на сельскохозяйственные культуры, а также экологические аспекты его использования.

Материалы и методы исследования

В рамках проводимых исследований использовались различные методы для комплексного анализа состава и технологии применения органоминеральных удобрений на основе донных отложений в сельском хозяйстве. В частности, применялись методы агрохимического анализа почвы, которые включают несколько ключевых этапов. Первым этапом является определение уровня pH, который влияет на доступность питательных веществ для растений. Оптимальные значения кислотности способствуют максимальному усвоению макро- и микроэлементов, что критически важно для роста



сельскохозяйственных культур. При отклонениях от нормы проводятся корректирующие мероприятия для восстановления кислотно-щелочного баланса [6].

Вторым важным аспектом является оценка содержания органических веществ, например, таких как гумус, который значительно влияет на физико-химические свойства. Высокое содержание органических веществ способствует увеличению влагоудерживающей способности, улучшению аэрации и стимулирует активность почвенной микрофлоры, создавая благоприятные условия для повышения плодородия и устойчивости сельскохозяйственных систем.

Особое внимание уделяется анализу содержания макро- и микроэлементов, таких как азот, фосфор, калий, магний, кальций, а также железо, марганец, медь, цинк и молибден, которые выполняют важнейшие функции в биохимических процессах растений, от синтеза белков и хлорофилла до укрепления иммунитета, и стимулирования роста. Комплексный подход к анализу почвы позволяет точно определить потребности сельскохозяйственных культур в питательных веществах и разработать наиболее эффективные схемы использования удобрений [7].

Проведен экологический анализ инновационного органоминерального удобрения, разработанного на основе сапропеля, который, помимо корневого внесения, может быть использовано для внекорневой подкормки растений и предпосевной обработки семян, что соответствует принципам зеленых технологий. Результаты таких исследований направлены на повышение качества продукции, повышение урожайности и обеспечение устойчивости сельского хозяйства в условиях современных экологических вызовов [8]. Химический состав удобрения «Сапролин» проведен в г. Степногорск, ТОО «ЭкоЛюкс-Ас».

Уникальной особенностью данной разработки является возможность регулирования концентрации жидкой фракции удобрения в зависимости от вида и сорта сельскохозяйственной культуры. В ходе экспериментальных исследований была создана технология производства органоминерального удобрения (рис. 1), а также изучены особенности его применения на различных культурах с использованием разных концентраций.

Рисунок 1 – Создание органоминерального удобрения «Сапролин»
на базе СКУ им. Козыбаева



При предпосевной обработке семян учитывались показатели всхожести и энергии прорастания семян сельскохозяйственных культур при использовании органоминерального удобрения разной концентрации. Использована общепринятая методика ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Лабораторные исследования, проведенные на базе АО «Казахстанская аграрная экспертиза», г. Петропавловск, в ходе предпосевной обработки семян зерновых культур позволили выявить оптимальную концентрацию удобрения, она составила 1,2 г/л. Данная концентрация использовалась при обработке семян зерновых культур в ходе полевого эксперимента. Для овощных культур оптимальная концентрация составила 1,6 г/л. В научной публикации приведен пример использования сапропелевого продукта на сорте овса (*Avenasativa* L.) «Скакун». Схема полевого эксперимента включала: контроль (сухие семена); фон+(предпосевная обработка семян водой); фон+(предпосевная обработка семян суспензией сапропеля), фон+(внекорневая подкормка на стадии кущения).

Лабораторный анализ инновационного удобрения «Сапролин» проведен, в соответствии с ГОСТ РК 17.4.4.02-2017 (Таблица 1).

Разработка инновационного удобрения на основе донных отложений озер Северо-Казахстанской области способствует внедрению экологически чистых технологий, ориентированных на повышение урожайности и производство безопасной сельскохозяйственной продукции.

