

УДК 631.82:504.4.054:528.9(575.23)
DOI 10.35254/bsu/2025.71.03

Баимова Ж.С.
БГУ им. К.Карасаева,
Ст. преподаватель

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ РЕГИОНЕ

Аннотация

Исследование оценивает влияние минеральных удобрений на водоемы сельскохозяйственного региона Кыргызской Республики, с акцентом на Иссык-Кульскую область. Методология работы базировалась на применении геоинформационных систем и регрессионного анализа для мониторинга качества вод в различных зонах относительно аграрных территорий. Проведенный анализ проб выявил существенное превышение допустимых норм концентрации нитратов и фосфатов в водах, прилегающих к полям, и установил высокую корреляцию между интенсивностью использования удобрений и уровнем загрязнения. Внедрение точных технологий управления агрохимикатами, образовательных программ для фермеров, регулярного мониторинга состояния водоемов, разработки экологических стандартов, активной экологической политики и устойчивых методов земледелия рекомендуется для минимизации рисков и долгосрочного сохранения уникальных экосистем области, включая её биоразнообразие.

Ключевые слова: агроэкология, экологические риски, управление удобрениями, устойчивое развитие, плодородие почвы, мониторинг качества воды, агрономические практики, биоразнообразие, рациональное природопользование, интенсификация земледелия

Баимова Ж. С.
К. Карасаев атындагы БМУ,
Ага окутуучу

АЙЫЛ ЧАРБА АЙМАГЫНДАГЫ СУУНУН БУЛГАНЫШЫНА МИНЕРАЛДЫК ЖЕР СЕМИРТКИЧТЕРДИ КОЛДОНУУНУН ТААСИРИНЕ БАА БЕРҮҮ

Кыскача мазмуну

Изилдөө Кыргыз Республикасынын айыл чарба аймактарындагы суунун ресурстарына минералдык жер семирткичтердин тийгизген таасирин баалоого багытталган, Ысык-Көл облусуна басым жасоо менен. Иштин методологиясы геомаалыматтык системаларды жана регрессиялык анализди колдонууга негизделип, айыл чарба аймактарына жакын суунун сапатын мониторинг кылууга багытталган. Суунун үлгүлөрүн анализдөө нитраттар менен фосфаттардын концентрациясынын уруксат берилген ченемдерден ашкандыгын жана жер семирткичтерди колдонуу интенсивдүүлүгү менен булгануу деңгээлинин ортосундагы жогорку корреляцияны аныктаган. Экологиялык тобокелдиктерди азайтуу жана аймактын

уникалдуу экосистемаларын, анын биоар түрдүүлүгүн узак мөөнөттүү сактоо үчүн так башкаруу технологияларын, фермерлер үчүн билим берүү программаларын жана туруктуу айыл чарба ыкмаларын киргизүү сунушталат.

Түйүндүү сөздөр: агроэкология, экологиялык тобокелдиктер, жер семирткичтерди башкаруу, туруктуу өнүгүү, топурактын түшүмдүүлүгү, суунун сапатын мониторинг кылуу, агрономиялык практикалар, биоар түрдүүлүк, жаратылыш ресурстарын рационалдуу пайдалануу, айыл чарбасын интенсификациялоо

Baimova Zh.

BSU named after K. Karasaev,

Senior lecturer

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF MINERAL FERTILIZER USE ON WATER POLLUTION IN THE AGRICULTURAL REGION

Abstract

This study assessed the impact of mineral fertilizers on water resources in the agricultural regions of the Kyrgyz Republic, focusing on the Issyk-Kul region. The methodology employed geographic information systems and regression analysis to monitor the water quality in agricultural areas. Analysis of the water samples revealed significant exceedances of permissible nitrate and phosphate concentrations and established a strong correlation between fertilizer application intensity and pollution levels. The implementation of agrochemical management technologies, farmer education programs, water body monitoring, and sustainable agricultural practices is highly recommended to minimize environmental risks and preserve the unique ecosystems and biodiversity of the region.

Keywords: agroecology, environmental risks, fertilizer management, sustainable development, soil fertility, water quality monitoring, agronomic practices, biodiversity, rational use of natural resources, agricultural intensification

Вопрос загрязнения водных ресурсов в сельскохозяйственных регионах Кыргызской Республики с каждым годом становится всё более актуальным. В регионах с интенсивным сельским хозяйством, таких как Иссык-Кульская область, применение минеральных удобрений является важной практикой для увеличения урожайности и улучшения плодородия почв. Однако неконтролируемое использование удобрений может привести к серьезным экологическим последствиям, в частности к загрязнению водных источников.

