



ISSN 1999-740X (Print)
ISSN 2959-3433 (Online)
№ 4 (декабрь) 2024

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ



Алматы

*Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан
НАО «Национальный аграрный научно-образовательный центр»
ТОО «Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова»
НАО «Национальная академия наук Республики Казахстан
при президенте Республики Казахстан»*

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

№ 4 (декабрь) 2024

*Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан
НАО «Национальный аграрный научно-образовательный центр»
ТОО «Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова»
НАО «Национальная академия наук Республики Казахстан
при президенте Республики Казахстан»*

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

№ 4 (декабрь) 2024

Основан в 2007 г. Выходит 4 раза в год
ISSN 1999-740X (Print); ISSN 2959-3433 (Online)

Главный редактор
Б.У. Сулейменов

Редакционная коллегия:
*Ц. Абдувайли (КНР), М.А. Ибраева,
Р. Кизилкая (Турция), А.В. Козлов (Россия), Ф.Е. Козыбаева,
А.А. Курманбаев, М.Г. Мустафаев (Азербайджан),
К.М. Пачикин (заместитель главного редактора),
Г.А. Токсеитова (ответственный секретарь),
М.Т. Егізтай (компьютерная верстка)*

Журнал входит в Перечень изданий, рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности. Приказ №152 от 01 марта 2023 г.

Зарегистрирован в Министерстве культуры и информации Республики Казахстан. Свидетельство о регистрации № 8457 ЭК от 18.06.2007 г. и перерегистрации № 9898-Ж от 11.02.2009 г.

Входит в Казахстанскую базу цитирования (КазБЦ) и Российскую базу данных научного цитирования (РИНЦ). Размещен в научной электронной библиотеке <https://elibrary.ru>, электронной библиотеке <https://cyberleninka.ru>

Сайт журнала: <https://journal.soil.kz/jour>

С целью объединения усилий, продвижения и популяризации результатов научных изысканий казахстанских ученых в мировом сообществе ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У.Успанова» совместно с НАО «Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан» издает научный журнал «Почвоведение и агрохимия».

Адрес редакции: 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В

СОДЕРЖАНИЕ

Плодородие почв

- Г.А. Звягин, Г.Р. Кекілбаева, А. Касипхан, Б.Н. Хамзина, А.С. Шойынбаева, Б.Т. Орынбаева** Современное гумусное состояние залежных земель Акмолинской области в подзоне черноземов южных 5
- Н.А. Карабаев, А.Г. Колодяжный, А.Н. Карабаев, Т.Ж. Ызаканов, Р.М. Викленко** Использование промежуточных озимых, пожнивных и ранневесенних сидератов для улучшения экологической и продовольственной безопасности страны 16

Биология почв

- А.К. Туякова, М.С. Уразова, С.М. Шайхин, А.М. Сатенова, А.С. Ергалиева** Биоразнообразие микромицетов, выделенных из ризосферы галофитных растений Казахстана 28

Мелиорация почв

- А.Х. Наушабаев, Н. Сейткали, К.О. Караева, Е.С. Абилдаев, Г.О. Бейсенова** Эффективность применения элементарной серы и серной кислоты для мелиорации смешанно содово-засоленных почв предгорной равнины юго-востока Казахстана..... 38

Экология почв

- Ұ.Ы. Еркінбек, Ф.Е. Козыбаева** Қазфосфат кәсіпорнының зауыттарының шығарылымдары әсер еткен топырақ жабындысының топырақ-экологиялық жағдайы..... 54

Агрохимия

- А.Т. Айтбаева, Т.Е. Айтбаев, Л.А. Бурибаева, Ұ.А. Манабаева** Биологиялық препараттардың көкөніс дақылдарының тұқымдарының өсу энергиясына және өнгіштігіне әсері 72
- A. D. Gazizov, A. Amanzholkyzy, B.M. Amirov, G.A. Saparov** Impact of organomineral fertilizers - ameliorants based on natural aluminosilicates and biologically active substances on a corn growth. Part 1 85
- Е.В. Мамыкин, Я.П. Наздрачѐв, П.Е. Назарова** Технология возделывания и система применения удобрений как способ снижения variability урожая яровой пшеницы 99

Обзорная статья

- С. Калдыбаев, Е. Абилдаев, М. Алламурастов, Ж. Отеулиев, К. Мансурова** Засоленные почвы Республики Казахстан и Республики Каракалпакстан (Республика Узбекистан) и пути их улучшения 112

CONTENT

Soil fertility

G.A. Zvyagin , G.R. Kekilbayeva, A. Kassipkhan, B.N. Khamzina, A.S. Shoiynbayeva, B.T. Orynbayeva The current humus state of the fallow lands of the Akmola region in the subzone of the southern chernozems5

N.A. Karabaev, A.G. Kolodyazhny, A.N. Karabaev, T.Zh. Yzakanov, R.M. Viklenko Use of in intermediate winter, post-harvest and early spring green crops to improve the ecological and food security of the country 16

Soil biology

A.K. Tuyakova, M.S. Urazova, S.M. Shaikhin, A.M. Satenov, A.S. Ergalieva Biodiversity of micromycetes isolated from the rhizosphere of halophytic plants of Kazakhstan 28

Soil reclamation

A.Kh. Naushabaev, N. Seitkali, K.O. Karaeva, E.S. Abildaev, G.O. Beisenova Efficiency of using elemental sulfur and sulfuric acid for reclamation of mixed soda -saline soils of the foothill plain of southeastern Kazakhstan38

Soil ecology

N.Y. Yerkinbek, F.E. Kozybaeva Soil-ecological condition of the soil cover affected by the emissions of the factories of the kazphosphate enterprise54

Agrochemistry

A.T.Aitbayeva, T.Ye.Aitbayev, L.A.Buribayeva, U.A.Manabaeva Influence of biological preparations on the energy of germination and germination of vegetable seeds72

A.D. Gazizov, A. Amanzholkyzy, B. M. Amirov, G. A. Saparov

Impact of organomineral fertilizers- ameliorants based on natural aluminosilicates and biologically active substances on a corn growth. Part 185

E.V. Mamykin, Ya.P. Nazdrachev, P.E. Nazarova Cultivation technology and fertilizer application system as a way to reduce the variability of spring wheat yield99

Review

S. Kaldybayev, E. Abildayev , M. Allamuratov, J. Oteuliev, K. Mansurova Saline soils of the Republic of Kazakhstan and the Republic of Karakalpakstan (Republic of Uzbekistan) and ways to improve them 112

ПЛОРОДИЕ ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.29

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_4_5

Г.А. Звягин^{1*}, Г.Р. Кекілбаева¹, А. Касипхан², Б.Н. Хамзина¹,А.С. Шойынбаева², Б.Т. Орынбаева²**СОВРЕМЕННОЕ ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ В ПОДЗОНЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮЖНЫХ***¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», 010011, Астана, пр. Женис, 62, Казахстан,***e-mail: regor1984111@rambler.ru**²Агроэкологический испытательный центр (лаборатория),**010011, Астана, ул. Алтынсарина, 2, Казахстан, *e-mail: sceco_katu@mail.ru*

Аннотация. В исследованиях изучено гумусовое состояние и запасы гумуса в слое 0-20 см по 3 видам залежи черноземов южных в степной зоне Акмолинской области, на которых сельскохозяйственное использование было прекращено в разные периоды времени. Дана оценка постагрогенного восстановления содержания гумуса на залежи разных возрастов. Определено, что содержание и запасы гумуса по слоям 0-10 и 10-20 см существенно различаются в зависимости от возраста залежных земель. Также установлено изменение плотности почв в 20-сантиметровом слое почвы с увеличением возраста залежи, это свидетельствует о процессах естественного воспроизводства гумуса черноземов южных региона в ходе постагрогенного восстановления земель, на примере залежи. Увеличение возраста залежи сопровождалось повышением содержания гумуса и плотности почв. Полученные результаты позволили определить перспективы их дальнейшего использования в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: черноземы южные, гумус, залежные земли, запасы гумуса, плотность почв.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из эффективных способов уменьшения негативных процессов деградации почв, сохранения их плодородия и обеспечения необходимого объема растительной продукции, является введение в сельскохозяйственный оборот залежных земель, которые ранее использовались, как пашня. Залежи представляют собой земельные участки, которые в течение более одного года не обрабатывались и не использовались для посева сельскохозяйственных культур или оставались под паром. Такие земли, в естественных условиях восстанавливают свою структуру и содержание органического вещества, что способствует повышению их плодородия при повторном вводе в сельскохозяйственное использование [1].

На текущий момент вопросы, касающиеся гумусного состояния залежей и их плодородия, остаются недостаточно изученными и во многом зависят от природно-климатических условий объекта исследования, от особенностей почвообразовательных процессов, а также от продолжительности и интенсивности использования земель до их перевода в залежь. Эти факторы играют важную роль в формировании качества гумусного слоя и в определении его стабильности. Более того, содержание гумуса и плодородие залежных земель может сильно варьироваться даже в пределах одного региона, что требует детального подхода к каждому участку и применения локальных методов анализа для определения его почвенных характеристик [2-5].

Согласно последним данным Министерства сельского хозяйства, в Республике Казахстан на 01 ноября 2024 года насчитывается 3492,5 тыс. га, залежных земель, из них в категории земель сельскохозяйственного назначения, залежь занимает площадь 1865,0 тыс. га. В Акмолинской области залежные земли распространены на площади 211,7 тыс. га, из которых в подзоне черноземов южных находится около 30% [6].

По данным многих ученых-почвоведов оставление чернозёмов южных в залежном состоянии более чем на 20 лет, сопровождается повышением гумуса почти в 1,5 раза, улучшением его фракционного состава и увеличением содержания гуминовых кислот [7]. Стоит отметить, что на скорость восстановления гумусного состояния черноземов влияет много факторов. Самый главный фактор – подтиповые особенности и свойства самого чернозема. Безусловно, также на восстановление гумуса в залежах влияет температурный режим и количество выпавших осадков. Следует отметить, что внутри одного подтипа скорость восстановления на разных залежах различаются весьма существенно, и на это влияет состояние почвы в момент выведения из сельскохозяйственного оборота. При достаточном высоком начальном содержании гумусовых веществ в почве их дальнейшее накопление идет медленнее [8].

Экономический кризис 1990-х годов привел к значительному сокращению площади богарной пашни, которая в результате развалов колхозов и производственных кооперативов перестала использоваться в сельском хозяйстве и начала зарастать сорной и степной растительностью.

При переходе почв из пахотных угодий в залежь может наблюдаться как восстановление почвенного плодородия, так и деградационные процессы.

В зависимости от скорости и характера протекания процессов будут определяться качественные характеристики залежи. Исследования, связанные с изучением влияния возраста залежи на гумусное состояние залежных земель в степной зоне Северного Казахстана до сих пор не проводилось. В связи с этим актуальным становится изучение трансформации почв и растительности после перехода пахотных угодий в стадию залежи с целью восстановления и возврата их в сельскохозяйственный оборот, а также их рационального использования. Оценка современного гумусного состояния залежных земель степной зоны Акмолинской области позволит определить их плодородие для включения в производство.

Цель исследования – определить современное гумусное состояние черноземов южных в зависимости от возраста нахождения их в залежи, дать оценку направленности процессов изменения содержания и запасов гумуса в залежи в сравнении с пахотными аналогами.

Задача исследования – изучение содержания и запасов гумуса, плотности почв в слое 0-20 см на залежных землях и разделение их на группы в зависимости от длительности нахождения в залежном состоянии и характера растительного покрова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на залежных землях в подзоне черноземов южных, расположенных в степной зоне Акмолинской области (г. Степногорск, Аккольский, Буландынский и Шортандинский районы), использование которых в виде пахотных угодий было прекращено в разные периоды времени.

Отбор почвенных образцов проводился в 5-тикратной повторности на площади 100 м². В исследованиях использовались классические методы проведения полевых опытов.

Для проведения сравнительного анализа по содержанию гумуса и объем-

ного веса использовались среднестатистические данные распаханых доминантов черноземов южных (50 почвенных образцов) на местах отбора в Акмолинской области за период 2022 года.

Территория, где проводились исследования, характеризуется большой изменчивостью температуры, влажности и других метеорологических элементов, как в суточном, так и в годовом периоде. Среднегодовое количество осадков составляет 300 мм. Значительная часть их приходится на июль. Продолжительность вегетаци-

онного периода - 170-183 дней. Сумма активных температур - 2100-2600°C. Для данной территории характерна небольшая мощность снежного покрова и длительная сезонная мерзлота [9]. Своеобразие климатических условий данного региона обуславливают особенности протекания процессов гумусообразования почв на исследуемых залежных землях.