Результаты исследования

Проведенный анализ удобрения «Сапролин», выявил его химический состав, который делает этот продукт перспективным для использования в сельском хозяйстве. Основные результаты анализа подтверждают сбалансированное содержание макро- и микроэлементов, необходимых для роста растений, а также низкий уровень содержания токсичных веществ, что делает его безопасным для окружающей среды [9]. Результаты химического анализа состава полученного удобрения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав удобрения «Сапролин» и нормативные данные для определения показателей. Проведен в ТОО «ЭкоЛюкс-Ас» г. Степногорск.

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Фактическая концентрация	НД на метод определения
1	Азот аммиачный	мг/кг	0,014	ГОСТ 27753.8-88
2	Нитраты	мг/кг	1,6	СТ РК ISO 14255-2012
3	Нитриты	мг/кг	0,018	СТ РК ISO 14255-2012
4	Подвижный фосфор	мг/кг	1,506	ГОСТ 26211-91
5	Калий	мг/кг	452,9	ГОСТ 26210-91
6	Кальций	мг/кг	3,16	ГОСТ ISO 22036-2014
7	Магний	мг/кг	51,29	ГОСТ ISO 22036-2014
8	Сера	мг/кг	330,9	ГОСТ ISO 22036-2014

9	Алюминий	мг/кг	менее 0,08	ГОСТ ISO 22036-2014
10	Селен	мг/кг	менее 0,08	ГОСТ ISO 22036-2014
11	Бор	мг/кг	1,409	ГОСТ ISO 22036-2014
12	Натрий	мг/кг	543,2	ГОСТ ISO 22036-2014
13	Кадмий	мг/кг	менее 0,01	ГОСТ ISO 22036-2014
15	Никель	мг/кг	менее 0,015	ГОСТ ISO 22036-2014
16	Цинк	мг/кг	0,0643	ГОСТ ISO 22036-2014
17	Свинец	мг/кг	менее 0,04	ГОСТ ISO 22036-2014
18	Хром	мг/кг	менее 0,01	ГОСТ ISO 22036-2014
19	Медь	мг/кг	менее 0,03	ГОСТ ISO 22036-2014
20	Кобальт	мг/кг	менее 0,04	ГОСТ ISO 22036-2014
21	Ртуть	мг/кг	менее 0,01	ГОСТ ISO 22036-2014
22	Марганец	мг/кг	0,125	ГОСТ ISO 22036-2014
23	Железо	мг/кг	0,650	ГОСТ ISO 22036-2014

Состав «Сапролина» отличается наличием ключевых макроэлементов, таких как азот, фосфор, калий, кальций и магний, которые играют важную роль в метаболических процессах растений. Азот в удобрении представлен в виде аммиачного азота с концентрацией 0,014 мг/кг. Это соединение обеспечивает доступность азота в почве для растений, однако его количество указывает на необходимость дополнительного внесения азотных удобрений [10]. Нитратная форма азота, представленная в концентрации 1,6 мг/кг, является легкоусвояемой для растений и способствует их быстрому росту. Нитриты обнаружены в следовой концентрации (0,018 мг/кг), что говорит о минимальных рисках для экологии.

Подвижный фосфор, определённый в концентрации 1,506 мг/кг, играет ключевую роль в энергетическом обмене растений, участвуя в синтезе аденозинтрифосфата (АТФ). Фосфор также стимулирует развитие корневой системы, что особенно важно для молодых растений. Калий, концентрация которого в «Сапролине» составляет 452,9 мг/кг, способствует регуляции водного обмена в растениях, повышая их устойчивость к засухе и другим стрессовым условиям. Высокий уровень калия делает это удобрение особенно полезным для сельскохозяйственных культур, нуждающихся в интенсивном водном и минеральном обмене.

Присутствие кальция (3,16 мг/кг) и магния (51,29 мг/кг) свидетельствует о способности удобрения улучшать структуру почвы и поддерживать фотосинтетическую активность растений. Кальций способствует укреплению клеточных стенок и повышению устойчивости растений к патогенам, а магний, являясь центральным элементом молекулы хлорофилла, играет ключевую роль в процессах фотосинтеза и синтеза белков.

