

Код МРНТИ 87.21.07

*Д.К. Сунакбаева¹, Д.Х. Юлдашбек¹, К.У. Айтекова², Ж.Т. Уйсимбаева³

¹Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави (г. Туркестан, Казахстан),

²Международный Таразский университет имени Шерхана Муртазы (г. Тараз, Казахстан),

³Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации (г. Тараз, Казахстан)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ НА СОСТАВ ПОЧВЫ

Аннотация. В статье рассмотрено влияние природных минералов на состав и физико-химические свойства почвы, а также их роль в формировании экосистемных процессов. Проведен комплексный анализ геохимического состава различных почвенных образцов, включающих минералы, такие как кварц, полевые шпаты, карбонаты и глинистые частицы. Исследованы их эффекты на водный режим почвы, кислотно-щелочной баланс, а также на содержание макро- и микроэлементов. Особое внимание уделено экологическим аспектам, связанным с использованием природных минералов, включая снижение негативного воздействия химических веществ на окружающую среду и повышение устойчивости почвенных экосистем. Результаты исследования могут быть использованы для разработки методов восстановления и улучшения качества почв, повышения их устойчивости к изменениям климата.

Ключевые слова: геоэкология, природные минералы, состав почвы, микроэлементы, почвенные условия.

Табиғи минералдардың топырақ құрамына әсерін геоэкологиялық бағалау

Аңдатпа. Мақалада табиғи минералдардың топырақтың құрамы мен физика-химиялық қасиеттеріне әсері, сондай-ақ олардың экожүйелік процестерді қалыптастырудағы рөлі қарастырылады. Кварц, дала шпаттары, карбонаттар және саз бөлшектері сияқты минералдарды камтитын әртүрлі топырақ үлгілерінің геохимиялық құрамына кешенді талдау жүргізілді. Олардың топырақтың су режиміне, қышқыл-негіз балансына, сондай-ақ макро және микроэлементтердің құрамына әсері зерттелді. Табиғи минералдарды пайдаланумен байланысты экологиялық аспектілерге, соның ішінде химиялық заттардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайтуға және топырақ экожүйелерінің тұрақтылығын арттыруға ерекше назар аударылады. Зерттеу нәтижелерін топырақтың сапасын қалпына келтіру және жақсарту, олардың климаттың өзгеруіне төзімділігін арттыру әдістерін әзірлеу үшін пайдалануға болады.

Түйінді сөздер: геоэкология, табиғи минералдар, топырақ құрамы, микроэлементтер, топырақ жағдайлары.

Geocological assessment of the effect of natural minerals on soil composition

Abstract. The article examines the influence of natural minerals on the composition and physico-chemical properties of the soil, as well as their role in the formation of ecosystem processes. A comprehensive analysis of the geochemical composition of various soil samples, including minerals such as quartz, feldspar, carbonates and clay particles, has been carried out. Their effects on the water regime of the soil, acid-base balance, as well as on the content of macro- and microelements have been studied. Special attention is paid to environmental aspects related to the use of natural minerals, including reducing the negative effects of chemicals on the environment and increasing the stability of soil ecosystems. The results of the study can be used to develop methods for restoring and improving soil quality, increasing their resistance to climate change.

Key words: geocology, natural minerals, soil composition, trace elements, soil conditions.

Введение

Почва является одним из важнейших элементов экосистемы, обеспечивающим основу для жизни растений и животных. Ее состав и свойства напрямую влияют на качество и количество экологически чистого производства, а также на здоровье экосистем в целом. Один из ключевых факторов, определяющих продуктивность почвы, это ее минеральный состав. Минералы в почве могут изменять ее физико-химические характеристики, такие как водопоглощение, удержание влаги, кислотно-щелочной баланс и содержание микроэлементов, что, в свою очередь, влияет на рост и развитие растений [1–3].