Исследования залежных земель разного возраста проводились в 2024 году по схеме, указанной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема расположения залежи на территории Акмолинской области по возрастным группам

№ п.п.	Место отбора	Почва	Ассоциация	Возраст залежи, лет
1	Шортандинский район, с. Новоселовка	Черноземы южные карбонатно-солончаковатые маломощные слабогумусированные тяжелосуглинистые	Рудеральная	2
2	Аккольский район, с. Кенес	Черноземы южные маломощные слабогумусированные среднесуглинистые	Пырейная	4
3	Буландынский район, с. Айнаколь	Черноземы южные карбонатные маломощные слабогумусированные тяжелосуглинистые	Разнотравно-злаковая	15
4	Земли г. Степногорск, с. Карабалык	Черноземы южные солончаковатые маломощные слабогумусированные среднесуглинистые	Дерновиннозлаковая	25-30

При сравнении растительного покрова исследованных разновозрастных залежей наблюдаются закономерные процессы. С увеличением возраста залежей увеличивается общее количество видов растений, в том числе и доля многолетних видов, а доля одно- и двулетних – сокращается. Залежные участки возрастом 1-2 года проходят

пионерную (рудеральную) стадию зарастания, с характерной для этой стадии растительностью, а залежные участки возрастом 3-4 года занимают переходную позицию – от пионерной (рудеральной) к длиннокорневищной стадии. Залежи более старшего возраста – 15 лет находятся на длиннокорневищной стадии зарастания. Помимо

этого, с увеличением возраста залежей 25-30 лет возрастает общее количество дерновинных злаков [10]. Однако в любом случае завершающей стадией является формирование вторичной целины, а полное восстановление растительности, идентичной той, что предшествовала распашке, невозможно, она может быть только максимально похожа на исходную растительность.

При исследовании процессов зарастания залежных земель необходимо учитывать следующие факторы, влияющие на скорость восстановления залежи:

- 1) контакт залежи с целинным участком, выступающим полноценным источником диаспор степных растений, который занимает сходный экотоп;

- 2) малые размеры залежи;

- 3) регулярное сенокосение;

- 4) посев многолетних трав перед переводом пашни в залежь, что позволяет миновать стадию сорной (бурьянной) растительности;

- 5) выпас домашнего скота, при котором происходит свободное перемещение животных с целины на залежь, может благоприятствовать более равномерному и быстрому распределению видов и достижению одинаковой видовой насыщенности с целинной растительностью [11].

Молодая залежь возрастом 2 года на черноземах южных карбонатно-солончаковатых маломощных слабогумусированных тяжелосуглинистых представлена рудеральной растительностью. Растительный покров представлен преимущественно доминирующими рудеральными видами: гулявник Лезеля (*Sisymbrium loesellii* L.), дескурайния Софии (*Descurainia sophia* L.), молочай лозный (*Euphorbia virgata* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), овес пустой (*Avena fatua* L.), латук компасный (*Lactuca serriola* L.), мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* L.) и др.

Ярусность не выражена. Общее проективное покрытие – 60%.

Молодая четырехлетняя залежь, расположенная на черноземах южных маломощных слабогумусированных среднесуглинистых, представлена длиннокорневищной пырейной стадией, которая характеризуется растительным покровом, с преобладанием пырея ползучего (*Elytrigia repens* L.), так же присутствуют: полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), донник лекарственный (*Melilotus officinalis* L.). Травостой трехъярусный. Общее проективное покрытие - 80%.

Средневозрастная залежь в пределах 15 лет на черноземах южных карбонатных маломощных слабогумусированных тяжелосуглинистых находится в стадии луговых злаков. Растительный покров представлен преимущественно следующими доминирующими видами: пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.), костер безостый (*Brõmus inermis* L.), вейник наземный (*Calamagrostis epigëjos* L.), примешиваются - тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.). Травостой трехъярусный. Общее проективное покрытие - 90%.

Старовозрастная залежь 25-30 лет на черноземах южных солончаковатых маломощных слабогумусированных среднесуглинистых находится в стадии дерновинных злаков и характеризуется увеличением доли степных злаков. В данной ассоциации преобладают ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), овсяница бороздчатая (*Festuca rupicola* L.), тонконог стройный (*Koeleria cristata* L.), шалфей степной (*Salvia stepposa* L.), зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa* L.), появляются кустарники: таволга зверобоелистная (*Filipëndula ulmária* L.).

Травостой трехъярусный. Общее проективное покрытие - 95%.

Для анализа гумусного состояния черноземов южных в ряду пашня-залежь были отобраны смешанные почвенные образцы из слоя 0-10 и 10-20 см. Известно, что этот слой наиболее подвержен изменениям в ходе преобразования пахотных почв в залежные [12]. Для оценки запасов гумуса в этом же слое определяли объемную массу почв в 3-кратной повторности. Запасы гумуса (ЗГ, т/га) в слое почвы 0-20 см рассчитывали по формуле [13]:

$$ЗГ = Г \times d \times h \quad (1),$$

где:

Г - содержания гумуса, %

d - плотность почвы, г/см³

h - мощность почвенного слоя, см

Содержание органического углерода определяли методом Тюрина И.В. в

модификации ЦИНАО в соответствии с ГОСТ 26213-2021. Для статистической обработки использована программа SNEDECOR.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание гумуса в верхнем горизонте черноземов южных традиционно служит одним из основных показателей почвенного плодородия и является залогом оптимального азотного режима почвы и не только. По результатам исследований выявлено, что содержание гумуса в слоях 0-20 см на залежных землях 2 и 4 года имеет дальнейшее развитие деградационных процессов, характеризующихся снижением гумуса на 0,14% и 0,26% в сравнении с данными по пашне, при этом в слоях 0-10 и 10-20 см дифференциация в содержании гумуса была минимальной 0,16% и 0,08% (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание гумуса на залежных землях черноземов южных Акмолинской области

Вид угодий	Содержание гумуса, %		Среднее содержание гумуса в слое 0-20 см, %
	0-10 см	10-20 см	
Пашня	2,84±0,04	2,60±0,03	2,72
Залежь 2 года	2,66±0,03	2,50±0,04	2,58
Залежь 4 года	2,50±0,04	2,42±0,04	2,46
Залежь 15 лет	3,15±0,05	2,72±0,04	2,93
Залежь 25-30 лет	3,55±0,05	2,85±0,04	3,20

Повышение содержания гумуса наблюдается на вариантах залежи старше 15-летнего возраста, при этом максимальное значение приходится на залежь 25-30 лет, где в слое 0-20 см отмечено увеличение на 0,48% в сравнении с пашней (2,72%). На залежи 15 лет и 25-30 лет отличалась резкая дифференциация в содержании гумуса между 0-10 и 10-20 см, что связано с небольшим накоплением органического

вещества в нижнем слое почвы. Данные подтверждаются исследованиями, проведенными на разных типах почв и при различных системах обработки [14, 15]. Согласно им, накопление органического вещества в залежных почвах связано с большим поступлением свежего растительного материала в виде подземной и надземной биомассы, а дифференциация в содержании органического вещества связана с высокой плотностью

почвенного слоя 10-20 см и отсутствием механической обработки на глубину до 20 см [16].

Длительность нахождения земель под залежью связана с количеством и качеством поступающих органических веществ в почву и оказывает влияние на дальнейшие процессы трансформации, включая разложение, минерализацию и гумификацию растительных остатков, которые зависят от физических свойств черноземов южных. Выведение пахотных почв из сельскохозяйственного оборота оказывает существенное воздействие на плотность почв, что значительно влияет и на запасы гумуса в верхнем слое почвы (рисунок 1,2).

Наибольшие запасы гумуса в слое 0-20 см отмечены в вариантах с залежью 15 и 25-30 лет, где его запасы превышали данные по пашне на 14,8 и 26,0 т/га, что напрямую связано с

повышенной плотностью почвы (1,20-1,45 г/см³) на этих вариантах. Наилучшие показатели плотности почвы в слоях 0-10 и 10-20 см отмечались на пашне и молодой залежи 2-х и 4-х летнего возраста (1,04-1,22 г/см³). Повышение плотности почвы на залежных землях происходит постепенно и связано как с естественными процессами достижения равновесной плотности и тяжелым гранулометрическим составом, так и антропогенным фактором в виде нерационального выпаса сельскохозяйственных животных. На залежи 15 и 25-30 лет отмечалась слабая и средняя сбитость растительного покрова при выпасе лошадей, что негативно сказывается на физических свойствах почвы и снижает поступление растительных остатков в почвенные горизонты.

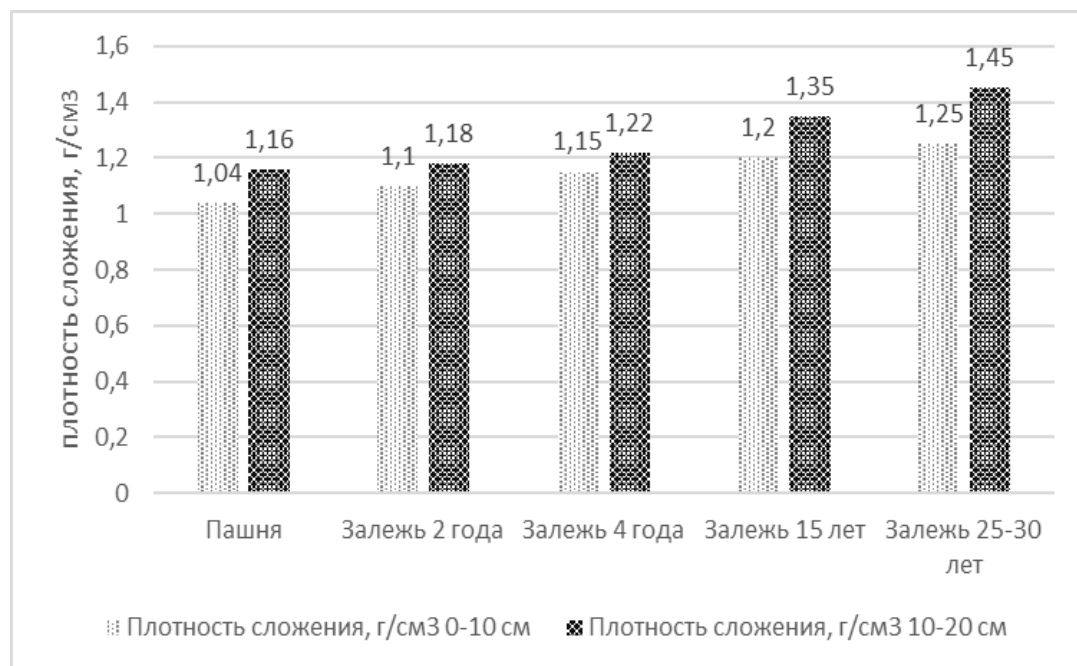


Рисунок 1 – Плотность слоения на залежных землях, г/см³

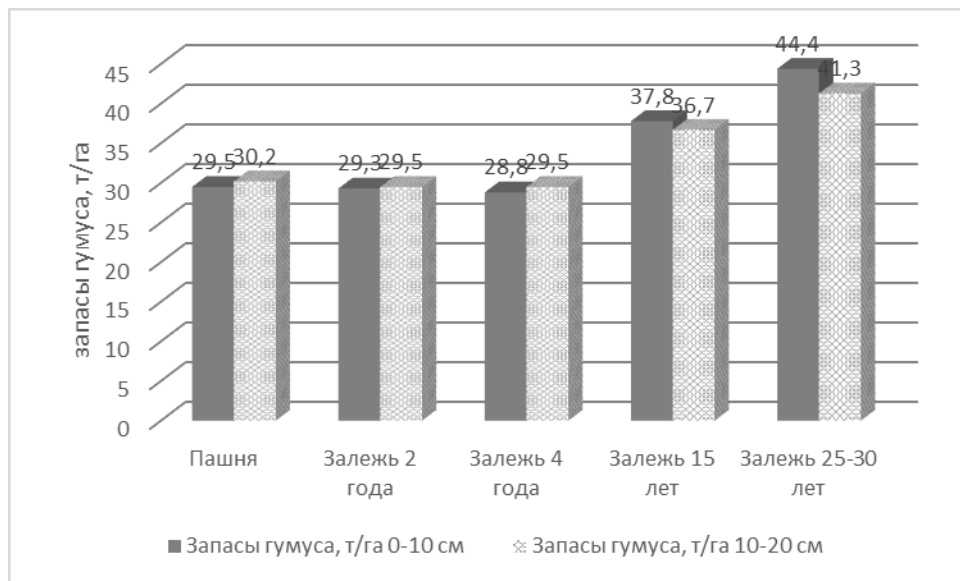


Рисунок 2 – Запасы гумуса на залежных землях, т/га

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований было установлено, что залежь оказывает значительное влияние на содержание и запасы гумуса в верхнем почвенном горизонте, а также на ряд физических свойств черноземов южных в слое 0–20 см. Анализ данных показал, что с увеличением возраста залежи происходит нарастающее изменение в содержании и запасах гумуса, а также в плотности сложения почвы, что, в свою очередь, влияет на её агрономические свойства и плодородие.

Наиболее высокие значения содержания и запасов гумуса зафиксированы в залежах с длительными сроками: 15 и 25–30 лет. Эти участки характеризуются повышенными уровнями гумуса, что указывает на восстановительные процессы, протекающие в почве при отсутствии регулярного антропогенного воздействия, как это имеет место на пашне. Преимущественно на залежах 15-летнего и 25–30-летнего возраста наблюдается накопление гумуса в слое 0–20 см, что свидетельствует о восстановлении естественного гумусового профиля и активизации биологических процессов в почве, спо-

собствующих улучшению её структуры и общему оздоровлению.

В то же время, в зависимости от длительности залежи, наблюдаются различия в степени дифференциации содержания гумуса и плотности сложения в слоях 0–10 см и 10–20 см. В частности, для залежей 2 и 4-летнего возраста зафиксировано дальнейшее снижение содержания и запасов гумуса, что обусловлено непрекращающимися деградационными процессами. На этих залежах гумус не успевает восстанавливаться, что выражается в меньшем его содержании и более низких запасах по сравнению с более зрелыми залежами.