Микроэлементы в составе «Сапролина» дополняют его полезные свойства. Высокое содержание серы (330,9 мг/кг) делает удобрение ценным для выращивания



зерновых и масличных культур, так как сера участвует в синтезе аминокислот и белков. Бор, обнаруженный в концентрации 1,409 мг/кг, необходим для процессов деления клеток и образования тканей растений, что особенно важно для цветущих и плодоносящих культур. Натрий, концентрация которого составляет 543,2 мг/кг, участвует в поддержании осмотического давления, что улучшает водный обмен растений [11].

Особое внимание в анализе было уделено содержанию тяжелых металлов, которые могут представлять угрозу для окружающей среды и здоровья человека. Уровень кадмия, свинца и ртути оказался ниже порога обнаружения ($<0,01$ мг/кг), что свидетельствует о высокой экологической безопасности продукта. Содержание цинка (0,0643 мг/кг) и меди ($<0,03$ мг/кг) находится в пределах допустимых норм и способствует активации ферментативных процессов, необходимых для роста и развития растений. Следовые количества хрома, никеля и кобальта подтверждают отсутствие накопления токсичных веществ.

Таким образом, можно утверждать, что «Сапролин» представляет собой экологически безопасное и эффективно сбалансированное органоминеральное удобрение. Его использование способствует повышению урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур к стрессовым факторам [12]. «Сапролин» может быть рекомендован для повышения плодородия почв, особенно на территориях с низким содержанием калия, магния и серы. Его использование обосновано для широкого спектра сельскохозяйственных культур, включая зерновые, овощные и масличные растения. Кроме того, технология получения жидкого сапропелевого продукта позволяет использовать его на этапе предпосевной обработки семян и внекорневой обработки растений. Применение сапропелевого продукта с другими удобрениями и их технологиями применения позволит достичь синергетический эффект, который позволит достичь оптимального баланса питательных веществ для обеспечения высокого урожая.

Существует несколько методов использования органоминеральных удобрений. Среди них активно используется метод внесения удобрений в почву перед посевом. Это чаще всего удобрения сухой фракции, представленные в виде гранул. Для эффективного применения удобрения на основе химического анализа, в частности для предпосевной обработки почвы, рекомендуется соблюдать следующие технологии и подходы. Прежде всего, необходимо точно определить дозировку удобрения, исходя из результатов химического анализа почвы и потребностей конкретных сельскохозяйственных культур. На основе анализа содержания макро- и микроэлементов, таких как азот, фосфор, калий и кальций, дозировка может варьироваться [13]. Для повышения эффективности внесения удобрений, можно использовать их в сочетании с другими веществами. Например, органоминеральные удобрения часто комбинируются с азотными и микроудобрениями. Например, добавление микроэлементов (например, бор, медь, цинк) помогает обеспечить растения всем необходимым для полноценного развития [14].

Технология внесения удобрений также зависит от типа почвы. Регулярный мониторинг состояния почвы после внесения удобрений позволит корректировать дозировки и виды удобрений в зависимости от изменений в почвенных характеристиках. Использование почвенных тестов для определения уровня доступных питательных веществ и pH обеспечит точную настройку агрономической практики [15]. Кроме того, дозировка удобрений должна учитывать потребности конкретных сельскохозяйственных культур. Например, зерновые культуры (пшеница, ячмень) требуют повышенного содержания фосфора для развития корневой системы и калия для повышения устойчивости к засухе, а масличные культуры (подсолнечник, рапс) нуждаются в дополнительном содержании серы. Бобовые культуры могут фиксировать азот из воздуха, поэтому дозировка азотных удобрений для них может быть снижена.

Полученную жидкую фракцию сапропелевого удобрения «Сапролин» концентрации 1,2 г/л, использовали при предпосевной обработке семян, а также при некорневой обработке

семян сорта овса (*Avenasativa L.*) «Скакун». Расход раствора составил 2,67 л на 100 кг зерна. Семена опрыскивали раствором сапропелевого продукта, сушили до сыпучего состояния (влажность 18-20%). Норма высева составила 162 кг/га, посев осуществляют сеялкой.