Природные минералы, такие как кварц, полевые шпаты, карбонаты и глинистые частицы, играют особую роль в этих процессах. Кварц, будучи основным компонентом силикатных минералов, влияет на структуру почвы, улучшая ее водопроницаемость. Полевые шпаты, содержащие калий и другие элементы, участвуют в обеспечении почвы микроэлементами, которые необходимы для роста растений. Карбонаты, в свою очередь, влияют на кислотно-щелочной баланс почвы, повышая ее pH и создавая щелочные условия. Глинистые минералы, обладая высокой водоудерживающей способностью, оказывают влияние на структуру почвы, ее аэрацию и способность поддерживать оптимальные условия для роста корней растений [4–5].

Изучение геохимического состава почвы, включающего анализ минералогических и химических свойств, имеет

большое значение для оценки ее пригодности для экологически чистого производства и понимания процессов, происходящих в экосистемах. В связи с этим, важной задачей является понимание того, как различные минералы влияют на биологическую активность почвы, особенно на процессы прорастания растений [6–8].

Данное исследование направлено на изучение влияния природных минералов на состав почвы и их воздействие на экологически чистое производство. В работе рассматриваются почвы с различным минеральным составом, в том числе с преобладанием кварца, полевых шпатов, карбонатов и глинистых частиц. Оценено их влияние на водный режим почвы, кислотно-щелочной баланс, содержание микроэлементов и, наконец, на процессы прорастания зерен пшеницы, маша и черноглазой фасоли.

Геоэкологическое направление производства напрямую зависит от состояния почвы, и понимание того, как минералы влияют на ее характеристики, поможет более эффективно управлять почвенной системой. Важно подчеркнуть, что геоэкологический анализ почвы и ее состав могут способствовать минимизации использования химических удобрений и улучшению экологической устойчивости производства, что является важной частью концепции устойчивого развития [9–10].

Целью данного исследования является оценка влияния минералов на состав почвы и ее способности поддерживать рост и развитие растений, что может быть полезно

как для производства, так и для восстановления экосистем в целом.

Материалы и методы

Почвенные образцы

Для исследования были выбраны три почвенных образца, отражающие различные типы минерального состава. Каждый образец был получен с различных географических регионов, что позволило создать условия для сравнения почв с различными характеристиками.

- **Почва 1.** Содержит преимущественно кварц и полевые шпаты. Эти минералы характеризуются высоким содержанием кремния и малым количеством микроэлементов, что обычно делает такие почвы более устойчивыми к водной эрозии, но при этом слабо способными к удержанию питательных веществ.

- **Почва 2.** Почва, богатая карбонатами (главным образом кальцитом и доломитом), что придает ей щелочную реакцию. Почвы с таким составом могут содержать избыточное количество кальция и магния, что влияет на доступность других микроэлементов, таких как железо и фосфор.

- **Почва 3.** Содержит преобладание глинистых частиц. Глинистые почвы обладают высокой способностью к удержанию воды, но могут страдать от недостатка кислорода в корневой зоне, что влияет на прорастание и рост растений.

Методика исследования

Для оценки влияния минералов на почву были проведены следующие этапы:

1. Геохимический анализ почвы:

- Измерение pH почвы с использованием водной суспензии.

- Определение содержания микроэлементов (*Fe*, *Mg*, *Ca*, *K*).

2. Влияние на водный режим:

- Оценка способности почвы удерживать воду с помощью капиллярного водопоглощения.

- Проведение лабораторных экспериментов по определению объема воды, который может удерживать почва (сравнение водопоглощения и удержания влаги).

3. Эксперимент по определению минералов:

- В качестве объектов эксперимента были выбраны различные минералы: пшеница, маш и черноглазая фасоль.

- Для каждого типа почвы были подготовлены три экспериментальные группы (по три образца почвы на каждую группу): глинистые минералы, щелочные минералы, кислотные минералы, нейтральные минералы.

Результаты

Геохимический состав почв

Результаты показывают, что почвы с преобладанием карбонатов (Почва 2) имеют более высокие значения pH, что указывает на их щелочную реакцию. Почвы с высокими концентрациями кальция (Почва 2) могут оказывать негативное влияние на растения, чувствительные к высокому pH, например, на прорастание зерен пшеницы (таблица 1).