Для вариантов с залежами 15 и 25–30 лет выявлена четкая дифференциация содержания гумуса и плотности сложения почвы в разных слоях. С увеличением срока залежи отмечается постепенное переуплотнение в слоях 0–10 см и 10–20 см. Данный процесс, вероятно, связан с естественными процессами почвообразования, включая накопление органического вещества, структурирование почвы и стабилизацию порового пространства. Кроме того, влияние антропогенных факторов в первые годы после перехода угодий в

залежь также может способствовать изменению физических свойств почвы.

Таким образом, накопленные данные свидетельствуют о том, что длительная залежь способствует улучшению гумусового состояния почвы и её

физических свойств, а также указывает на значимость управления сроками залежи для повышения плодородия и устойчивости чернозёмов к дальнейшим деградационным изменениям.

Работа выполнена в рамках проекта ИРН AP23489042 «Антропогенная трансформация элементоорганических высокомолекулярных соединений и органического вещества почв степных и пустынных зон Казахстана» финансируемого Научным комитетом Министерства науки и высшего образования Республики Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казановский С.Г., Дорофеев Н.В., Зорина С.Ю., Соколова Л.Г. Растительность залежей разного возраста в лесостепной зоне Прибайкалья// Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. - 2022. - Т. 21, - № 2. - С. 54-58.
2. Зорина С.Ю., Соколова Л.Г., Дорофеев Н.В., Казановский С.Г. Гумусное состояние разновозрастных залежей лесостепной зоны Прибайкалья// Вестник ИРГСХА, - 2020. - №96. - С. 16-24.
3. Карелин Д.В. Изменение запасов углерода и эмиссии CO₂ в ходе постагрогенной сукцессии растительности на серых лесных почвах в Европейской части России// Почвоведение. - 2017. - №5. - С 580-594.
4. Козлова А.А. Показатели гумусного состояния почв Южного Предбайкалья, находящиеся в целинном, пахотном и залежном режиме// Науч. мед. Вестник, - 2016. - №1 (3). - С. 106-118.
5. Шпедт А.А. Гумусное состояние и рациональное использование почв залежных земель Приенисейской Сибири// Достижения науки и техники АПК. - 2017. - Т.31, - №5. - С.5-8.
6. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2023 год. Астана, 2023. 336 с.
7. Галактионова Л.В., Васильченко А.В., Ануфриенко А.А., Терехова Н.А. Восстановление гумусного состояния степных черноземов в условиях залежи// Вестник Оренбургского государственного университета. - 2017. - №9 (209). - С. 3-7
- 8 Шпедт А.А., Вергейчик П.В. Оценка скорости восстановления гумусного состояния почв Красноярского края в условиях залежи// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2014. - №6 (116). - С. 48-52.
9. Агроклиматические ресурсы Акмолинской области: научно-прикладной справочник / Под ред. С.С. Байшоланова. Астана, 2017. 133 с.
10. Люри Д.И., Горячкин С.В. и др. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
11. Филатова Т.Д. Восстановительная динамика восточноевропейских луговых степей// дис. ... д-ра биол. наук. Москва, 2005. 212 с.
12. Kalinina O. Self-restoration of post-agrogenic chernozems of Russia: Soil development, carbon stocks, and dynamics of carbon pools// Geoderma. - 2011. - V.162. - P. 196-206.

13. Терпелец В.И., Слюсарев В.Н. Учебно-методическое пособие по изучению агрофизических и агрохимических методов исследования почв. Краснодар.: КубГАУ, 2010. 65 с.

14. Лопес де Гереню В.О., Курганова И.Н., Ермолаев А.М., Кузяков Я.В. Изменение пулов органического углерода при самовосстановлении пахотных черноземов// Агрохимия. - 2009. - №5. - С. 5-12.

15. Kurishbayev A.K., Chernenok V.G., Zvyagin G.A. Antropogenous changes of dark-chestnut soils of the Northern Kazakhstan and measures for their improvement// International Electronic Journal of Mathematics Education. - 2016. - Т. 11. - № 6. - С. 1577-1590.

16. Васильченко Н.И., Звягин Г.А. Изменение физических свойств черноземов южных карбонатных при различных системах обработки в Северном Казахстане// Самарский научный вестник. - 2016. - № 4 (17). - С. 10-13.

REFERENCES

1. Kazanovsky S.G., Dorofeev N.V., Zorina S.Yu., Sokolova L.G. Vegetation of fallows of different ages in the forest-steppe zone of Pre-Baikal// Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia. - 2022. - Vol. 21, - № 2. - P. 54-58.

2. Zorina S.Yu., Sokolova L.G., Dorofeev N.V., Kazanovsky S.G. Humus condition of different-aged fallows in the forest-steppe zone of Pre-Baikal// Bulletin of IRGSA. - 2020. - № 96. - P. 16-24.

3. Karelin D.V. Changes in carbon stocks and CO₂ emissions during post-agrogenic vegetation succession on gray forest soils in the European part of Russia// Soil Science, 2017. - № 5. - P. 580-594.

4. Kozlova A.A. Indicators of the humus condition of soils in Southern Pribaikalye, found in virgin, arable, and fallow regimes// Sci. Med. Bulletin. - 2016. - № 1 (3). - P. 106-118.

5. Shpedt A.A. Humus condition and rational use of fallow soils of Priyenisey Siberia// Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex. - 2017. - Vol. 31, - № 5. - P. 5-8.

6. Summary analytical report on the condition and use of land in the Republic of Kazakhstan for 2023. Astana, 2023, 336 p.

7. Galaktionova L.V., Vasilchenko A.V., Anufrienko A.A., Terekhova N.A. Restoration of the Humus State of Steppe Chernozems in Fallow Conditions// Bulletin of Orenburg State University. - 2017. - № 9 (209). - P. 3-7.

8. Shpedt A.A., Vergeychik P.V. Assessment of the Rate of Humus State Restoration soils in Fallow Conditions in the Krasnoyarsk Region// Bulletin of Altai State Agricultural University. - 2014. - № 6 (116). - P. 48-52.

9. Agroclimatic Resources of the Akmola Region: Scientific and Applied Handbook / Edited by S.S. Baysholanov. Astana, 2017. 133 p.

10. Lurie D.I., Goryachkin S.V., et al. Dynamics of agricultural lands in Russia in the 20th century and post-agrogenic recovery of vegetation and soils. M.: GEOS, 2010. 416 p.

11. Filatova T.D. Restorative dynamics of East European meadow steppes// Doctoral dissertation in biological sciences. Moscow, 2005. 212 p.

12. Kalinina O. Self-restoration of post-agrogenic chernozems of Russia: Soil development, carbon stocks, and dynamics of carbon pools// Geoderma, - 2011. - Vol. 162. - P. 196-206.

13. Terpelets V.I., Slyusarev V.N. Educational and methodological guide on the study of agrophysical and agrochemical methods of soil research. Krasnodar: KubSAU, 2010. 65 p.

14. Lopez de Guereñu V.O., Kurganova I.N., Ermolayev A.M., Kuzakov Y.V. Changes in organic carbon pools during self-restoration of arable chernozems // *Agrochemistry*, - 2009. - № 5. - P. 5-12.

15. Kurishbayev A.K., Chernenok V.G., Zvyagin G.A. Anthropogenic changes in dark-chestnut soils of Northern Kazakhstan and measures for their improvement // *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 2016. - Vol. 11. - № 6. - P. 1577-1590.

16. Vasilchenko N.I., Zvyagin G.A. Changes in physical properties of southern carbonate chernozems under various tillage systems in Northern Kazakhstan // *Samara Scientific Bulletin*. - 2016. - № 4 (17)7 - P. 10-13.

ТҮЙІН

Г.А. Звягин^{1*}, Г.Р. Кекілбаева¹, А. Касипхан¹, Б.Н.Хамзина¹,

А.С. Шойынбаева¹, Б.Т. Орынбаева¹

АҚМОЛА ОБЛЫСЫ ОҢТҮСТІК ҚАРА ТОПЫРАҚ АЙМАҒЫНДАҒЫ ТЫҢАЙҒАН
ЖЕРЛЕРДІҢ ҚАЗІРГІ ҚАРАШІРІНДІ ЖАҒДАЙЫ

¹*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
010011, Астана, Жеңіс даңғылы, 62, Қазақстан, *e-mail: regor1984111@rambler.ru*

²*Агроэкологиялық сынақ орталығы (зертхана),*

*010011, Астана, Алтынсарин көшесі, 2, Қазақстан, *e-mail: sceco_katu@mail.ru*

Зерттеу жұмысында Ақмола облысы дала аймағы оңтүстік қара топырақтарында ауыл шаруашылығына пайдалануы әртүрлі уақыт кезеңдерінде тоқтатылған тыңайған жерлердің 3 түрі бойынша 0-20 см қабаттағы қарашіріндінің жай-күйі мен қарашірінді қоры зерттелді. Әртүрлі жастағы тыңайған жерлердегі қарашірінді құрамының агрогеннен кейінгі қалпына келуіне баға берілді. 0-10 және 10-20 см қабаттардағы қарашірінді құрамы мен қарашірінді қоры тыңайған жерлердің жасына байланысты айтарлықтай ерекшеленетіні анықталды. Сондай-ақ, тыңайған жерлердің пайдалану уақытының ұлғаюымен топырақтың 20 см қабатында топырақ тығыздығының өзгеруі байқалды. Бұл тыңайған жерлерді мысалға ала отырып, ауыл шаруашылығынан кейінгі қалпына келтіру барысында оңтүстік қара топырақтардағы қарашіріндінің табиғи көбею үдерістерін көрсетеді. Тыңайған жердің жасы артқан сайын қарашірінді мөлшері мен топырақ тығыздығының өсуі байқалды. Алынған нәтижелер болашақта ауыл шаруашылығы мақсатында пайдалану перспективаларын бағалауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: оңтүстік қара топырақ, қарашірінді, тыңайған жерлер, қарашірінді қоры, топырақтың тығыздығы.

SUMMARY

G.A. Zvyagin^{1*}, G.R. Kekilbayeva¹, A. Kassipkhan¹, B.N. Khamzina¹,

A.S. Shoiynbayeva¹, B.T. Orynbayeva¹

THE CURRENT HUMUS STATE OF THE FALLOW LANDS OF THE AKMOLA REGION IN THE
SUBZONE OF THE SOUTHERN CHERNOZEMS

¹*Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin, 010011, Astana,
Zhenis Ave., 62, Kazakhstan, *e-mail: regor1984111@rambler.ru*

²*Agroecological research center (laboratory), 010011, Astana, Altynsarina str., 2,
Kazakhstan, *e-mail: sceco_katu@mail.ru*

The research studied the humus state and humus reserves in a layer of 0-20 cm for 3 types of deposits in the steppe zone of the Akmola region on southern chernozems, on which agricultural use was discontinued in different periods of time. An assessment of the postagrogenic recovery of humus content in deposits of different ages is given. It was determined that the content and reserves of humus in layers 0-10 and 10-20 cm differ significantly depending on the age of fallow lands. Also, a change in soil density in a 20-centimeter soil layer was found with an

increase in the age of the deposit. This indicates the processes of natural reproduction of humus of southern chernozems in the region during post-agrogenic land restoration, using the example of a deposit. The increase in the age of the deposit was accompanied by an increase in humus content and soil density. The results obtained allowed to determine the prospects for their further use in agriculture.

Key words: southern chernozems, humus, fallow lands, humus reserves, soil density.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Звягин Григорий Александрович – старший преподаватель кафедры почвоведения и агрохимии, PhD, e-mail: regor1984111@rambler.ru
2. Кекілбаева Гулнур Рахманкызы – и.о. ассоциированный профессор кафедры почвоведения и агрохимии, к.б.н., e-mail: kekilbaeva@mail.ru
3. Касипхан Акгул – заведующая Агроэкологического испытательного центра (лабораторий) при НАО «КАТИУ им. С.Сейфуллина», PhD, e-mail: a.kasipkhan@kazatu.edu.kz
4. Хамзина Бибигуль Нуркеновна - старший преподаватель кафедры почвоведения и агрохимии, м.с.-х.н., e-mail: bibigul0666@mail.ru
5. Шойынбаева Айдана Сағатқызы – инженер менеджер по качеству Агроэкологического испытательного центра (лабораторий) при НАО «КАТИУ им. С.Сейфуллина», м.с.-х.н., e-mail: shoiynbaevva@mail.ru
6. Орынбаева Бота Талгатовна – заведующая Лаборатории почвенных исследований Агроэкологического испытательного центра (лабораторий) при НАО «КАТИУ им. С.Сейфуллина», м.с.-х.н., e-mail: bota.orynbaeva@mail.ru

MPNТИ: 68.05.29; 68.05.45

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_4_16

Н.А. Карабаев^{1*}, А.Г. Колодяжный¹, А.Н. Карабаев²,
Т.Ж. Ызаканов¹, Р.М. Викленко¹

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОЗИМЫХ, ПОЖНИВНЫХ И
РАННЕВЕСЕННИХ СИДЕРАТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ**

¹Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина,
720005, Бишкек, ул. Медерова 68, Кыргызстан, *e-mail: nuru51@mail.ru

²Центр климатического финансирования, 720001, ул.Токтогула 124/1,
Кыргызстан, e-mail: aibekusa@yahoo.com

Аннотация. Рассматриваются перспективы внедрения промежуточных озимых, пожнивных и ранневесенних сидеральных растений в качестве зеленых удобрений в структуру посевных площадей аграрных хозяйств Кыргызской Республики, ведущих орошаемое земледелие. Апробированные в Кыргызстане исследования промежуточных озимых, пожнивных и ранневесенних сидеральных растений являются актуальными и представляют теоретический и практический интерес для агропромышленного комплекса страны и служат в деле полноценного обеспечения ее продовольственной безопасности страны. Так свежая фитомасса пожнивных сидератов в почве оставляет 165,07-343, 61 кг/га азота, 12,57-24,71 кг/га фосфора и 105,43-237,28 кг/га калия, что создает положительный баланс элементов питания - азота, фосфора, калия. Поступление свежий растительный массы озимой, пожливной и ранневесенней промежуточной культуры сидеральных растений не занимает дополнительной площади пашни, является экономически и экологически выгодной инновационной агротехнологией. Свежая зеленая масса изучаемых промежуточных сидератов имеет узкие соотношения углерода к азоту и обеспечивает повышение биологической активности почвы, способствует более быстрой минерализации растительных остатков в почве, так как консорциум почвенных микроорганизмов активно реагируют на свежее поступление зеленых удобрений, улучшающих экологию почв, которая сопровождается положительной перестройкой микробного консорциума и его функциональной деятельности. Повышение микробиологической активности почв сопровождается пополнением органического вещества почвы и освобождением легко усвояемых форм питательных элементов, что служит повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Промежуточные озимые, пожливные и ранневесенние сидераты целесообразно размещать на полях, где повторно или бессменно возделываются пропашные культуры (картофель, овощи, фасоль, сахарная свекла и др.). Они вносят в структуру посевных площадей сельскохозяйственных культур растительное разнообразие, что улучшает фитосанитарное состояние орошаемой пашни, а также обогащает почву свежей фитомассой и может приостановить деградацию плодородия почв орошаемой пашни, которая повсеместно наблюдается сегодня. Внедрение озимых, пожливных и ранневесенних промежуточных сидеральных растений в структуру посевных площадей аграрных хозяйств Кыргызской Республики отвечает требованиям ведения органического сельского хозяйства для получения экологически чистой продукции агроценозов и посевные площади промежуточных сидератов следует повсеместно увеличить.