По результатам полевого эксперимента были получены следующие показатели урожайности. На контрольных делянках средняя урожайность сорта овса (*Avenasativa L.*) «Скакун» составила 64,4 ц/га. Предпосевная обработка семян раствором экстракта сапропеля показала наибольшую урожайность равную 114,7 ц/га, что в свою очередь выше контроля на 78,05%, также достаточно высокий показатель показала внекорневая подкормка в фазу кущения – 90,4 ц/га, что на 40,44% выше, чем на контрольной делянке (рис. 2).

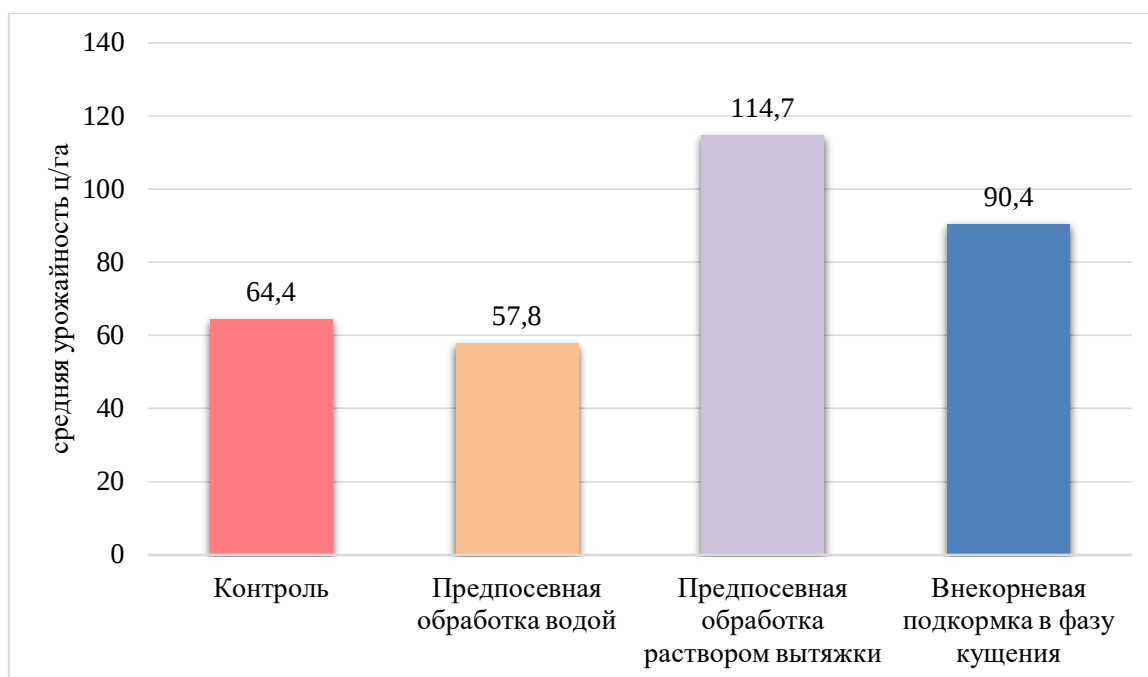


Рисунок 2 – Урожайность сорта овса (*Avenasativa L.*) «Скакун» на 2023 г.

В тоже время предлагаемая нами технология предпосевной обработки семян, не ставит задачу первоочередного изучения состава и структуры почв. В ее основе лежит технология применения жидкой фракции сапропелевого удобрения для обработки семян перед посадкой. Проведенная исследовательская работа подтверждает эффективность данной технологии при проведении лабораторного и полевого эксперимента. В этих условиях «запускается» механизм, способствующий насыщению клеточных структур необходимыми элементами и обеспечивающий более ранние сроки всходов. Это является важным фактором при ограниченном содержании влаги в почве, а также при учете сроков всходов сорняков, которые могут не только затормозить, но и уничтожить всходы сельскохозяйственных культур. Что в конечном итоге отрицательно скажется на урожайности. Использование данного инновационного удобрения может значительно снизить, а в перспективе и полностью