Таблица 1

Геохимический состав почвенных образцов

Кесте 1

Топырақ үлгілерінің геохимиялық құрамы

Table 1

Geochemical composition of soil samples

Параметр	Почва 1 (кварц + полевые шпаты)	Почва 2 (карбонаты)	Почва 3 (глинистые частицы)
pH (активная кислотность)	6.2	7.5	6.8
Железо (<i>Fe</i>), мг/кг	15	12	14
Магний (<i>Mg</i>), мг/кг	25	30	35
Кальций (<i>Ca</i>), мг/кг	20	45	40
Калий (<i>K</i>), мг/кг	50	55	52

Влияние на прорастание зерен

На основе полученных данных можно построить таблицу, показывающую процент прорастания для каждого типа почвы и каждого вида зерен (таблица 2).

Таблица 2

Процент прорастания зерен в зависимости от типа почвы

Кесте 2

Топырақтың түріне байланысты дәндердің өніп шығуының пайыздық көрсеткіштері

Table 2

Percentage of seed germination depending on the soil type

Почва	Пшеница (%)	Маш (%)	Черноглазая фасоль (%)
Почва 1 (кварц + полевые шпаты)	90	85	70
Почва 2 (карбонаты)	75	65	80
Почва 3 (глинистые частицы)	90	95	85

Геоэкологическое значение почвенной системы представляет собой важность природных компонентов и процессов, их роль в поддержании экологического равновесия, устойчивости экосистем и сохранении жизнеспособности окружающей среды. Это понятие охватывает несколько аспектов:

1. **Роль природных ресурсов.** Геоэкологическое значение земельных участков, водных объектов, растительности,

животных и других природных ресурсов в обеспечении жизнедеятельности человека и экосистем.

2. *Устойчивость экосистем.* Оценка того, насколько природные компоненты региона устойчивы к изменениям, таким как антропогенная нагрузка, климатические изменения, загрязнение и другие факторы.

3. *Влияние на природные процессы.* Как различные геоэкологические компоненты (например, почвы, климат, водные ресурсы) взаимодействуют и влияют на биологическое разнообразие и общую экологическую стабильность.

4. *Оценка воздействия человека.* Как антропогенная деятельность (строительство, сельское хозяйство, промышленность) влияет на природную среду, и какое значение для экосистем имеет сохранение природных территорий или их восстановление.

В целом, геоэкологическое значение помогает понять, как природные компоненты и процессы влияют на экологическое состояние территорий и как можно минимизировать отрицательные воздействия на природу.

Влияние на водный режим почвы

Результаты показали, что почва с высоким содержанием карбонатов обладает более высокой способностью к водопоглощению, что может быть полезным в условиях засушливого климата, но также может привести к снижению доступности воды для растений, если карбонаты сильно нейтрализуют кислотность (таблица 3).

Таблица 3

Водопоглощение и удержание воды

Кесте 3

Су сіңіру және суды ұстап тұру көрсеткіштері

Table 3

Water absorption and water retention

Почва	Водопоглощение (л/м ²)	Вода, удерживаемая в почве (%)
Почва 1 (кварц + полевые шпаты)	15	45
Почва 2 (карбонаты)	18	48
Почва 3 (глинистые частицы)	12	42

Обсуждение

Результаты нашего исследования показали, что минеральный состав почвы оказывает значительное влияние на ее химические и физические свойства, что, в свою очередь, влияет на рост растений. Почвы, содержащие различное количество минералов, продемонстрировали разнообразие в показателях водопоглощения, pH и содержания микроэлементов, что является ключевым для эффективного прорастания зерен.

Влияние состава природных минералов на pH почвы

Природные минералы оказывают значительное влияние на pH почвы. Этот эффект зависит от состава минералов, их растворимости, а также от условий, в которых

они находятся. Влияние минералов можно разделить на несколько категорий.