Ключевые слова: фитомасса, зеленое удобрение, промежуточные, озимые, пожливные и ранневесенние сидераты.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время интенсивное использование пашни земледельческой территории для получения

максимальной выгоды на фоне несоблюдения рекомендуемых систем земледелия сильно снижает гумусовый потенциал и питательный режим

почвы, что отражается снижением урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур [1-4].

Для систематического повышения плодородия почвы и роста продуктивности сельскохозяйственных культур требуется научно-обоснованное применение органических и минеральных удобрений. В этом отношении экологически и экономически выгодным инновационным агротехническим приемом является сидерация - способ повышения плодородия почвы, при котором зеленая масса сидератов запаховывается в почву, улучшая показатели её плодородия. Сидерация позволяет внедрить элементы биологизации земледелия и сохранить плодородие пашни в современных условиях, когда повсеместно наблюдается снижение плодородия почвы [5-7].

Сегодня перед аграрным производством Кыргызской Республики ставится задача поиска наиболее эффективных и экологически приемлемых приемов повышения почвенного плодородия, требующих минимальных затрат и одним из них является использование промежуточных культур – озимых, пожнивных и ранневесенних сидератов.

В этом отношении актуальным является изучение озимых, пожнивных и ранневесенних сидератов для повышения урожайности агроценозов и плодородия пашни. Потому как, утрата плодородия орошаемой пашни создает угрозу продовольственной безопасности страны, земледельцы должны бережно относиться к почвенным ресурсам. В этом направлении сельского хозяйства Кыргызской Республики накопилось много проблем.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являются промежуточные посевы озимых (озимая тритикале), пожнивных (горчица белая, донник белый, ячмень яровой, фацелия рябинколистная, редька мас-

личная) и ранневесенних (горчица белая) сидеральных растений на орошаемой пашне Центральной части Чуйской долины Кыргызской Республики.

Почвенно-климатические условия Чуйской долины позволяют широко применять на зеленое удобрение промежуточные сидераты, позволяющие управлять плодородием почвы за счет широкого использования фитомассы сидеральных растений, которые являются возобновляемым биоресурсом.

Полевые опыты пожнивных сидеральных культур, размещаемые после озимой тритикале, приведены по следующей схеме:

1*. Контроль.

2*. Сидерат (донник белый однолетний) + Картофель.

3*. Сидерат (горчица белая) + Картофель.

4*. Сидерат (редька масличная) + Картофель.

5*. Сидерат (фацелия рябинколистная) + Картофель.

6*. Сидерат (ячмень) + Картофель,

где*: контроль и варианты опыта имеют агрохимический фон – 50 % NPK, т.е. N=120 кг/га, P=90 кг/га, K=90 кг/га д.в.

По исследованиям многих ученых совместное внесение зеленого и минерального удобрений более эффективно, чем их раздельное применение [8-10]. Кроме того, заплата сидератов совместно с соломой на фоне минеральных удобрений (от 50 до 200 кг/га д.в.) в севообороте с сидеральным паром увеличивала питательную ценность силоса кукурузы на 0,02-0,03 кормовые единицы по сравнению с занятым паром [11].

В нашем опыте предшествующей культурой является озимая тритикале, урожай которой убирается в третьей декаде июля, и агроклиматический потенциал Центральной части Чуйской долины, последующего периода развития растений, позволяет размещать пожнивные сидераты на фоне ороше-

ния (полив дождевальными установками). Отбор надземной массы сидеральных культур (поздней осенью перед вспашкой) произведен на площади 1 м^2 в четырех кратной повторности, располагая их по диагонали каждой деланки опыта и в каждом варианте опыта по 3 повторности, т.е. отбираются $4 \times 3 = 12$ образцов надземной массы на каждом варианте опыта по методу Гришиной Л.А., Самойловой Е.М. [12] и Левина Ф.И. [13]. И там же отбираются корневые образцы изпахотного (0–25 см) и подпахотного слоя (25–50 см) почвы, методом монолита с площади $25 \text{ см} \times 25 \text{ см}$ и на глубину 25 см по методу Качинского Н.А. [14], т.е. $4 \times 3 = 12$ образцов из пахотного и $4 \times 3 = 12$ образцов из подпахотного слоев почвы, и пока корни не утратили тургора отмывали водой используя сито диаметром 0,25 мм.

Свежая надземная и корневая масса сидератов взвешивалась на аналитических весах и высушивалась до воздушно-сухого состояния с последующим взвешиванием, и по разнице (свежих и сухих образцов) вычислялся процент влажности фитомассы. Средние образцы фитомассы сидератов отобрали для лабораторных анализов.

При проведении исследований необходимо учитывать биологические, агроэкологические особенности сидерального растения, а также климатические, почвенные, экономические и хозяйственные условия региона и внедрение инновационной технологии обработки почв, орошения и посева семян сидератов.

Полевые и лабораторные исследования проведены по общепринятой в КР методике.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в обрабатываемых почвах под воздействием антропогенных факторов снижается содер-

жание органического вещества, валового и подвижного азота, фосфора и калия, а также агрономически ценной и водопрочной структуры почвы, что в конечном счете отрицательно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции. Этим негативным явлениям землепользователь должен противопоставить почвозащитные и энергосберегающие системы земледелия для повышения урожайности и качества пищевых продуктов, и без этого ему не противостоять жесткой внешней и внутренней конкуренции.

Внедрение зеленой экономики в сельскохозяйственное производство подразумевает максимальное использование экологических факторов. Ключевой проблемой в биологическом земледелии является воспроизводство плодородия почвы, основу которого составляет постоянное пополнение ресурсов органического вещества.

Сегодня актуально использование в качестве органических ресурсов не только навоз, но и растительные остатки возделываемых культур, особенно многолетних трав и промежуточных посевов сидератов [2, 3].

При этом большое значение приобретает способность растений образовывать максимальное количество фитомассы, поступающей в почву.

Апробированные в Кыргызстане исследования промежуточных озимых, пожнивных и ранневесенних сидеральных растений являются актуальными и представляют теоретический и практический интерес для агропромышленного комплекса Кыргызстана [15–17].

В таблице 1 приводятся данные послеуборочных зеленых растительных остатков озимой тритикале, зеленую фитомассу которой можно использовать как зеленое удобрение, так и зеленый корм.

Так, при использовании озимой тритикале в качестве промежуточной культуры, весной в почве остается 104,9-109,2 ц/га корневых и пожнив-

ных остатков, причем в зеленом состоянии, которые представляют ценный органический материал для питания почвенных микроорганизмов.

Таблица 1 - Послеуборочные зеленые растительные остатки озимого тритикале, ц/га при расчете на сухое вещество (надземная масса в зеленом состоянии**)

Сорт	Глубина отбора корней		Всего зеленой надземной массы**	Пожнивные остатки	Всего растительных остатков
	0-25 см	25-50 см			
Миссим	68,4	24,2	510**	16,6	109,2
Алеша	65,6	23,5	470**	15,8	104,9

После распашки фитомассы озимой тритикале и во время вегетации основной сельскохозяйственной культуры (картофель, фасоль, овощи и др.) улучшается питательный режим почвы и создаются оптимальные условия повышения урожайности последующего агроценоза [15].

Поступление вышеуказанных свежих растительных масс озимой промежуточной культуры не занимает дополнительной площади пашни и является экономически и экологически выгодной агротехнологией.

Посев семян сидерата ранневесеннего использования (горчица белая)

осуществляется при нулевой обработке почв. Так, в первой декаде марта семена горчицы белой (сорт Рапсодия) посеяно разбрасывателем минеральных удобрений (РУМ) Rauch Alpha с нормой высева 20 кг/га. Затем для заделки семян горчицы проведено дискование полей совместно с прикатыванием.

К моменту распашки (вторая декада мая) ранневесенний сидерат – горчица белая успела пройти фазу массового цветения и сформировать достаточную зеленую массу для использования в качестве удобрения. Это видно из следующей таблицы 2.

Таблица 2 - Показатели фитомассы ране весеннего сидерата - горчицы белой

Разные сроки использования сидерата горчицы белой	Показатели фитомассы сидерата, кг/га			
	Всего фитомассы	из них		
		корни из слоя почвы, см		надземная масса
		0-25	25-50	
Ранневесенняя	7587,8	1976,8	281,4	5329,6
Пожнивная (Колодяжный и др. 2021)	12349,8	3528,7	511,1	8310,0

За 50-55 дней вегетации высота надземной фитомассы ранневесеннего сидерата - горчицы белой достигла 50-55 см высоты и смогла формировать 5329,6 кг/га зеленой массы в фазе цветения. К этому времени формируется

1976,8 кг/га корневой массы в 0-25 см слое пашни и 281,4 кг/га в слое 25-50 см почвы. Конечно, это по сравнению с показателями фитомассы поживной горчицы белой мало, которая размещена после уборки урожая озимой

тритикале и до осенней вспашки на зеленое удобрение за 90 дней вегетации накапливает довольно много фитомассы (таблица 2).

Зеленая фитомасса ранневесеннего сидерата горчицы белой распахиывается во второй декаде мая на глубину 35 см, с плугом Lemken John (с предплужником), который агрегируется трактором Deer 6195М. Это обеспечивает полную заделку зеленой фитомассы в почву и равномерное рыхление поверхности пашни, что обуславливает оптимальное агрофизическое состояние и консистенцию почвы.

Вышеназванные почвообрабатывающие системы агрегатов были задействованы и при распашке зеленой массы озимых и пожнивных сидератов.

После сидерата было посажено 2,0 т/га клубней картофеля сорта Леди Клэр (вторая декада мая). Для орошения полей картофеля использованы дождевальные агрегаты (было проведено 4 полива) и в виде подкормки внесены карбамид (300 кг/га), аммофос (200 кг/га) и хлористый ка-

лия (350 кг/га). Согласно по исследованиям многих ученых совместное внесение зеленого и минерального удобрений более эффективно, чем их раздельное применение [8-10].

Внесение минеральных удобрений на фоне органических (сидерат горчица белая) дало хорошие результаты и собрано 31 т/га клубней картофеля, что намного больше на фоне среднего урожая картофеля по Кыргызстану 17т/га (2023 год).

На рисунке 1 отражены показатели фитомассы промежуточных пожнивных сидеральных культур - горчицы белой, донника белого, ячменя яровой, фацелии рябинколистной, редьки масличной, размещаемые после уборки озимой тритикале и осенью запахиваемые в качестве зеленых удобрений.

Как видно, общая фитомасса (абсолютно сухой вес) сидеральной культуры – горчицы белой составляет 12349,8 кг/га, затем со снижением количества фитомассы за ней последует редька масличная - 12140,3 кг/га, фацелия рябинколистная - 8719,9 кг/га, донник белый - 6308,9 кг/га, яровой ячмень - 5912,4 кг/га.