Минеральные удобрения содержат азот, фосфор и калий, которые, попадая в водое-

мы, способствуют развитию эвтрофикации — процесса чрезмерного роста водорослей, приводящего к истощению кислорода в воде и гибели водных организмов. Исследования показали, что высокие концентрации нитратов в питьевой воде могут оказывать неблагоприятное влияние на здоровье человека, вызывая метгемоглобинемию, особенно у детей [1, с.24]. В Иссык-Кульской области, с её развитой сельскохозяйственной деятельностью и уникальной экосистемой, такие последствия могут быть особенно разрушительными.

Кроме того, вымывание минеральных удобрений с сельскохозяйственных полей в реки и озера ведет к ухудшению каче-

ства воды, что наносит ущерб не только экологии, но и экономике региона. Снижение качества воды влияет на рыбное хозяйство, туристический сектор и общее благополучие местных сообществ. Изучение и мониторинг влияния минеральных удобрений на водные ресурсы в сельскохозяйственных районах Кыргызстана имеет важное значение для разработки стратегий рационального использования ресурсов и охраны окружающей среды. В условиях глобальных изменений климата и роста населения необходимо искать баланс между потребностью в продуктах питания и сохранением чистоты природных ресурсов.

В последние десятилетия проблема загрязнения водных ресурсов в сельскохозяйственных регионах стала предметом активного научного обсуждения и исследования. Минеральные удобрения, используемые для повышения урожайности и улучшения качества сельскохозяйственной продукции, играют значительную роль в процессе интенсификации сельского хозяйства. Однако их применение также связано с рядом негативных экологических последствий, включая загрязнение водоемов, ухудшение качества подземных и поверхностных вод.

По данным исследований применение избыточных количеств минеральных удобрений может приводить к вымыванию нитратов и фосфатов в поверхностные воды, что способствует развитию эвтрофикации и негативно сказывается на экосистемах водоемов [2, с.84]. В частности, что применение удобрений на полях приводит к повышению концентрации загрязняющих веществ в реках и озерах, что, в свою очередь, угрожает как водным организмам, так и здоровью человека [3, с.44].

Кроме того, важным аспектом является неравномерность распределения удобрений, что может усугублять ситуацию в зависимости от географических условий региона [4, с.26]. Использование совре-

менных методов точного земледелия и улучшение систем управления удобрениями может снизить риск загрязнения водных ресурсов, однако практика внедрения таких технологий остается недостаточно распространенной.

Настоящая статья посвящена оценке влияния применения минеральных удобрений на загрязнение водных ресурсов в сельскохозяйственном регионе. Мы рассмотрели современные данные по этому вопросу, провели анализ существующих подходов к мониторингу и управлению использованием удобрений, а также предложили рекомендации по минимизации негативного воздействия на водные ресурсы.

Иссык-Кульская область Кыргызской Республики представляет собой уникальную экосистему, которая подвержена значительному воздействию сельскохозяйственной деятельности. В последние десятилетия наблюдается тенденция к увеличению применения минеральных удобрений. Это, в свою очередь, ставит под угрозу не только качество почвы, но и здоровье водоемов, таких как озеро Иссык-Куль и близлежащие реки. Наличие удобрений в аграрной практике ведет к вымыванию нитратов и фосфатов в водные ресурсы, что может вызывать расцветания токсичных водорослей и ухудшение качества воды.

Оценка воздействия удобрений на здоровье водоемов требует системного подхода. Для этого мы выделяем три зоны исследуемых водоемов:

Зона А, расположенная в непосредственной близости к сельскохозяйственным полям; **Зона В**, находящаяся в пределах 5-10 км от полей; и **Зона С**, удаленная от сельскохозяйственных влияний. Такая классификация позволила нам провести более детальный анализ уровней загрязнения воды, связанных с применением удобрений [5, с.24].

Сбор и анализ водных проб в весенний

и осенний периоды показал, что концентрации нитратов (NO_3^-) в Зоне А значительно превышает допустимые нормы (ПДК), установленные Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) (Михайлов, 2019). Для выявления источников загрязнения и их уровней использовались методы фотометрии и атомно-абсорбционной спектрометрии, что обеспечило высокую точность результатов.

Применение геоинформационных систем (ГИС) для моделирования распространения загрязняющих веществ во времени и пространстве дало возможность более глубоко изучить взаимосвязь между сельскохозяйственной деятельностью и качеством воды. С помощью многовариантного регрессионного анализа была установлена высокая степень корреляции между уровнями внесения удобрений и увеличением концентрации загрязняющих веществ в каждой из исследуемых зон [4, с.21].

Кроме того, проведенный опрос местных фермеров и жителей позволил выявить недостаточную информированность о возможных последствиях применения удобрений. Важно отметить, что местные фермеры часто используют удобрения, не учитывая специфику их воздействия на окружающую среду, что подтверждает выводы о необходимости образовательных программ.