Кислотные минералы (источник подкисления). Некоторые минералы при выветривании выделяют кислоты или кислые соединения, которые могут понижать pH почвы. Одними из распространенных кислот являются сульфиды, такие как, пирит, марганец. При окислении сульфидов образуются серная кислота и другие кислые вещества, что снижает pH почвы. Помимо этого, глинистые минералы, такие как каолинит, могут способствовать образованию кислых соединений, влияющих на кислотный показатель почв. Щелочные минералы, являющиеся источником повышения показателя кислотности, некоторые минералы обладают щелочной реакцией, при их выветривании образуются основания, что может повышать pH почвы. Составной частью могут быть и карбонаты (мел, известняк) – кальцит и доломит, при растворении высвобождают ионы кальция (Ca^{2+}), которые нейтрализуют кислоты в почве и увеличивают кислотность. Немаловажно отметить и соли калиевых металлов, содержащие натрий и калий, способные повышать pH, снижая кислотность. Нейтральные минералы, такие как кварц и полевые шпаты, не оказывают значительного воздействия на pH почвы, так как они практически не растворяются в воде. Минералы, содержащие микроэлементы, такие как окислы железа и марганца, могут влиять на pH почвы в зависимости от их растворимости и взаимодействия с другими веществами в почве. Например, железо, растворяясь, может создавать кислую среду.

Влияние вышеперечисленных минералов на pH почвы также зависит от нескольких факторов: тип почвы – глинистые почвы могут реагировать иначе, чем песчаные, на одни и те же минералы; климатические условия – температура и влажность могут ускорять выветривание минералов, что усиливает их воздействие на pH; этап выветривания – вначале минералы могут не оказывать сильного воздействия, но по мере выветривания, их влияние на pH может усиливаться. Таким образом, влияние природных минералов на pH почвы разнообразно и зависит от множества факторов, включая тип минералов, их состав и условия окружающей среды.

Влияние на водный режим почвы

Природные минералы оказывают существенное влияние на водный режим почвы. Это влияние проявляется в различных аспектах, таких как способность почвы удерживать воду, ее водопроницаемость, а также способность минералов взаимодействовать с водными растворами, что влияет на водный баланс. Глины являются важными компонентами почвы, поскольку они обладают высокими адсорбционными свойствами и могут удерживать значительное количество воды. Это важно для водного баланса, поскольку глинистые минералы (например, каолинит, иллит, монтмориллонит) характеризуются большой удельной поверхностью и способны задерживать воду. Глины часто замедляют инфильтрацию воды в почву, делая водопроницаемость низкой, но при этом способны длительно удерживать воду, что важно в условиях засухи. Эти минералы образуют вододерживающие комплексы, что помогает поддерживать

стабильный уровень влажности в почве, особенно в засушливых районах.

Минералы, содержащие карбонаты (известняк, доломит). Минералы, такие как кальцит (CaCO_3) и доломит ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), могут оказывать влияние на водный режим почвы следующими способами: увлажнение почвы – карбонаты кальция и магния при растворении в воде образуют слабощелочные растворы, что может улучшить структуру почвы, увеличивая водопроницаемость и дренаж, особенно в сильно глинистых почвах; задержка воды – в некоторых случаях карбонатные минералы могут способствовать образованию более плотной структуры, которая влияет на медленное проникновение воды, снижая скорость инфильтрации; минералы, содержащие соляные компоненты (например, гипс, сульфаты); минералы, такие как гипс (CaSO_4), также оказывают влияние на водный режим почвы: поддержание водного баланса – гипс помогает улучшить структуру почвы, облегчая дренаж в засоленных почвах, что предотвращает накопление избыточной воды; увлажнение – сульфаты кальция могут увеличивать способность почвы удерживать воду, не допуская чрезмерного высыхания в условиях дефицита влаги; минералы, влияющие на водопроницаемость (например, кварц). Минералы, такие как кварц, имеют минимальное влияние на водный режим, так как они практически не растворяются в воде. Однако их наличие в почве влияет на физическую структуру почвы – кварц, будучи компонентом песчаных почв, способствует повышению водопроницаемости. Почвы с высоким содержанием песчаных минералов легко пропускают воду, но при этом плохо удерживают влагу, что делает их склонными к быстрому высыханию; минералы, содержащие органические вещества (например, гумус).