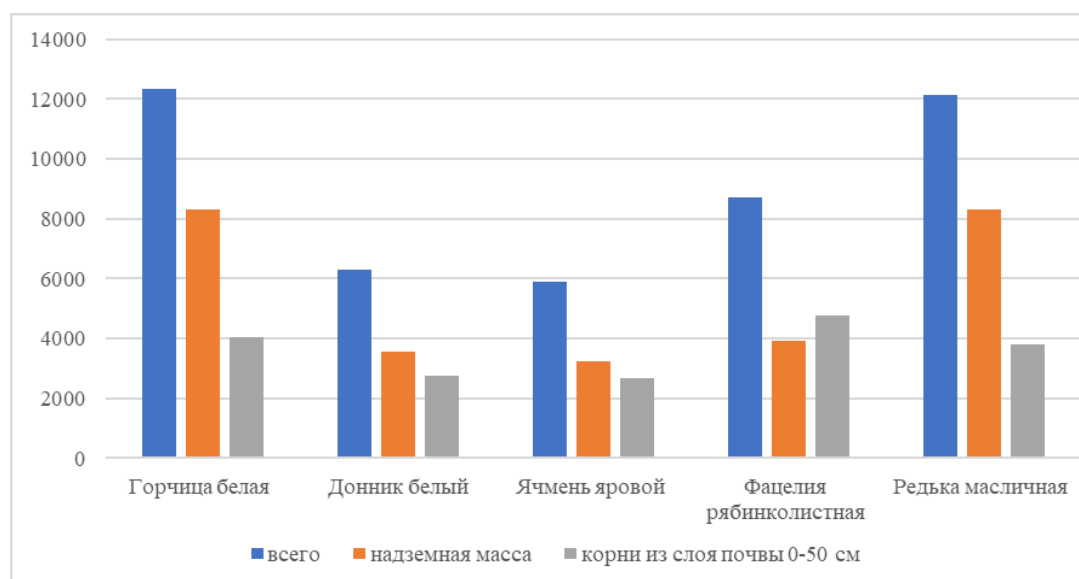


Рисунок 1 - Показатели фитомассы пожнивных сидеральных культур, кг/га

Причем, из общего количества фитомассы пожнивных сидеральных культур основную часть составляет надземная, на долю которой приходится 77,6-83,1% от общей фитомассы. Распахиваемая зеленая масса сидератов хорошо разлагается в почвенной толще, которая используется в качестве зелёных удобрений [16, 17]. Так, в составе свежей фитомассы вышеназванных сидератов, в почву дополнительно поступает от 165,07 до 343, 61 кг/га азота, от 12,57 до 24,71 кг/га

фосфора и от 107,59 до 237,28 кг/га калия [17].

Исследования биологической продуктивности пожнивных сидератов показали, что они между собой отличаются не только по продуцируемой фитомассе, но и по качественному составу оставляемых после уборки урожая корневых и пожнивных остатков, и следовательно, по воздействию на почвенный покров. В таблице 3 приводятся показатели химического состава надземной фитомассы пожнивных сидератов.

Таблица 3 - Химический состав надземной фитомассы пожнивных сидеральных культур

№	Варианты опыта	зольность, %	Химические элементы, %				
			углерод	азот	фосфор	калий	водород
1	Контроль	-	-	-	-	-	-
2	Горчица белая	12,14	43,13	3,500	0,248	2,50	5,05
3	Донник белый	11,58	42,79	4,256	0,296	2,50	5,23
4	Ячмень яровой	19,02	39,14	3,696	0,296	2,70	4,83
5	Фацелия рябинколистная	14,92	36,61	2,744	0,260	2,75	5,38
6	Редька масличная	13,22	41,58	2,744	0,220	1,50	6,23

Как видно из вышеприведенной таблицы, по содержанию азота надземная фитомасса пожнивных сидеральных культур имеет следующий убывающий ряд: донник белый (4,256%), ячмень яровой (3,696%), горчица белая (3,50%), фацелия рябинколистная и редька масличная (2,744%).

Микроорганизмы очень чувствительны к углеродно-азотному (C:N) коэффициенту и более узкое их отноше-

ние на фоне оптимальной температуры, влажности и воздушного режима повышает микробиологическую активность орошаемой пашни, т.е. весной на полях возделываемого картофеля, что работает на повышение урожайности агроценоза.

В следующей таблице приведены соотношению углерода к азоту в надземной фитомассе пожнивных сидератов.

Таблица 4 - Соотношение углерода к азоту надземной зеленой фитомассы пожнивных сидератов

№	Варианты опыта	углерод	азот	C:N
1	Контроль	-	-	
2	Горчица белая	43,13	3,500	12,3
3	Донник белый	42,79	4,256	10,1
4	Ячмень яровой	39,14	3,696	10,6
5	Фацелия рябинколистная	36,61	2,744	13,3
6	Редька масличная	41,58	2,744	15,2

Как видно, зеленая фитомасса пожнивных сидеральных растений имеет очень узкое отношение углерода к азоту ($C:N=10,1-15,2$), что свидетельствует о быстроразлагаемых формах органических соединений. Надземная фитомасса пожнивных сидератов, предназначенная на зеленые удобрения, разлагается в почве намного быстрее, чем другие, богатые клетчаткой и органические удобрения.

Зеленая масса вышеназванных промежуточных сидератов с узким соотношением $C:N$ обеспечивает повышение биологической активности почвы и способствует более быстрой минерализации растительных остатков в почве, так как консорциум почвенных микроорганизмов активно реагирует на свежее поступление зеленых удобрений, улучшающие экологию почв, которое сопровождается положительной перестройкой микробного консорциума и его функциональной деятельности [18].

Повышение микробиологической активности почв сопровождается освобождением легко усвояемых форм питательных элементов и пополнением органического вещества почвы.

Промежуточные озимые, пожнивные и ранневесенние сидераты целесообразно размещать на полях, где повторно или бессменно возделываются пропашные культуры (картофель, овощи, фасоль, сахарная свекла и др.). Они вносят в структуру посевных площадей растительное разнообразие и обогащают почву свежей фитомассой и могут приостановить деградацию орошаемой пашни, которая повсеместно наблюдается сегодня.

Перспективы внедрения промежуточных сидератов в земледельческих регионах Кыргызской Республики. Внедрение промежуточных сидератов в структуру посевных площадей аграрных хозяйств отвечает требованиям ведения органического сельского хозяйства и их посевные площади следует повсеместно увеличить. Промежуточные сидераты целесообразно размещать на орошаемой пашне, где наблюдаются повторные посевы пропашных культур, и ухудшение фитосанитарного состояния полей.

ВЫВОДЫ

1. С внедрением промежуточных озимых, пожнивных и ранневесенних сидеральных растений в структуру посевных площадей орошаемого земледелия Кыргызской Республики поступают дополнительные свежие фитомассы, используемые в качестве зеленых удобрений необходимые для пополнения запасов органического вещества почвы.

2. Поступающие в орошаемую пашню зеленые фитомассы промежуточных сидератов участвуют в связывании углерода (секвестрация) за счет внесения органического вещества (растительная масса) в почву. Секвестрация углерода растениями имеет большое значение для смягчения последствий изменения климата, так как помогает извлекать углекислый газ из атмосферы и накапливать его в органическом веществе почвы.

3. Размещение промежуточных озимых, пожнивных и ранневесенних сидератов вносит в структуру посевных площадей растительное разнообразие и дает положительный экологический эффект при повторных посевах пропашных культур.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы статьи благодарны ректорату Кыргызского национального аграрного университета имени К.И. Скрябина и дирекции компании Кирби Кыргызской Республики за представленную возможность выполнения научно-исследовательской работы в рамках государственно-частного партнерства, а также руководству Казахского научно-исследовательского института почвоведения агрохимии имени У.У. Успанова за предоставленную возможность для публикации работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абашев В.Д., Козлова Л.М. Сидераты в адаптивном земледелии// Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2005. - №6. - С.169-178.
2. Карабаев Н.А. Проблемы почвенных ресурсов и агроэкологии КР /Матер. межд. научно-практ. конф. Системы создания кормовой базы животноводства на основе интенсификации растениеводства и использования природных кормовых угодий РК. - Алмалыбак. 2016. - С. 498-504.
3. Карабаев Н.А., Ажыбеков А.С., Ызаканов Т.Ж., Карабаев Н.Н. Внедрение инноваций хозяйствования в АПК Кыргызстана / Матер. межд. н/п конф.: Современные аспекты развития сельского хозяйства Юго-Западного региона РК - Шымкент. - 2018. - С.360-369.
4. Колодяжный А.Г., Загурский А.В., Карабаев Н.Н. Использование сидеральных растений в качестве зеленых удобрений служат при решении продовольственной безопасности страны// Известия вузов Кыргызстана, 2021. - №6. - С. 151-154.
5. Довбан К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии. Вопросы теории и практики - Минск: Белорусская наука, 2009. - 404 с.
6. Кормилицын В.Ф. Зеленое удобрение и гумусовое состояние почв// Агрохимия. - 1995. - №5. - С.4-21.
7. Постников, П. А. Промежуточные культуры// Аграрная наука. – 2002. – № 10. – С. 18-20.
8. Бердников А.М. Научное обоснование применения зеленых удобрений в современном земледелии на дерново-подзолистых почвах Полесья УССР / Автореф. доктора с.-х. наук. 1990. - 38 с.
9. Schieder E., W. Breunig Ergebnisse eines 15 Jarigen Dauerungsversuches mit Stroh und Stallmist / Archiv-Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. 1978. - T. 22. - № 10. - S.653-687.
10. Vetter H. Einfluss der strohdungeng auf Boden und Pflanze / Deutsch Landwirtsch. - 1959. - № 100. - S. 347.
11. Сотников Б.А. Влияние приемов биологизации на динамику лабильных форм органического вещества и урожайность культур на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Воронеж, 2004. 06.02.01 общее земледелие
12. Гришина Л.А., Самойлова Е.М. Учет биомассы и химический анализ растений. –Москва. Изд-во МГУ, 1971.-99 с.
13. Левин Ф.И. Методические указания по определению показателей биопродуктивности почв в целях разработки практических рекомендаций по увеличению выхода продукции сельскохозяйственных культур с единицы площади. Москва, 1973.

14. Качинский Н.А. Корневая система растений в почвах подзолистого типа// Труды Московской областной сельскохозяйственной опытной станции. Москва, 1925, ч.1, вып.7.

15. Джунусова М.К., Карабаев А. Перспективы использования промежуточных посевов тритикале в качестве зеленого корма и удобрения// Вестник Кыргызского национального университета имени Жусупа Баласагына. Бишкек. 2012. - С.455-458.

16. Карабаев Н.А., Ызаканов Т.Ж. Карабаев А.Н, Колодяжный, Карабаев Н.Н. Роль зеленых удобрений для плодородия почв и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур// Почвоведение и агрохимия. - 2023. - №4. - С. 32-39.

17. Колодяжный, А.Г. Поживные сидеральные растения на службе повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур// Вестник ВУЗов. 2022.

18. Александров В.Г., Карабаев Н.А., Загурский А.В. Инновационный потенциал управления почвенным плодородием и продуктивностью растений / Матер. II межд. научно-практ. конф.: Проблемы рационального использования природных ресурсов и охрана окружающей среды. Москва-Махачкала. 2011. - Р. 310-313.

REFERENCES

1. Abashev V.D., Kozlova L.M. Sideraty` v adaptivnom zemledelii// Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. - 2005. - №6. - S.169-178.

2. Karabaev N.A. Problemy` pochvenny`x resursov i agroekologii KR /Mater. mezhd. n/p. konf. Sistemy` sozdaniya kormovoj bazy` zhivotnovodstva na osnove intensifikatsii rastenievodstva i ispol'zovaniya prirodnny`x kormovy`x ugodij RK. - Almaly`bak. 2016. - S. 498-504.

3. Karabaev N.A., Azhy`bekov A.S., Y`zakanov T.Zh., Karabaev N.N. Vnedrenie innovatsij xozyajstvovaniya v APK Ky`rgy`zstana / Mater. mezhd. n/p konf.: Sovr. aspek. razv. s. x. Yugo-Zapadnogo reg. RK - Chy`mkent. 2018. - S.360-369.

4. Kolodyazhny`j A.G., Zagurskij A.V., Karabaev N.N. Ispol'zovanie sideral`ny`x rastenij v kachestve zeleny`x udobrenij sluzhat pri reshenii prodovol'stvennoj bezopasnosti strany// Izvestiya vuzov Ky`rgy`zstana. - 2021. - № 6. - S. 151-154.

5. Dovban K.I. Zelenoe udobrenie v sovremennom zemledelii. Voprosy` teorii i praktiki - Minsk: Belorusskaya nauka, 2009. - 404 s.

6. Kormilicyn V.F. Zelenoe udobrenie i gumusovoe sostoyanie pochv// Agroxiimiya. - 1995. - №5. - S.4-21.

7. Postnikov, P. A. Promezhutochny`e kul'tury// Agrarnaya nauka. - 2002. - № 10. - S. 18-20.

8. Berdnikov A.M. Nauchnoe obosnovanie primeneniya zelenykh udobrenij v sovremennom zemledelii na dernovo-podzolistykh pochvakh Poles'ya USSR / Avtoref. doktora s.-h. nauk. 1990. - 38 s.

9. Schieder E., W. Breunig Ergebnisse eines 15 Jarigen Dauerungsversuches mit Stroh und Stallmist / Archiv-Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. 1978. - Bd 22. - № 10. - S.653-687.

10. Vetter H. Einfluss der strohdungeng auf Boden und Pflanze / Deutsch Landwirtsch. -1959. - N 100. - S. 347.

11. Sotnikov B.A. «Vliyanie priemov biologizatsii na dinamiku labil'nyh form organicheskogo veshchestva i urozhajnost' kul'tur» na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk. Voronezh, 2004. 06.02.01 obshchee zemledelie

12. Grishina L.A., Samojlova E.M. Uchet biomassy i himicheskij analiz rastenij. - Moskva. Izd-vo MGU, 1971.-99 s.

13. Levin F.I. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu pokazatelej bioproduktivnosti pochv v celyah razrabotki prakticheskikh rekomendacij po uvelicheniyu vyhoda produkci sel'skoxozyajstvennyh kul'tur s edinicuy ploshchadi. Moskva, 1973.