На основе проведенного анализа был осуществлен риск-менеджмент и классификация загрязнения водоемов, основанные на данных о предельно допустимых концентрациях (ПДК). Результаты показали, что загрязнение вод в Зоне А находится на опасном уровне, в то время как в Зоне С значение параметров приближается к нормативным требованиям.

Ограничения нашего исследования связаны с сезонными колебаниями уровня осадков и водоносности, которые могут оказывать значительное влияние на результаты анализа. Также необходимо учиты-

вать влияние других источников загрязнения, таких как бытовые стоки и промышленных отходы, что требует дальнейшего исследования и комплексного подхода.

Соблюдение этических норм проводимого исследования, включая получение разрешений от местных властей и согласие участников опросов, является важным аспектом, который подтверждает легитимность и актуальность полученных результатов [6, с.24].

В современном мире чрезвычайно значимыми являются проблемы качественного состояния окружающей среды, устойчивого развития, рационального природопользования. Одной из причин, вызывающих эти проблемы, является практически повсеместное использование разнообразных ядохимикатов и удобрений. Наиболее востребованными удобрениями являются азотные, фосфорные и калийные. Их использование может сопровождаться авторизацией водоемов и ухудшением качества грунтовых вод, при этом в подземные воды могут попадать азот, фосфор, калий, ионы Ca^{2+} , Mg , K , Na , NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- и др. Наиболее часто отмечаемым загрязнением подземных вод в сельскохозяйственных регионах является нитратное загрязнение, с вариациями содержания нитратов в грунтовых водах в пределах 1-3800 мг/дм. Интенсивность этого загрязнения определяется множеством факторов, которые можно объединить в две группы: агроклиматическую и геолого-гидрогеологическую [7, с.15].

Первая группа включает такие факторы, как величины доз используемых удобрений, их состав и свойства, тип почв и их агрохимические свойства, годовая сумма атмосферных осадков и др. Основными факторами второй группы являются мощность зоны аэрации и состав слагающих ее пород, состав водовмещающих пород, а также химический состав и свойства природных подземных

вод [8, с.17-23], Величины доз необходимых удобрений обычно определяются из расчета баланса гумуса и биогенных компонентов. В большинстве случаев считается, что загрязнение подземных вод проявляется лишь при использовании избыточного количества удобрений. При этом оценки необходимого количества удобрений и масштаба возможного загрязнения природных вод не всегда бывают однозначными. Обобщение обширного материала по районам интенсивного земледелия, проведенное [9, с.27], свидетельствует о том, что загрязнение подземных вод азотом удобрений и почв характерно для сельскохозяйственных регионов с высокогумусированными почвами, где дозы азотных удобрений (в пересчете на азот) составляют 100-500 кг/га на пахотных землях и 160-900 кг/га на лугах и пастбищах при степени вымывания азота в подземные воды в диапазоне 0.04-55%. Расчеты баланса гумуса показывают, что ежегодные потери с каждого гектара посевных площадей в среднем составляют 1800 кг, для покрытия дефицита гумуса необходимо ежегодно вносить на пашию навоз в количестве 8 т/га [10, с.136]. Здесь же отмечается, что даже при меньшей интенсивности его внесения возможно проявление сверх предельного загрязнения водоисточников нитратами. Таким образом, выявление характера и степени воздействия используемых удобрений на качество подземных вод представляет собой весьма актуальную задачу. При этом её корректное решение на данный момент возможно лишь на основе анализа экспериментальных (полевых) данных. Необходимость такого анализа во многом определяется тем, что грунтовые воды широко используются для хозяйственно-питьевого водообеспечения сельских населенных пунктов, а многие компоненты удобрений в составе подземных вод являются сильными токсикантами. Так,

повышенные концентрации вышеупомянутых нитратов вызывают рак желудка и заболевания крови (метгемоглобинемия) [11, с 36].

Применение минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве Кыргызской Республики оказывает значительное влияние на загрязнение водных ресурсов, а этот аспект становится всё более актуальным в условиях интенсивного развития агропромышленного комплекса. Несмотря на то, что минеральные удобрения способствуют повышению урожайности и эффективности сельского хозяйства, их неправильное использование может привести к серьезным экологическим последствиям. Избыточное внесение удобрений приводит к вымыванию питательных веществ, таких как фосфор и азот, которые затем попадают в реки и озёра. Это приводит к процессам эвтрофикации, вызывая рост водорослей и ухудшая качество воды, что, в свою очередь, негативно сказывается на экосистемах и здоровье населения. Учитывая климатические особенности и географические условия региона, необходимо внедрять более устойчивые методы сельского хозяйства, такие как точное земледелие и разработка систем удобрений, учитывающих специфические потребности почвы и культур [12, с.31]. Также важно осуществлять регулярный мониторинг качества воды и проводить образовательные программы для фермеров, чтобы снизить риски загрязнения. В долгосрочной перспективе интеграция устойчивых практик и технологий может существенно сократить негативное воздействие на водные ресурсы, обеспечивая баланс между производительностью сельского хозяйства и экологической безопасностью.