исключить необходимость применения дорогостоящих синтетических химических удобрений в сельском хозяйстве. Применение этой экологически безопасной технологии способствует производству сельскохозяйственной продукции высокого качества. Результаты лабораторных и полевых испытаний, проведенных для оценки эффективности органоминерального удобрения при предпосевной обработке семян сельскохозяйственных культур региона, продемонстрировали его положительное влияние на количественные и качественные показатели урожая. Эффективность удобрения в предпосевной обработке открывает перспективы его широкого внедрения в сельскохозяйственное производство. Это, в свою очередь, может способствовать снижению потребления химических минеральных удобрений и переходу к более экологически ориентированным технологиям выращивания растений.

Для достижения наилучших результатов можно интегрировать применение удобрений с другими агротехническими мероприятиями, такими как плужная обработка и окультуривание почвы. Высокую экологическую эффективность для структуры и плодородия почвы обеспечивают посевы сидератов, таких как горчица, клевер и другие, они улучшают структуру почвы и обеспечивают почву дополнительными органическими веществами.

Заключение

Исследование экологических аспектов состава и технологии применения органоминерального удобрения на основе донных отложений озер подтвердило его экологическую безопасность и эффективность. Удобрение «Сапролин» характеризуется сбалансированным составом макро- и микроэлементов, таких как азот, фосфор, калий, магний, кальций и сера, что обеспечивает восстановление плодородия почв, улучшение их структуры и стимулирует рост сельскохозяйственных культур. Благодаря низкому содержанию токсичных веществ и синергетическому воздействию органических и минеральных компонентов, применение этих удобрений минимизирует экологические риски и способствует устойчивому развитию сельского хозяйства.

Инновационные технологии использования «Сапролина», включая предпосевную обработку семян и внекорневую подкормку растений, доказали свою эффективность в лабораторных и полевых условиях. Приведенный пример применения жидкой фракции удобрения «Сапролин» концентрации 1,2 г/л, при предпосевной и некорневой обработке семян сорта овса (*Avenasativa* L.) «Скакун», наглядно иллюстрирует это. Эти методы позволяют оптимизировать питание растений, повысить урожайность, улучшить качественные показатели продукции и снизить потребность в синтетических химических удобрениях.

Таким образом, органоминеральное удобрение на основе донных отложений озер является экологически чистым и может стать перспективным решением для борьбы с деградацией почв, для повышения продуктивности агроэкосистем и внедрения зеленых технологий в сельское хозяйство. Использование органоминеральных удобрений на основе природных ресурсов открывает возможности для устойчивого развития аграрного сектора, повышения экологичности производства и применения, также могут служить основой для улучшения продовольственной безопасности региона.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бендикова, В. В., & Микушина, Н. Г. (2015). Роль органоминеральных удобрений в восстановлении плодородия почвы. Вестник агрономии, 1(6), 58-64.
- [2] Зайцева, О. А. (2020). Экологические аспекты использования органоминеральных удобрений. Экология и природопользование, 9(3), 77-84.
- [3] Ванина, О. А. (2018). Органические и органоминеральные удобрения в сельском хозяйстве: практика и теория. Российский журнал агрономии, 10(1), 55-61.