14. Kachinskij N.A. Kornevaya sistema rastenij v pochvah podzolistogo tipa // Trudy Moskovskoj oblastnoj sel'skoxozyajstvennoj opytnoj stancii. Moskva, 1925, ch.1, vyp.7.

15. Dzhunusova M.K., Karabaev Ajbek. Perspektivy` ispol'zovaniya promezhutochny`x posevov tritikale v kachestve zelenogo korma i udobreniya // Vestnik Ky`rgy`zskogo nacional`nogo universiteta imeni Zhusupa Balasagy`na. Bishkek. 2012. - S.455-458.

16. Karabaev N.A., Y`zakanov T.Zh. Karabaev A.N, Kolodyazhny`j, Karabaev N.N. Rol` zeleny`x udobrenij dlya plodorodiya pochv i uvelicheniya urozhajnosti sel'skoxozyajstvenny`x kul'tur // Pochvovedenie i agroxiimiya, 2023. - №4. - S. 32-39.

17. Kolodyazhny`j, A.G. Pozhny`e sideral`ny`e rasteniya na sluzhbe povы`sheniya plodorodiya pochv i urozhajnosti sel'skoxozyajstvenny`x kul'tur / Vestnik VUZov. 2022.

18. Aleksandrov V.G., Karabaev N.A., Zagurskij A.V. Innovacionny`j potencial upravleniya pochvenny`m plodorodiem i produktivnost`yu rastenij / Mater. II mezhd. nauchno-prakt. konf.: Problemy` racional`nogo ispol'zovaniya prirodny`x resursov i ohrana okruzhayushhej sredy`. - Moskva-Maxachkala. - 2011. - P. 310-313.

ТҮҮЙІН

Н.А. Карабаев^{1*}, А.Г. Колодяжный¹, А.Н. Карабаев², Т.Ж. Ызаканов¹, Р.М. Викленко¹

ЕЛДІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ АЗЫҚ-ТҮЛІК ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ ҮШІН
АРАЛЫҚ ҚЫСҚЫ, БІТЕУ ЖӘНЕ ЕРТЕ КӨКТЕМГІ ЖАСЫЛ КӨҢДІ ПАЙДАЛАНУ

¹К.И. Скрябин атындағы Қырғыз Ұлттық аграрлық уни верситеті,

720005, Бішкек, Медеров, 68, Қырғызстан, *e-mail: nuru51@mail.ru

²Қырғыз Республикасы Министрлер Кабинетінің климатты Қаржы
орталығы, 720001, Бішкек, Токтогула 124/1 көшесі, Қырғызстан,

e-mail: aibekusa@yahoo.com

Қырғыз Республикасының суармалы егіншілікпен айналысатын ауылшаруашылық шаруашылықтарының егіс алқаптарының құрылымына жасыл тыңайтқыш ретінде аралық күздік, жазғы (бидайдан кейін) және ерте көктемгі сидераттарды енгізу перспективалары қарастырылады. Қырғызстанда сынақтан өткен аралық күздік, жазғы (бидайдан кейін) және ерте көктемгі сидераттар бойынша жүргізілген зерттеулер өзекті болып табылады және еліміздің агроөнеркәсіп кешені үшін теориялық және практикалық қызығушылық тудырады және елдің азық-түлік қауіпсіздігін толық қамтамасыз етуге қызмет етеді. Осылайша, топырақтағы жасыл көңнің жаңа піскен фитосалмағы 165,07-343,61 кг/га азот қалдырады, 12,57-24,71 кг/га фосфор және 105,43-237,28 кг/га калий, бұл азот, фосфор, калий сияқты қоректік заттардың оң балансын жасайды және жасыл тыңайтқыштар ретінде әрекет етеді. Жасыл тыңайтқыш сидерат өсімдіктерді қыста, жазда және ерте көктемде егістікке арналған жаңа жасыл сидерат өсімдік массасын жеткізу қосымша егістік алқаптарын алмайды және экономикалық және экологиялық жағынан тиімді инновациялық агротехнология болып табылады. Зерттелетін аралық жасыл тыңайтқыштардың жасыл массасы көміртегі мен азоттың тар қатынасына ие және топырақтың биологиялық белсенділігінің жоғарылауын қамтамасыз және топырақтағы өсімдік қалдықтарының тезірек минералдануына ықпал етеді, өйткені топырақ микроорганизмдерінің консорциумы белсенді түрде әрекет етеді. Жасыл тыңайтқыштарды жаңадан жеткізу, топырақ экологиясын жақсарту, бұл микробтық консорциумның және оның функционалдық белсенділігінің оң қайта құрылуымен бірге

жүреді. Топырақтың микробиологиялық белсенділігінің артуы топырақтың органикалық заттарымен толықтырылуымен және ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыруға қызмет ететін қоректік заттардың жеңіл сіңімді формаларының бөлінуімен бірге жүреді. Қатарлы дақылдар (картоп, көкөніс, бұршақ, қант қызылшасы және т.б.) қайталап немесе монокультура өсірілетін танаптарға аралық күздік, жазғы (бидайдан кейін) және ерте көктемгі сидераттарды орналастырған жөн. Олар ауыл шаруашылығы дақылдарының егістік алқаптарының құрылымына өсімдіктердің алуан түрлілігін енгізеді, бұл суармалы егістік жерлердің фитосанитарлық жағдайын жақсартады, сонымен қатар топырақты органикалық затпен байытады және барлық жерде байқалатын суармалы егістік жерлердегі топырақ құнарлылығының нашарлауын тоқтата алады. Қырғыз Республикасының ауылшаруашылық шаруашылықтарының егіс алқаптарының құрылымына аралық күздік, жазғы (бидайдан кейін) және ерте көктемгі сидераттарды енгізу агроценоздардың экологиялық таза өнімін алу үшін органикалық егіншілік талаптарына жауап береді және аралық жасыл тыңайтқыштардың егіс алқаптарын ұлғайту қажет.

Түйінді сөздер: фитомасса, топырақ жасыл тыңайтқыш, аралық күздік, жазғы (бидайдан кейін), ерте көктемгі, сидераттар.

SUMMARY

N.A. Karabaev^{1*}, A.G. Kolodyazhny¹, A.N. Karabaev², T.Zh. Yzakanov¹, R.M. Viklenko¹
USE OF INTERMEDIATE WINTER, POST-HARVEST AND EARLY SPRING GREEN CROPS TO
IMPROVE THE ECOLOGICAL AND FOOD SECURITY OF THE COUNTRY

¹*Kyrgyz National Agrarian University named after K. I. Skryabin,*

*720005, Bishkek, Mederov str., 68, Kyrgyzstan, *e-mail: nuru51@mail.ru*

²*Climate Finance Center of the Cabinet of Ministers of the Kyrgyzstan,*

720001, Bishkek, Toktogul avenue, 124/1, Kyrgyzstan, e-mail: aibekusa@yahoo.com

The article considers the prospects for the introduction of intermediate winter, post-harvest and early spring green manure plants as green fertilizers in the structure of sown areas of agricultural enterprises of the Kyrgyz Republic, conducting irrigated agriculture. The studies of intermediate winter, post-harvest and early spring green manure plants tested in Kyrgyzstan are relevant and are of theoretical and practical interest for the country's agro-industrial complex and serve to fully ensure food security of the country. Thus, fresh phytomasses of stubble green manure in the soil leave 165.07-343.61 kg/ha of nitrogen, 12.57-24.71 kg/ha of phosphorus and 105.43-237.28 kg/ha of potassium, which create a positive balance of nutrients - nitrogen, phosphorus, potassium and act as green fertilizers. The supply of fresh plant masses of winter, post-harvest and early spring intermediate crops of green manure plants does not occupy additional arable land and is an economically and environmentally beneficial innovative agricultural technology. Fresh green mass of the studied intermediate green manure crops has narrow carbon to nitrogen ratios and provides an increase in the biological activity of the soil and promotes faster mineralization of plant residues in the soil, since the consortium of soil microorganisms actively responds to the fresh supply of green fertilizers, improving the ecology of soils, which is accompanied by a positive restructuring of the microbial consortium and its functional activity. An increase in the microbiological activity of soils is accompanied by replenishment of soil organic matter and the release of easily digestible forms of nutrients, which serve to increase the yield of agricultural crops. It is advisable to place intermediate winter, post-harvest and early spring green manure crops in fields where row crops (potatoes, vegetables, beans, sugar beets, etc.) are repeatedly or monoculturally cultivated. They introduce plant diversity into the structure of crop areas, which improves the phytosanitary condition of irrigated arable land, and also enriches the soil with fresh phytomass and can stop the degradation of soil fertility of irrigated arable land, which is observed everywhere today. The introduction of winter, stubble and early spring intermediate green manure plants into the structure of crop areas of

agricultural enterprises in the Kyrgyz Republic meets the requirements of organic farming for obtaining environmentally friendly products of agrocenoses and the sowing areas of intermediate green manure should be increased everywhere.

Key words: phytomass, green manure, intermediate, winter, stubble and early spring green manure.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Карабаев Нурудин Абылаевич – профессор кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия, д.с.-х.н., профессор, e-mail: nuru51@mail.ru

2. Ызаканов Талгар Жаркынбаевич - зав. кафедрой почвоведения, агрохимии и земледелия, к.с.-х.н., e-mail: talgar2009@mail.ru

3. Карабаев Айбек Нурудинович – эксперт Центра климатического финансирования КР, к.с.х.н., e-mail: aibekusa@yahoo.com

4. Викленко Р.М., магистр факультета агрономии и лесного хозяйства, e-mail: viklenkoroman@mail.ru

5. Колодяжный Александр Геннадиевич – аспирант КНАУ, e-mail: kirbi_agro@bk.ru

БИОЛОГИЯ ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.45

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_4_28

А.К. Туякова^{1*}, М.С. Уразова¹, С.М. Шайхин¹, А.М. Сатенова¹, А.С. Ергалиева¹БИОРАЗНООБРАЗИЕ МИКРОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РИЗОСФЕРЫ
ГАЛОФИТНЫХ РАСТЕНИЙ КАЗАХСТАНА¹ТОО «Республиканская коллекция микроорганизмов», Z01B6F8, г. Астана,
ул. Ш. Уалиханова, 13/1, Казахстан, *e-mail: altynay_79@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе представлены результаты исследования биоразнообразия почвенных микроскопических грибов, выделенных в осенне-летний период из ризосферы галофитных растений, произрастающих на территории Акмолинской, Алматинской и Туркестанской областей (Казахстан). Для создания биопрепаратов, обеспечивающих стимуляцию роста и защиту посадочного материала в лесопарковых зонах и садоводческих хозяйствах, нами были выделены и проидентифицированы 352 культивируемых микроорганизмов, принадлежащие к родам *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Curtobacterium*, *Erwinia* и др. Всего нами было изучено 8 микроскопических грибов. Выделение и культивирование грибов проводили на среде Чапека при 28°C±2°C в течение 10 дней. Кроме использования методов исследования культурально-морфологических признаков грибов, были также применены и молекулярно-генетические. Идентификация с использованием метода сравнения нуклеотидных последовательностей, кодирующих ген 18S рРНК выделенных нами культур, показала, что разнообразие их ограничено представителями лишь трех родов: *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, с доминированием последних двух.

Ключевые слова: солончак, плесневые грибы, микромицеты, биоразнообразие, галофитные растения, ризосфера.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время более 75% сельскохозяйственных земель Казахстана подвержены деградации, одной из основных причин является засоление. Избыток соли отрицательно влияет на структуры почв и в дальнейшем они могут стать непригодными для использования в земледелии.

Галофитные растения, произрастающие на засоленных почвах и солончаках, испытывая стресс, потребляют больше питательных веществ, в случае их недостатка, рост и развитие растений замедляется. Благодаря симбиотическим микроорганизмам, способным усваивать молекулярный азот, растения преодолевают дефицит веществ [1].

Галофиты, составляющие около 1% видов мировой флоры, могут восстанавливать поврежденные и недоиспользуемые среды и превращать их в

продуктивные сельскохозяйственные угодья, улучшая агробиоразнообразие и предотвращая деградацию почвы [2, 3].

В последние годы особый интерес вызывает разнообразие экстремофильных микроорганизмов и их совместная эволюция с растением в агрессивной среде. И к настоящему времени изучено достаточно много штаммов галофильных и солеустойчивых бактерий, выделенных из засоленных почв [4].

В солончаках микробные сообщества, взаимодействующие с ризосферой, филлосферой и эндосферой галофитов, включают в себя представителей доменов архей и бактерий, и царства грибов [5].

Почвенные микромицеты играют важную роль и оказывают решающее влияние на экосистемы, принимая участие в круговороте питательных веществ [6]. Отдельные виды микроорганизмов

изучены с целью прикладного использования их метаболитов [7, 8]. Несмотря на экологическую значимость почвенных грибов, выживающих в условиях засоления почвы, исследований, посвященных изучению биоразнообразия очень мало [9, 10].

Изучение разнообразия аборигенных штаммов микроорганизмов засоленных почв представляет научный интерес с перспективой практического использования их в различных отраслях биотехнологии [11, 12]. Глобальные экологические проблемы, такие как загрязнение окружающей среды, разрушение среды обитания в результате деятельности человека, рост населенных пунктов, использование пестицидов потенциально могут повлиять на разнообразие почвенных микромицетов [13].