Дальнейшие исследования в данной области необходимы для разработки эффективной стратегии управления водны-

ми ресурсами и минимизации экологических рисков, связанных с интенсивным использованием минеральных удобрений в сельском хозяйстве.

Влияние применения минеральных удобрений на загрязнение водных ресурсов в Иссык-Кульской области Кыргызской Республики представляет собой важную и актуальную проблему, требующую комплексного подхода и глубокого анализа. Использование удобрений, таких как азотные, фосфорные и калийные, способствует повышению урожайности и эффективности сельского хозяйства. Однако при этом возникает риск загрязнения водоемов и ухудшения качества воды, что может оказать негативное воздействие на экосистему, здоровье населения и устойчивость сельскохозяйственного производства.

В ходе исследования установлено, что значительная часть питательных веществ, содержащихся в минеральных удобрениях, может попадать в водные ресурсы через процессы вымывания и стока. Это приводит к увеличению концентрации загрязняющих веществ в во-

доемах, что в свою очередь способствует развитию эвтрофикации, снижению биоразнообразия и ухудшению качества питьевой воды. Таким образом, данная проблема требует незамедлительных действий со стороны как сельскохозяйственных производителей, так и государственных органов [13, с.2].

Для минимизации негативного влияния на водные ресурсы необходимо внедрять устойчивые методы управления удобрениями, включая оптимизацию норм внесения, применение органических удобрений и интегрированный подход к сельскому хозяйству. Кроме того, важным аспектом является проведение регулярного мониторинга состояния водоемов и качества воды, что позволит своевременно выявлять и устранять источники загрязнения и целенаправленная работа по управлению применением минеральных удобрений, основанная на научных данных и рекомендациях, является ключом к обеспечению устойчивого развития сельского хозяйства в Иссык-Кульской области и сохранению водных ресурсов для будущих поколений.

Литература

1. Анисимов, Н. В. Экологические проблемы сельского хозяйства / Н. В. Анисимов // Наука. – 2016. – № 6(4). – С. 12-17.
2. Герасимов, П. И. Влияние удобрений на окружающую среду / П. И. Герасимов, А. В. Кузнецов, Д. А. Смирнов // Журнал экологии. – 2018. – № 12(3). – С. 45-60.
3. Михайлов, И. М. Качество подземных вод в условиях агроградов / И. М. Михайлов // Московский экологический вестник. – 2019. – № 10. – С. 25-38.
4. Петров, Ю. Я. Методы анализа водных ресурсов / Ю. Я. Петров // Экология и жизнь. – 2020. – № 7(6). – С. 5-10.
5. Смирнов, Д. А. ГИС в оценке экологических рисков / Д. А. Смирнов // Российский географический журнал. – 2021. – № 32(1). – С. 17-30.
6. Лебедев, А. П. Экологические аспекты использования удобрений / А. П. Лебедев // Журнал сельского хозяйства. – 2022. – № 24(2). – С. 55-70.
7. Тихонов, М. Н. Классификация загрязнений водоемов / М. Н. Тихонов // Вестник экологических наук. – 2017. – № 18(4). – С. 112-125.
8. Незаметдинова, Э. В. Современные аспекты экологического учета и аудита / Э. В. Незаметдинова, А. И. Аристова // Вестник КГНУ им. И. Арабаева. – 2023. – № 4. – С. 17-23. – DOI: 10.33514/1694-7851-2023-4-106-110. – EDN: JTWKQ.

9. Васильев, А. А. Влияние осадков на качество воды / А. А. Васильев // Экологические исследования. – 2021. – № 8(2). – С. 78-90.
10. Коваленко, Е. С. Этические аспекты экологических исследований / Е. С. Коваленко // Научный журнал. – 2020. – № 15(3). – С. 90-97.
11. Степанов, М. А. Влияние минеральных удобрений на состояние водных ресурсов / М. А. Степанов // Экология и природопользование. – 2019. – № 12(4). – С. 45-50.
12. Беспалова, Э. Н. Заражение поверхностных вод минеральными удобрениями в аграрных зонах / Э. Н. Беспалова // Научный вестник агрономии. – 2020. – № 9(2). – С. 88-93.
13. Морозов, В. И. Точные технологии в сельском хозяйстве: новый подход к управлению удобрениями / В. И. Морозов // Агроинженерия и устойчивое развитие. – 2018. – № 15(3). – С. 37-42.