Некоторые минералы в сочетании с органическими веществами, такими как гумус, играют ключевую роль в водном режиме почвы. Гумус увеличивает водоудерживающую способность почвы, улучшая структуру и увеличивая пористость, что способствует лучшему удержанию воды.

Влияние минералов на водный режим зависит от ряда факторов:

тип почвы – минералы взаимодействуют с органическими веществами, изменяя физико-химические свойства почвы. Глинистые и суглинистые почвы будут реагировать на минералы иначе, чем песчаные почвы;

климатические условия – в регионах с интенсивными осадками минералы могут оказывать влияние на дренаж и водоудержание, а в засушливых районах – на удержание влаги;

структура почвы – минералы могут улучшать или ухудшать структуру почвы, что непосредственно влияет на ее способность удерживать или пропускать воду. Природные минералы играют важную роль в формировании водного режима почвы, влияя на ее водоудерживающую способность, проницаемость и общую структуру. В зависимости от типа минералов и условий окружающей среды их влияние может быть как положительным, так и отрицательным, что требует учета при агротехнических и природоохранных мероприятиях.

Роль микроэлементов в почве

Не менее важным является содержание микроэлементов в почве, таких как калий, магний и кальций. Эти элементы играют ключевую роль в метаболических процессах растений. Почва с высоким содержанием карбонатов (Почва 2) показала относительно высокие уровни кальция и магния, однако этот элемент может подавлять доступность других микроэлементов, что негативно сказывается на росте растений, таких как пшеница.

С другой стороны, почва, содержащая кварц и полевые шпаты (Почва 1), оказалась наиболее сбалансированной по содержанию магния и калия, что обеспечивало лучший рост пшеницы. Почва с преобладанием глинистых частиц (Почва 3) также показала сбалансированное содержание микроэлементов, но их доступность для растений была несколько ограничена из-за высокой водоудерживающей способности почвы.

Микроэлементы в почве играют важную роль в обеспечении нормального роста и развития растений, несмотря на то, что их содержание в почве и потребность в них у растений относительно невелики. Эти элементы участвуют в различных физиологических процессах, поддерживая жизнедеятельность растений, а их дефицит или избыток может существенно влиять на здоровье растений и урожайность. Микроэлементы хотя и требуются в малых количествах, имеют ключевое значение для нормального функционирования растений. Они участвуют в многочисленных биохимических процессах и влияют на рост, развитие, устойчивость к болезням и плодообразование. Правильное управление содержанием микроэлементов в почве способствует получению здоровых и высокоурожайных культур.

Таким образом, минеральный состав почвы и ее способность удерживать воду и обеспечивать растения необходимыми микроэлементами играют решающую роль в успешном прорастании и росте экологически чистой продукции. Понимание этих факторов позволит более эффективно управлять почвенными ресурсами и улучшать агротехнические практики.

Экологические аспекты

Экологические аспекты, связанные с использованием минералов в почвах, должны учитывать долгосрочные последствия для экосистем и здоровья почвы. Применение минералов, таких как карбонаты, может изменять pH почвы, что в свою очередь влияет на микробиологические процессы. Важно, чтобы изменения, вызванные минералами, не приводили к ухудшению структуры почвы и снижению ее экологической устойчивости. Также необходимо учитывать минимизацию использования химических добавок и удобрений, что способствует улучшению экосистемного баланса.

Заключение

Исследование влияния природных минералов на состав почвы и их воздействие на прорастание зерен выявило несколько ключевых факторов, которые играют важную роль в агроэкологических процессах. В ходе работы было показано, что минералогический состав почвы оказывает

прямое влияние на ее физико-химические характеристики, такие как водный режим, кислотно-щелочной баланс, содержание микроэлементов и, соответственно, на рост и развитие растений.