Для эффективного лесоразведения и садоводства в Казахстане актуальна разработка биопрепаратов на основе аборигенных штаммов ризобактерий, максимально приспособленных к местам их применения. Данные биопрепараты позволят интенсифицировать процесс биологической трансформации фосфора и фиксации азота, будут подавлять рост и развитие фитопатогенных микроорганизмов, стимулировать рост саженцев и усиливать устойчивость растений к стрессам.

Целью данной работы являлось выделение и анализ таксономического разнообразия культивируемых почвенных грибов, выделенных из галофитных растений Казахстана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выделение и идентификация плесневых грибов. Объектами исследования послужили восемь изолятов плесневых грибов (ЛБ2, ПШЗ, ЛБ4, К5, Т6, К7, Т9, К10), выделенные из ризосферы галофитных растений. Отбор проб проводили по общепринятой методике в осенне-летний период в течение всего

вегетативного сезона 2023 г. Для выделения культур грибов использовался метод серийных разведений с дальнейшим высевом почвенной суспензии на плотную среду Чапека с последующим изолированием в чистую культуру и изучением культурально-морфологических признаков [14, 15]. Для первичной идентификации грибов использовали традиционные определители.

Выделение ДНК из грибов осуществлялось с использованием коммерческих наборов согласно протоколу производителя СТАВ методом.

Спектрофотометрическое определение концентрации ДНК выполнено на приборе NanoDrop 1000. Основными длинами волн, которые используются для измерения поглощения ДНК, являются 260 нм (УФ-область) и 280 нм (белковая компонента ДНК).

ПЦР (полимеразную цепную реакцию) проводили с праймерами ITS 5 5'-ggaagtaaaagtcgtaacaagg-3' и ITS 4 5'-tcctcgcttattgatatgc-3' в общем объеме 25 мкл. ПЦР-смесь содержала 15 нг ДНК, 1 единицу Taq ДНК-полимеразы (Fermentas), по 0,2 мМ каждого dNTP, 10-кратный буфер KCl (Fermentas), 2,5 мМ MgCl₂ и 10 пмоль каждого праймера. Программа ПЦР-амплификации включала первоначальную денатурацию при 95°C в течение 6 минут; 35 циклов: 94°C в течение 30 секунд, 52°C в течение 30 секунд и 72°C в течение 1 минуты; и окончательная элонгация при 72°C в течение 9 минут. Программу ПЦР выполняли с использованием термоциклера Simpli Amp (Applied Biosystems). Реакцию секвенирования проводили с использованием набора BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) согласно инструкции производителя с последующим разделением фрагментов на автоматизированном генетическом анализаторе 3730xl DNA Analyser (Applied Biosystems) [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Разнообразие и состав бактериальных сообществ ризосферы зависит не только от вида растения, но также и от свойств почвы. Хотя многообразные виды и даже генотипы растений формируют относительно уникальные ризобактериальные сообщества, которые могут быть во многом сходными либо неодинаковыми в разных условиях и географических регионах.

Ризосферная микробиота, известная как второй геном растений и включающая бактерии, грибы и оомицеты, тесно связана с ростом и иммунитетом растений. В последние десятилетия хорошо изучены типичные функцио-

нальные группы ризосферных микроорганизмов - ризобии, микоризные грибы и фитопатогены, влияющие на рост и иммунитет растений [17].

В данном исследовании выделены плесневые грибы из различных ризосфер галофитных растений: лебеды белой (*Atriplex cana*), полыни Шренка (*Artemisia schrenkiana*), кермека Гмелина (*Limonium gmelinii*) и тамарикса (*Tamarix*), произрастающих на территории Акмолинской, Алматинской и Туркестанской областей. При пересеве выделенных грибов на Чапека агар наблюдали колонии разной формы, размера и окраски. Изолированные колонии представлены на рисунке 1.

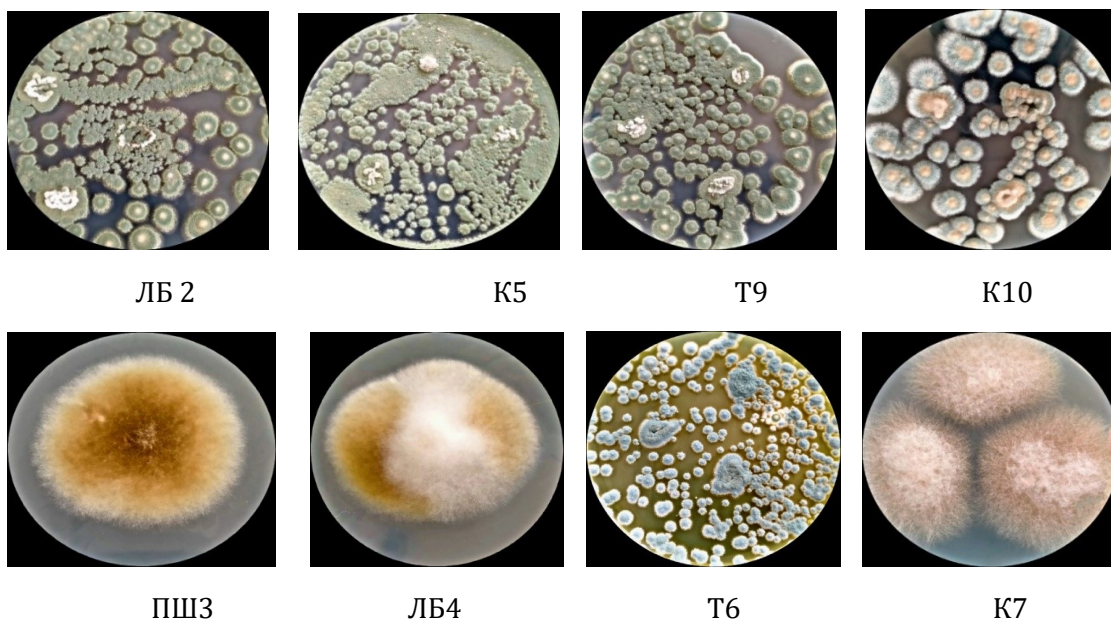


Рисунок 1 - Морфология изолированных колоний 5-дневных на среде Чапека

На чашках с выросшими плесневыми грибами наблюдались зеленоватого, коричневого и розового цвета колонии с пушистым, бархатистым

мицелием. В таблице 1 представлены морфологические признаки выделенных грибов.

Таблица 1 - Морфологические признаки исследуемых грибов

Изоляты выделенных грибов	Морфология колоний
ЛБ 2	колонии зеленоватого цвета, светлые бархатистые
ПШ3	колонии коричневого цвета, мицелий пушистый
ЛБ4	колонии коричневого цвета, мицелий пушистый
K5	колонии зеленоватого цвета, бархатистые, с белой каймой на периферии
T6	цвет колонии зеленый, мицелий бархатистый
K7	мицелий бледно-розового цвета
T9	колонии зеленоватого цвета, светлые бархатистые
K10	колонии зеленоватого цвета, бархатистые

Для установления точного таксономического анализа проведена молекулярно-генетическая идентификация грибов методом определения прямой нуклеотидной последовательности фрагмента *ITS* гена, с последующим определением нуклеотидной идентичности с последовательностями, депонированными в международной базе

данных Gene Bank, а также построением филогенетических деревьев с нуклеотидными последовательностями с референтных штаммов.

В анализ были включены нуклеотидные последовательности *ITS* гена, филогенетически наиболее связанных микроорганизмов.

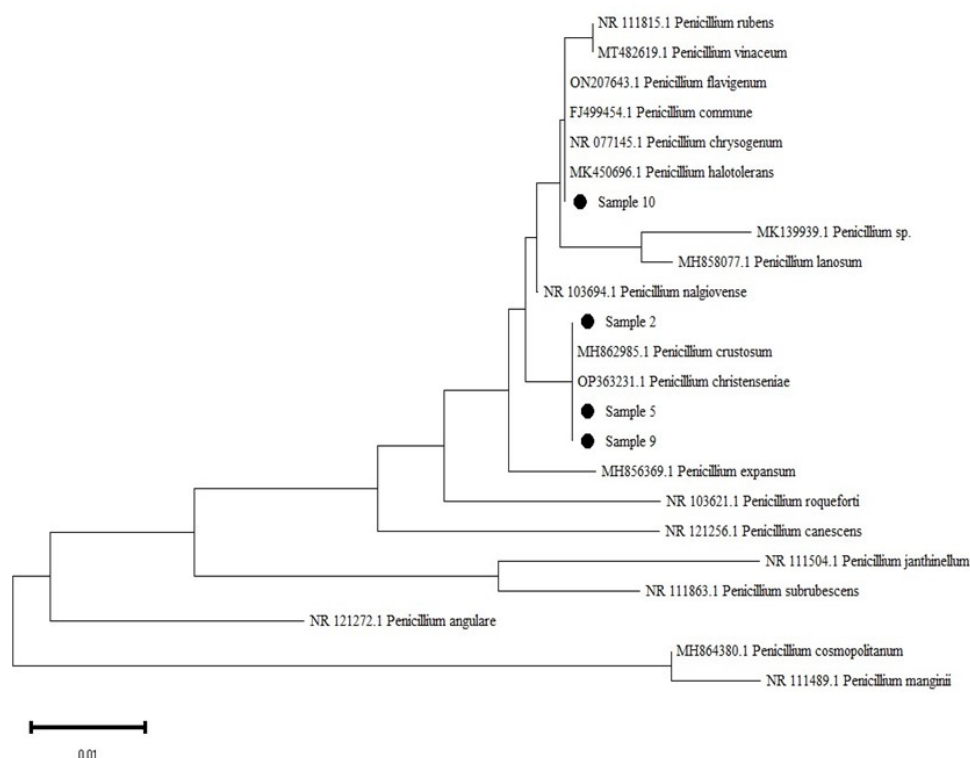


Рисунок 2 – Филогенетическое дерево, построенное на основании анализа фрагмента гена *ITS* образцов 2 (ЛБ2), 5 (K5), 9 (T9) и 10 (K10)

Как видно на рисунке 2 штаммы 2 (ЛБ2), 5 (К5), 9 (Т9) расположены на одной ветки с *Penicillium crustosum*, *Penicillium christenseniae*, образец 10 (К10)

расположен на одной клade с *Penicillium halotolerans*, *Penicillium flavigenum*, *Penicillium commune*, *Penicillium chrysogenum*.

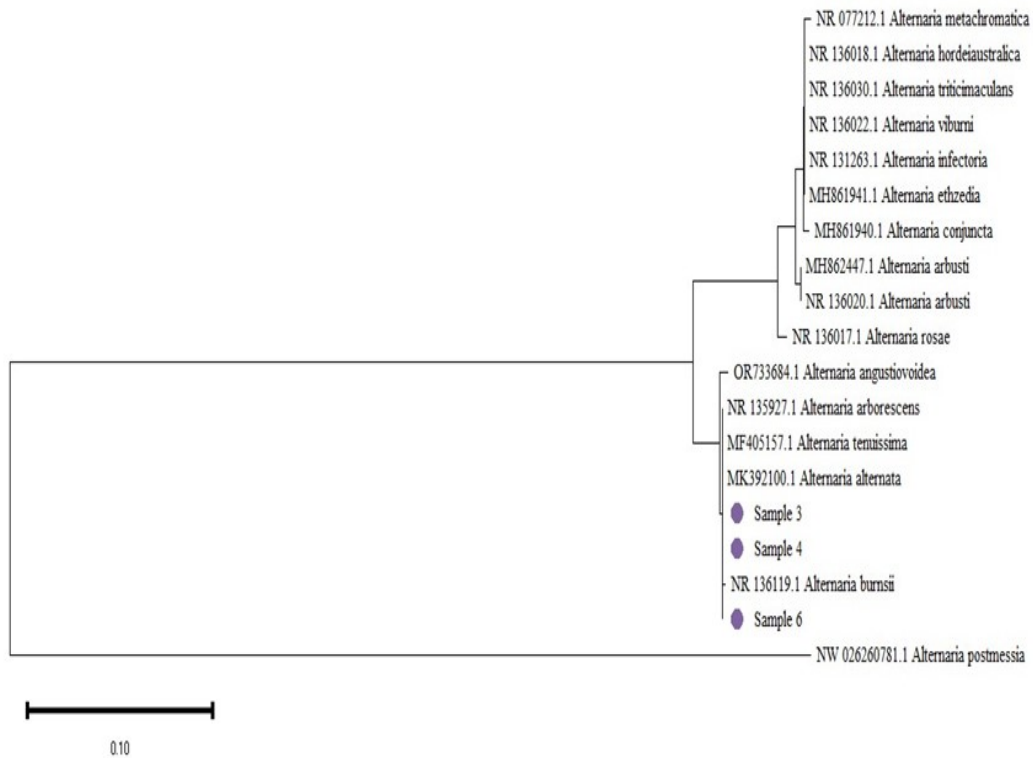


Рисунок 3 – Филогенетическое дерево, построенное на основании анализа фрагмента гена ITS образцов 3 (ПШЗ), 4 (ЛБ4) и 6 (Т6)

На рисунке 3 изображено филогенетическое дерево построенное на основании анализа фрагмента гена *ITS* образцов 3 (ПШЗ), 4 (ЛБ4) и 6 (Т6). Как

видно на рисунке штаммы 3, 4 и 6 расположены на одной клade с *Alternaria tenuissima*, *Alternaria arborescens*, *Alternaria alternata*, *Alternaria burnsii*.