- [4] Дьяконова, Н. В. (2022). Агрохимическое обеспечение сельского хозяйства: методы анализа и применения удобрений. *Агрохимия и экология*, 3(9), 101-106.
- [5] Яковлев, П. В., & Новиков, И. М. (2020). Микроэлементы в почвах Казахстана: химический состав и влияние на агроэкосистемы. *Экологический вестник*, 2(5), 90-95.
- [6] Куренков, Ю. А., & Васильев, Н. И. (2019). Химический состав донных отложений как ресурс для сельского хозяйства. *Проблемы экологии*, 5(4), 42-49.
- [7] Смирнов, А. И., & Лавров, В. И. (2021). Сапропель как компонент органоминеральных удобрений: применение и перспективы. *Журнал сельского хозяйства Казахстана*, 22(1), 88-92.
- [8] Кудрявцева, Н. С. (2019). Применение сапропеля в сельском хозяйстве: современные технологии и подходы. *Аграрная экология*, 7(8), 102-108.
- [9] Дмитриев, П. С., Фомин, И. А., Зубань, И. А., & Островной, К. А. (2023). Способ получения сапропелевого продукта для предпосевной обработки семян овощных культур. Государственный реестр полезных моделей Республики Казахстан, Патент № 8929. URL: www.kazpatent.kz.
- [10] Сергеева, Т. М. (2016). Влияние органоминеральных удобрений на рост и развитие сельскохозяйственных культур. *Агрономия и сельское хозяйство*, 12(7), 43-48.
- [11] Dmitriyev, P., Fomin, I., Ismagulova, S., Berdenov, Z., Zuban, I., & Ostrovnoy, K. (2023). Study of the possibility of using the bottom organomineral accumulations of the lakes of the North Kazakhstan region to obtain innovative fertilizers for the development of organic farming and agrotourism. *Sustainability*, 15(11), 8999. <https://doi.org/10.3390/su15118999>.
- [12] Дмитриев, П., Фомин, И., Исмагулова, С., Берденов, З., Зубань, И., Островной, К., & Голодова, И. (2024). Effect of the use of sapropel extract on biometric indicators and yield of beetroot (*Beta vulgaris* L.) in the conditions of the North Kazakhstan region. *Sustainability*, 16(14), 6192. <https://doi.org/10.3390/su16146192>.
- [13] Dmitriyev, P., Bykov, A., Zuban, I., Fomin, I., Ismagulova, S., & Ostrovnoy, K. (2024). The possibility of environmentally sustainable yield and quality management of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) of the Cornetto variety when using sapropel extract. *Sustainability*, 16, 9870. <https://doi.org/10.3390/su16229870>.
- [14] Федоткин, И. М., & Гулый, И. С. (2000). Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности. Киев: ОКО.
- [15] Дмитриев, П., Островной, К., Фомин, И., З., Зубань, И. (2023). Особенности химического состава и получения сапропеля эвтрофных озер Северо-Казахстанской области. *Вестник Университета Шакарим*. 2024, №2 (14) 2024, 519-527. DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-62

REFERENCES

- [1] Bendikova, V. V., & Mikushina, N. G. (2015). Rol' organomineral'nykh udobreniy v vosstanovlenii plodorodiya pochvy. *Vestnik agronomii*, 1(6), 58–64. [Bendikova, V. V., & Mikushina, N. G. (2015). The role of organomineral fertilizers in restoring soil fertility. *Bulletin of Agronomy*, 1(6), 58–64.]
- [2] Zaitseva, O. A. (2020). Ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya organomineral'nykh udobreniy. *Ekologiya i prirodopol'zovanie*, 9(3), 77–84. [Zaitseva, O. A. (2020). Environmental aspects of using organomineral fertilizers. *Ecology and Nature Management*, 9(3), 77–84.]
- [3] Vanina, O. A. (2018). Organicheskie i organomineral'nye udobreniya v selskom khozyaystve: praktika i teoriya. *Rossiyskiy zhurnal agronomii*, 10(1), 55–61. [Vanina, O. A. (2018). Organic and organomineral fertilizers in agriculture: practice and theory. *Russian Journal of Agronomy*, 10(1), 55–61.]
- [4] Dyakonova, N. V. (2022). Agroximicheskoe obespechenie selskogo khozyaystva: metody analiza i primeneniya udobreniy. *Agroximiya i ekologiya*, 3(9), 101–106. [Dyakonova,



N. V. (2022). Agrochemical support of agriculture: methods of analysis and fertilizer application. *Agrochemistry and Ecology*, 3(9), 101–106.]