Во-первых, результаты геохимического анализа почвенных образцов продемонстрировали, что минералы, такие как кварц, полевые шпаты, карбонаты и глинистые частицы, влияют на pH почвы, что, в свою очередь, оказывает влияние на доступность питательных веществ. Почвы, богатые карбонатами, имели более высокие значения pH (щелочная реакция), что снижало доступность некоторых микроэлементов, таких как железо и марганец. Это было особенно заметно для пшеницы, которая хуже прорастала в почвах с высоким pH. В то же время почвы с нормальным или слегка кислым pH, как в случае с почвой, содержащей кварц и полевые шпаты, обеспечивали более благоприятные условия для роста растений.

Во-вторых, водопоглощение и удержание воды в почвах также показали значительные различия в зависимости от минералогического состава. Почвы с преобладанием глинистых частиц продемонстрировали более высокую способность к удержанию воды, что способствовало лучшему прорастанию зерен, особенно в засушливых условиях. Однако чрезмерная влажность в таких почвах может привести к дефициту кислорода в корневой зоне, что ограничивает рост корней. Это подчеркивает важность оптимального водного баланса для обеспечения здорового роста растений.

Также было установлено, что содержание микроэлементов в почвах напрямую связано с их минералогическим составом. Например, в почвах с высоким содержанием карбонатов наблюдается повышение уровня кальция и магния, что может нарушить усвоение других элементов, таких как калий и фосфор. В почвах, содержащих кварц и полевые шпаты, содержание микроэлементов оказалось

сбалансированным, что способствовало лучшему прорастанию пшеницы и других культур.

Результаты экспериментов по проращиванию экопродукции показали, что разные типы почвы влияли на прорастание растений по-разному. Наиболее высокие результаты по прорастанию показали пшеница и маш в почвах с преобладанием глинистых частиц и кварца. Черноглазая фасоль, в свою очередь, продемонстрировала лучшие результаты в почвах с высоким содержанием карбонатов, что подтверждает ее способность адаптироваться к щелочной реакции почвы.

Таким образом, результаты исследования подтверждают важность учета минерального состава почвы для улучшения агротехнических практик и повышения урожайности растений. Знание о том, как минералы влияют на кислотно-щелочной баланс, водный режим и содержание микроэлементов, позволяет более точно управлять почвенными ресурсами и создавать оптимальные условия для роста растений.

Важным аспектом работы является также экологическая составляющая. Минимизация использования химических удобрений и внесение природных минералов в почву может способствовать восстановлению и поддержанию экологического баланса. Производство, основанное на более экологически чистых технологиях, позволит не только улучшить качество продукции, но и сохранить здоровье экосистем.

Таким образом, полученные данные имеют практическое значение для экологически чистого производства, позволяя оптимизировать использование почвы, улучшить методы агротехнического ухода и повысить устойчивость экосистем к климатическим изменениям.

Данное исследование может служить основой для дальнейших более глубоких исследований влияния минералогического состава почвы на агрономические свойства и рост различных производственных процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аникве М.А.Н., Ифе К. Роль экосистемных услуг почвы в цикличной биоэкономике // *Front. Soil Sci.* 2023. № 3. С. 1–18 (на английском языке)
2. Тело да Гама Дж. Роль почвы в устойчивости, изменении климата и экосистемных услугах: проблемы и возможности // *Ecologies.* 2023. № 4 (3). С. 552–567 (на английском языке)
3. Экологические аспекты системы почва – вода – растение – атмосфера. / Реквар Р.К. [и др.] // *В: Plant perspectives to global climate changes.* 2022. № 7. С. 279–302 (на английском языке)
4. Кумари, Н., Мохан К. Основы глинистых минералов и их характеристические свойства // *IntechOpen.* 2021. № 1. С. 1–30 (на английском языке)
5. Фомина М., Скороход И. Микробные взаимодействия с глинистыми минералами и их экологические и биотехнологические последствия // *Minerals.* 2020. № 10 (10). С. 1–54 (на английском языке)
6. Эффекты прорастания на питательную ценность: всеобъемлющий обзор изменений в некоторых злаках и бобовых культурах / Гунатунга С. [и др.] // *Journal of Food Composition and Analysis.* 2024. № 128. С. 1–16 (на английском языке)
7. Аль-Тахер Ф., Калима Д., Немзер Б. Роль пророщенных зерен в здоровье человека и кишечника: Ченнай, *Sprouted Grains: Nutritional Value, Production, and Applications (Second Edition)*, 2025. С. 285–311 (на английском языке)
8. Демирель О., Гюнеш Х., Кан С. Устойчивые и современные биооснованные технологии: новые подходы к безопасности и обеспечению продовольственной безопасности // *Environ Dev Sustain.* 2024. № 44 (165). С. 1–28 (на английском языке)

9. Роль органического сельского хозяйства в достижении устойчивости в сельском хозяйстве / Гамаж А. [и др.] // *Farming System*. 2023. №1. С. 1–14 (на английском языке).
10. Недавние разработки в физических методах инвигорирования для разработки проростков съедобных семян как функциональных продуктов / Хассан С. [и др.] // *Front. Sustain. Food Syst*. 2022. № 6. С. 1–20 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Аникве М.А.Н., Ифе К. Топырақ экожүйесінің қызметтерінің цикличді биоэкономикадағы рөлі // *Front. Soil Sci*. 2023. № 3. Б. 1–18 (ағылшын тілінде)
2. Тело да Гама Дж. Топырақтың тұрақтылық, климат өзгеруі және экожүйелік қызметтердегі рөлі: мәселелер мен мүмкіндіктер // *Ecologies*. 2023. № 4 (3). Б. 552–567 (ағылшын тілінде)
3. Топырақ-суға-өсімдік-атмосфера жүйесінің экологиялық аспектілері. / Реквар Р.К. [және т. б.] // *B: Plant perspectives to global climate changes*. 2022. № 7. Б. 279–302 (ағылшын тілінде)
4. Кумари Н., Мохан К. Глинисті минералдардың негіздері және олардың супаттамалық қасиеттері // *IntechOpen*. 2021. № 1. Б. 1–30 (ағылшын тілінде)
5. Фомина М., Скороход И. Глинисті минералдармен микробтық өзара әрекеттесу және олардың экологиялық және биотехнологиялық салдары // *Minerals*. 2020. № 10 (10). Б. 1–54 (ағылшын тілінде)
6. Өскіндердің тағамдық құндылыққа әсері: кейбір дәнді дақылдар мен бұршақ дақылдарының өзгерістері туралы кең көлемді шолу / Гунатунга С. [және т. б.] // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2024. № 128. Б. 1–16 (ағылшын тілінде)
7. Аль-Тахер Ф., Калита Д., Немзер Б. Дәнді дақыл өскіндерінің адамның денсаулығы мен ішек құрылыстарының саулығындағы маңызы: Ченнай: *Sprouted Grains: Nutritional Value, Production, and Applications (Second Edition)*, 2025. Б. 285–311 (ағылшын тілінде)
8. Демирель О., Гюнеш Х., Кан С. Тұрақты және қазіргі заманғы био-негізделген технологиялар: тағам қауіпсіздігі мен қамтамасыз етуге жаңа тәсілдер // *Environ Dev Sustain*. 2024. № 44 (165). Б. 1–28 (ағылшын тілінде)
9. Органикалық ауыл шаруашылығының ауыл шаруашылығында тұрақтылыққа жетудегі рөлі / Гамаж А. [және т. б.] // *Farming System*. 2023. № 1. Б. 1–14 (ағылшын тілінде)
10. Жеу үшін дайындалған тұқымдардың өсуін жетілдіруге арналған физикалық әдістердегі соңғы жетістіктер / Хассан С. [және т. б.] // *Front. Sustain. Food Syst*. 2022. № 6. Б. 1–20 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Anikwe M.A.N., Ife K. The role of soil ecosystem services in the circular bioeconomy // *Front. Soil Sci*. 2023. No. 3. 1–18 pp. (in English)
2. Telo da Gama J. The Role of Soils in Sustainability, Climate Change and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities // *Ecologies*. 2023. No. 4 (3). 552–567 pp. (in English)
3. Ecological aspects of the soil-water-plant-atmosphere system. / Rekwar R.K. [et al.] // *In: Plant perspectives to global climate changes*. 2022. No. 7. 279–302 pp. (in English)
4. Kumari N., Mohan C. Basics of Clay Minerals and Their Characteristic Properties // *IntechOpen*. 2021. No. 1. 1–30 pp. (in English)
5. Fomina M., Skorochod I. Microbial Interaction with Clay Minerals and Its Environmental and Biotechnological Implications // *Minerals*. 2020. No. 10 (10). 1–54 pp. (in English)
6. Germination effects on nutritional quality: A comprehensive review of selected cereals and pulses changes / Gunathunga C. [et al.] // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2024. No. 128. 1–16 pp. (in English)
7. Al-Taher F., Kalita D., Nemzer B. The role of sprouted grains in human wellness and gut health: Chennai: *Sprouted Grains: Nutritional Value, Production, and Applications (Second Edition)*, 2025. 285–311 pp. (in English)
8. Demirel O., Gunesh H., Can C. Sustainable and modern bio-based technologies: new approaches to food safety and security // *Environ Dev Sustain*. 2024. No. 44 (165). 1–28 pp. (in English)
9. Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture / Gamage A. [et al.] // *Farming System*. 2023. No. 1. 1–14 pp. (in English)
10. Recent developments in physical invigoration techniques to develop sprouts of edible seeds as functional foods / Hassan S. [et al.] // *Front. Sustain. Food Syst*. 2022. No. 6. 1–20 pp. (in English)