[5] Yakovlev, P. V., & Novikov, I. M. (2020). Mikroelementy v pochvakh Kazakhstana: khimicheskiy sostav i vliyanie na agroekosistemy. *Ekologicheskiy vestnik*, 2(5), 90–95. [Yakovlev, P. V., & Novikov, I. M. (2020). Trace elements in the soils of Kazakhstan: chemical composition and impact on agroecosystems. *Ecological Bulletin*, 2(5), 90–95.]

[6] Kurenkov, Yu. A., & Vasil'yev, N. I. (2019). Khimicheskiy sostav donnykh otlozheniy kak resurs dlya selskogo khozyaystva. *Problemy ekologii*, 5(4), 42–49. [Kurenkov, Yu. A., & Vasiliev, N. I. (2019). Chemical composition of bottom sediments as a resource for agriculture. *Problems of Ecology*, 5(4), 42–49.]

[7] Smirnov, A. I., & Lavrov, V. I. (2021). Sapropel' kak komponent organomineral'nykh udobreniy: primeneniye i perspektivy. *Zhurnal selskogo khozyaystva Kazakhstana*, 22(1), 88–92. [Smirnov, A. I., & Lavrov, V. I. (2021). Sapropel as a component of organomineral fertilizers: application and prospects. *Journal of Agriculture of Kazakhstan*, 22(1), 88–92.]

[8] Kudryavtseva, N. S. (2019). Primeneniye sapropelya v selskom khozyaystve: sovremennyye tekhnologii i podkhody. *Agrarnaya ekologiya*, 7(8), 102–108. [Kudryavtseva, N. S. (2019). Application of sapropel in agriculture: modern technologies and approaches. *Agrarian Ecology*, 7(8), 102–108.]

[9] Dmitriev, P. S., Fomin, I. A., Zuban', I. A., & Ostrovnoy, K. A. (2023). Sposob polucheniya sapropelevogo produkta dlya predposevnoy obrabotki semyan ovoshchnykh kultur. Gosudarstvennyy reestr poleznykh modeley Respubliki Kazakhstan, Patent № 8929. URL: www.kazpatent.kz. [Dmitriev, P. S., Fomin, I. A., Zuban, I. A., & Ostrovnoy, K. A. (2023). Method for obtaining sapropel-based product for pre-sowing treatment of vegetable seeds. State Register of Utility Models of the Republic of Kazakhstan, Patent No. 8929. URL: www.kazpatent.kz.]

[10] Sergeeva, T. M. (2016). Vliyanie organomineral'nykh udobreniy na rost i razvitiye selskokhozyaystvennykh kultur. *Agronomiya i selskoe khozyaystvo*, 12(7), 43–48. [Sergeeva, T. M. (2016). Influence of organomineral fertilizers on the growth and development of agricultural crops. *Agronomy and Agriculture*, 12(7), 43–48.]

[11] Dmitriyev, P., Fomin, I., Ismagulova, S., Berdenov, Z., Zuban, I., & Ostrovnoy, K. (2023). Study of the possibility of using the bottom organomineral accumulations of the lakes of the North Kazakhstan region to obtain innovative fertilizers for the development of organic farming and agrotourism. *Sustainability*, 15(11), 8999. <https://doi.org/10.3390/su15118999>.

[12] Dmitriyev, P., Fomin, I., Ismagulova, S., Berdenov, Z., Zuban, I., Ostrovnoy, K., & Golodova, I. (2024). Effect of the use of sapropel extract on biometric indicators and yield of beetroot (*Beta vulgaris* L.) in the conditions of the North Kazakhstan region. *Sustainability*, 16(14), 6192. <https://doi.org/10.3390/su16146192>.

[13] Dmitriyev, P., Bykov, A., Zuban, I., Fomin, I., Ismagulova, S., & Ostrovnoy, K. (2024). The possibility of environmentally sustainable yield and quality management of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) of the Cornetto variety when using sapropel extract. *Sustainability*, 16, 9870. <https://doi.org/10.3390/su16229870>.

[14] Fedotkin, I. M., & Guly, I. S. (2000). Cavitation, cavitation technology and equipment, and their use in industry. Kiev: OKO.