Сведения об авторах:

Сунакбаева Д.К., к.т.н., Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави (г. Туркестан, Казахстан), dilara.sunakbayeva@ayu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-1182-7113>

Юлдашбек Д.Х., магистр химии, старший научный сотрудник НИИ «Экология», Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави (г. Туркестан, Казахстан), davlat.yuldashbek@ayu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0001-9342-7502>

Айтекова К.У., к.т.н., ассистент профессора, Международный Таразский университет имени Шерхана Муртазы (г. Тараз, Казахстан), Aytekova1972@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8439-944X>

Уйсимбаева Ж.Т., к.т.н., и.о. доцента, Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации (г. Тараз, Казахстан), zhanara_mm@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4481-0374>

Авторлар туралы мәліметтер:

Сунакбаева Д.К., т.ғ.к., Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті (Түркістан қ., Қазақстан)

Юлдашбек Д.Х., химия магистрі, «Экология» ҒЗИ-ның аға ғылыми қызметкері, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті (Түркістан қ., Қазақстан)

Айтекова К.У., т.ғ.к., профессордың ассистенті, Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз университеті (Тараз қ., Қазақстан)

Уйсимбаева Ж.Т., т.ғ.к., доцент м.а., Қазақ ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті (Тараз қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Sunakbayeva D.K., candidate of technical sciences, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Turkestan, Kazakhstan)

Yuldashbek D.Kh., Master of Chemistry, Senior Researcher of the Research Institute «Ecology», Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Turkestan, Kazakhstan)

Aitekova K.U., candidate of technical sciences, assistant professor, Sherkhan Murtaza International Taraz University (Taraz, Kazakhstan)

Uisimbayeva Zh.T., candidate of technical sciences, acting associate professor, Kazakh National University of Water Management and Irrigation (Taraz, Kazakhstan)

ВЫСТАВКА

24-26 сентября 2025

23-я международная выставка-форум



**ПРОМЫШЛЕННЫЙ
САЛОН**

**Ваше оборудование —
наши покупатели**

18+

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



МИНИСТЕРСТВА
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТОРГОВЛИ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ



СОЮЗ
МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
РОССИИ



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПАЛАТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПАЛАТЫ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

г. Самара, ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-24

www.expo-volga.ru