[15] Dmitriev, P., Ostrovnoy, K., Fomin, I., Z., Zuban, I. (2023). Features of the chemical composition and production of sapropel from eutrophic lakes of the North Kazakhstan region. *Bulletin of Shakarim University*. 2024, No. 2 (14) 2024, 519–527. DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-62



Дмитриев П.С., Катаева И.Н., Зубань И.А., Фомин И.А., Островной К.А.,
Исмагулова С.М.

КӨЛДЕРДІҢ ТҮБІНДЕГІ ШӨГІНДІЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ИННОВАЦИЯЛЫҚ ОРГАНОМИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ҚҰРАМЫ МЕН ҚОЛДАНЫЛУЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Аңдатпа. Мақалада Солтүстік Қазақстан облысы көлдерінің түбіндегі шөгінділер негізінде органоминералды тыңайтқыштардың құрамы мен қолданылуының экологиялық аспектілері қарастырылады. Құрылған "Сапролин" тыңайтқышын қолдану арқылы жердің қарашірігі мен құнарлылығын төмендетудің және ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігінің салдары ретінде өзекті мәселенің ықтимал шешімі ұсынылған. Макро - және микроэлементтерді (азот, фосфор, калий, магний, кальций, күкірт және т.б.) қамтитын осы инновациялық тыңайтқыштың құрамы мен қасиеттері және оның экологиялық қауіпсіздігі сипатталған. Өнімділік пен өнімнің сапалық сипаттамаларын арттыруға ықпал ететін тыңайтқышты қолдану әдістері, соның ішінде тұқым себу алдындағы өңдеу және өсімдіктерді жапырақты азықтандыру қарастырылады. Зертханалық және далалық зерттеулердің нәтижелері "Сапролин" дақылдардың өсуі мен өнімділігін белсендіретінін, Минералды химиялық тыңайтқыштарды қолдану қажеттілігін азайтатынын көрсетеді. Сұлы сортында сұйық тыңайтқышты қолдану нәтижелерінің мысалы келтірілген (*Avenasativa* L.) "жылқы". Ауыл шаруашылығын орнықты дамыту, экологиялық қауіпсіздікті арттыру және аграрлық секторға жасыл технологияларды енгізу үшін осы тыңайтқышты пайдалану перспективасы туралы қорытынды жасалады.

Кілт сөздер: экологиялық аспектілер; экологиялық қауіпсіздік; жасыл технологиялар; түбіндегі шөгінділер; сапропель; органоминералды тыңайтқыштар; ауыл шаруашылығы; өнімділік; тұрақты даму; химиялық құрам.

Dmitriyev Paul, Katayeva Irina, Zuban Ivan, Fomin Ivan, Ostrovnoy Kirill,
Ismagulova Saltanat

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE COMPOSITION AND APPLICATION OF AN INNOVATIVE ORGANIC MINERAL FERTILIZER BASED ON LAKE SEDIMENTS

Annotation. The article discusses the ecological aspects of the composition and application of an organomineral fertilizer based on bottom sediments of lakes in the North Kazakhstan region. A possible solution to the urgent problem of reducing the level of humus and land fertility and, as a result, crop yields is presented through the use of the created Saprolin fertilizer. The composition and properties of this innovative fertilizer, including macro- and microelements (nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sulfur, etc.), and its environmental safety are described. The methods of applying fertilizers, including pre-sowing seed treatment and foliar top dressing of plants, which contribute to increasing yields and quality characteristics of products, are considered. The results of laboratory and field studies show that Saprolin activates the growth and yield of agricultural crops, minimizes the need for the use of mineral chemical fertilizers. An example of the results of using liquid fertilizer on the variety of oats (*Avenasativa* L.) "Skakun" is given. It is concluded that the use of this fertilizer is promising for the sustainable development of agriculture, improving environmental safety and introducing green technologies into the agricultural sector.

Keywords: ecological aspects; ecological safety; green technologies; bottom sediments; sapropel; organic mineral fertilizers; agriculture; productivity; sustainable development; chemical composition.