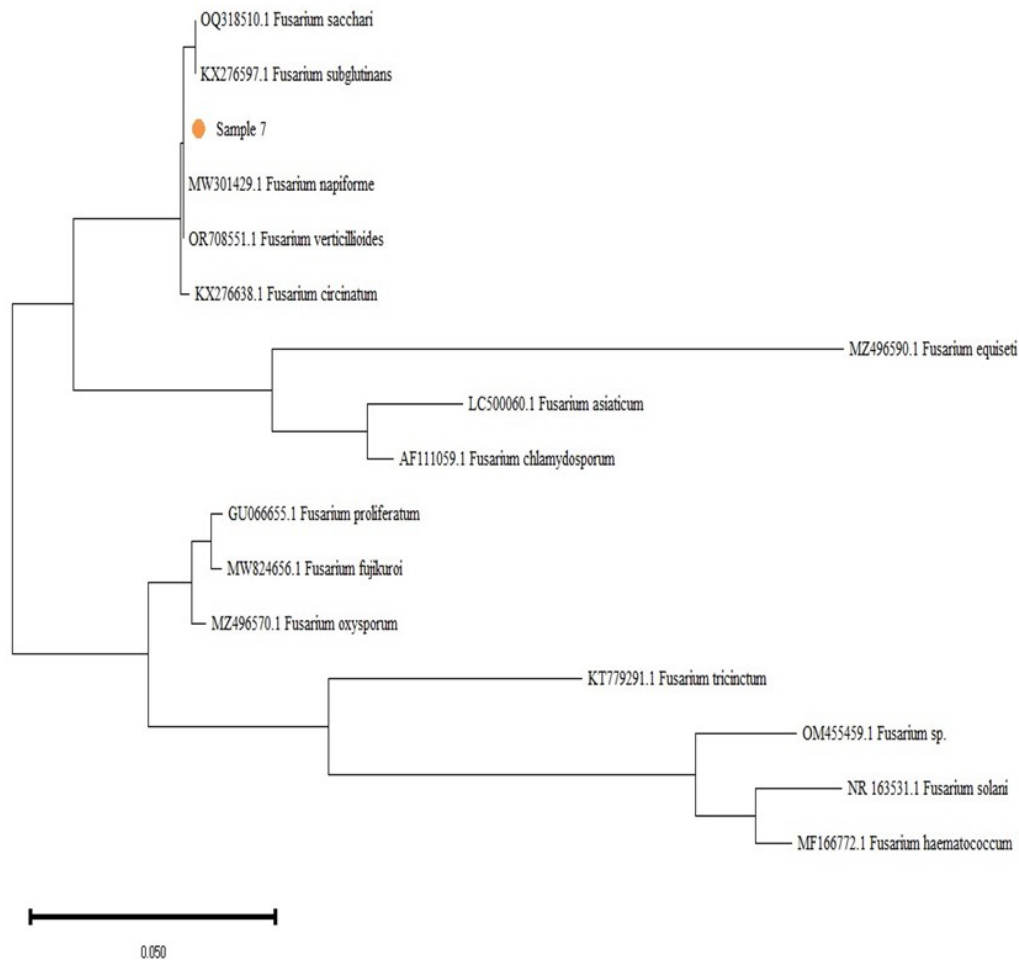


Рисунок 4 – Филогенетическое дерево, построенное на основании анализа фрагмента гена ITS образца 7 (K7)

На рисунке 4 изображено филогенетическое дерево построенное на основании анализа фрагмента гена *ITS* образца 7. Как видно на рисунке штамм 7(K7) расположен на одной кладе с *Fusarium napiforme* и *Fusarium verticillioides*.

Учитывая высокую идентичность *ITS*, у данных видов для достоверной идентификации требуется проведение анализа нуклеотидной последователь-

ности генов, кодирующих белки или фенотипический анализ.

Так, в составе галофильных микроорганизмов, изолированных из образцов ризосферы, выявлено присутствие плесневых грибов *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*.

В таблице 2 представлены результаты молекулярно-генетической идентификации исследуемых грибов.

Таблица 2 – Результаты молекулярно-генетической идентификации исследуемых микромицетов

Изоляты дрожжей	Процент совпадения с референтными последовательностями (по GenBank)	Родовая принадлежность
ЛБ 2	99,84	<i>Penicillium</i>
ПШЗ	100	<i>Alternaria</i>
ЛБ4	100	<i>Alternaria</i>
К5	100	<i>Penicillium</i>
Т6	100	<i>Alternaria</i>
К7	100	<i>Fusarium</i>
Т9	100	<i>Penicillium</i>
К10	99,84	<i>Penicillium</i>

В результате исследования культивируемых почвенных грибов из ризосферы галофитных растений, выявлено, что их разнообразие существенно не отличалось. Из почвы ризосферы *Atriplex cana* были выделены штаммы *Alternaria* sp, *Penicillium* sp. Биоразнообразие ризосферы *Artemisia schrenkiana*, *Limonium gmelinii* представлено штаммами *Alternaria* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp. Образец почвы ризосферы *Tamarix* показал разнообразие штаммов *Penicillium* sp, *Alternaria* sp.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования ризосферы галофитных растений, произрастающих в Акмолинской, Алматинской и

Туркестанской областей, позволили отобрать 8 штаммов почвенных грибов. В ходе таксономического анализа микробиоты исследуемых образцов определено, что самыми распространенными родами являются *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, встречающиеся во всех исследованных образцах. Разнообразие микроскопических грибов в образцах растений и почвы из этих регионов, оказалось незначительным.

Данные исследования расширяют представления о биоразнообразии микромицетов и их возможностях расти и адаптироваться в экстремальных условиях, а также применение их в земледелии.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РК в рамках грантового финансирования по проекту AP19678528: «Получение биопрепаратов, обеспечивающих стимуляцию роста и защиту посадочного материала в лесопарковых зонах и садоводческих хозяйствах Казахстана» на 2023-2025 год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dodd I.C., Perez F.A. Microbial amelioration of crop salinity stress// Journal of Experimental Botany. – 2012. – Vol.63. - P. 3415–3428.
2. Duarte B., Caçador I. Iberian Halophytes as Agroecological Solutions for Degraded Lands and Biosaline Agriculture// Sustainability. -2021. – Vol. 13, № 2. - P. 1005.
3. Flowers T. J., Colmer T. D. Salinity tolerance in halophytes// New Phytologist. – 2008.-Vol. 179, № 4. - P. 945–963.
4. Андронов Е.Е. Изучение структуры микробного сообщества почв разной

степени засоления с использованием TRFLP и ПЦР с детекцией в реальном времени// Почвоведение. – 2012. - № 2. - С. 173-183.

5. Mukhtar S., Malik K. A., Mehnaz S. Microbiome of halophytes: Diversity and importance for plant health and productivity// Microbiol. Biotechnol. Lett. - 2019.-

- № 47 (1). - P. 1–10.

6. Swift M.J., Bohren S.E., Carter A.M., Izac P.L. Woomer Biological management of tropical soils: interacting process research and farm practice. - Chichester: TSBF/Wiley-Sayce Publication, 1994 – 252 p.

7. Lobanova K.V., Tashpulatov Zh.Zh., Pshenichnov E.A., Gulyamova T.G. Synthesis of bacteriorhodopsin by Halobacterium sodomense K91r// Chemistry of Natural Compounds. – 2011. - №47(5). - С. 862–863.

8. Кулонов А.И., Мирзарахметова Д.Т. Липиды умеренно галофильных бактерий соленого озера региона Аральского моря// Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. - 2021. - № 12(90). - С. 20.

9. Бондаренко С., Георгиева М., Биланенко Е. Экстремофильные грибы на побережье гиперсоленого озера Баскунчак// Природа. - 2020. - №5. - С. 12-18.

10. Квеситадзе Э. Галофильность мицелиальных грибов, выделенных из солончаков Южного Кавказа// Biotechnologia Acta. - 2015.- Vol. 8, - №3. - С. 56-66.

11. Dighton J. Fungi in ecosystem processes. - New York. - 2003. - 432 p.

12. Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А., Гасанов Р.З., Абакарова А.А., Аливердиева Д.А. Экстремофильные микробные сообщества засоленных почв и их разнообразие в регионе Прикаспийской низменности// Аридные экосистемы. - 2017. – Т. 23, - № 2 (71). - С. 52-56.

13. Tsui K.M., Fryar S.C., Hodgkiss I.J., Hyde K.D., Poonyth A.D., Taylor J.E, 1998. The effect of human disturbance on fungal diversity in the tropics// Fungal Diversity. -1998. - Vol. 1. - P. 19-26.

14. Саттон Д. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. - М.: Мир, 2001.- 486 с.

15. Литвинов М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. - Л.: Наука, 1969. - 128 с.

16. Berdimuratova K. T., Amirgazin A.O., Kuibagarov M.A., Lutsay V.B., Mukanov, K. K., Shevtsov A.B. Optimization of PCR Purification Using Silica Coated Magnetic Beads// Eurasian Journal of Applied Biotechnology. - №1.- 2020.

17. Van der Ent S., Van Wees S. C., Pieterse C. M. Jasmonate signaling in plant interactions with resistance-inducing beneficial microbes// Phytochemistry. – 2009.

– Vol. 70. – P. 1581–1588.

REFERENCES

1. Dodd I.C., Perez F.A. Microbial amelioration of crop salinity stress// Journal of Experimental Botany. – 2012. – Vol.63. - P. 3415–3428.

2. Duarte B., Caçador I. Iberian Halophytes as Agroecological Solutions for Degraded Lands and Biosaline Agriculture// Sustainability. -2021. – Vol. 13, - № 2. - P. 1005.

3. Flowers T. J., Colmer T. D. Salinity tolerance in halophytes// New Phytologist. – 2008. - Vol. 179, - № 4. - P. 945–963.

4. Andronov E.E. Izuchenie struktury mikrobnogo soobshhestva pochv raznoj stepeni zasoleniya s ispol'zovaniem TRFLP i PCR s detekciej v real'nom vremeni// Pochvovedenie. – 2012. - № 2. - S. 173-183.

5. Mukhtar S., Malik K. A., Mehnaz S. Microbiome of halophytes: Diversity and importance for plant health and productivity// Microbiol. Biotechnol. Lett. - 2019. - №47 (1). - P. 1–10.
6. Swift M.J., Bohren S.E., Carter A.M., Izac P.L. Woomer Biological management of tropical soils: interacting process research and farm practice. - Chichester: TSBF/Wiley-Sayce Publication, 1994 – 252 p.
7. Lobanova K.V., Tashpulatov Zh.Zh., Pshenichnov E.A., Gulyamova T.G. Synthesis of bacteriorhodopsin by Halobacterium sodomense K91r// Chemistry of Natural Compounds. – 2011. - №47(5). - S. 862–863.
8. Kulonov A.I., Mirzarahmetova D.T. Lipidy umerenno galofil'nyh bakterij solenogo ozero regiona Aral'skogo morja// Universum: Himiya i biologiya: jelektron. nauchn. zhurn. - 2021. - № 12(90). - P. 20.
9. Bondarenko S., Georgieva M., Bilanenko E. Jekstremofil'nye griby na poberezh'e gipersolenogo ozero Baskunchak// Priroda. - 2020. - № 5. - S. 12-18.
10. Kvesitadze Je. Galofil'nost' micelial'nyh gribov, vydelennyh iz solonchakov Juzhnogo Kavkaza// Biotechnologia Acta. - 2015.- Vol. 8, - № 3. - S. 56-66.
11. Dighton J. Fungi in ecosystem processes. - New York. - 2003. – 432 p.
12. Halilova Je.A., Kotenko S.C., Islammagomedova Je.A., Gasanov R.Z., Abakarova A.A., Aliverdieva D.A. Jekstremofil'nye mikrobyne soobshhestva zasolennyh pochv i ih raznoobrazie v regione Prikaspijskoj nizmennosti// Aridnye jekosistemy. - 2017. – T. 23, - № 2 (71). - S.52-56.
13. Tsui K.M., Fryar S.C., Hodgkiss I.J., Hyde K.D., Poonyth A.D., Taylor J.E, 1998. The effect of human disturbance on fungal diversity in the tropics// Fungal Diversity. - 1998. - Vol. 1. - P. 19-26.
14. Satton D. Opredelitel' patogennyh i uslovno-patogennyh gribov. - M.: Mir, 2001. - 486 s.
15. Litvinov M.A. Metody izuchenija pochvennyh mikroskopicheskikh gribov. - L.: Nauka, 1969. - 128 s.
16. Berdimuratova K. T., Amirgazin A.O., Kuibagarov M.A., Lutsay V.B., Mukanov, K. K., Shevtsov A.B. Optimization of PCR Purification Using Silica Coated Magnetic Beads// Eurasian Journal of Applied Biotechnology. - №1. - 2020.
17. Van der Ent S., Van Wees S. C., Pieterse C. M. Jasmonate signaling in plant interactions with resistance-inducing beneficial microbes// Phytochemistry. – 2009. – Vol. 70. – P. 1581–1588.

ТУЙІН

А.К. Туякова^{1*}, М.С. Уразова¹, С.М. Шайхин¹, А.М. Сатенов¹, А.С. Ергалиева¹
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ГАЛОФИТТІ ӨСІМДІКТЕРІНІҢ РИЗОСФЕРАСЫНАН ОҚШАУЛАНҒАН
МИКРОМИЦЕТТЕРДІҢ БИОӘРТҮРЛІЛІГІ

¹«Микроорганизмдердің республикалық коллекциясы» ЖШС,
Z01B6F8, Астана қ, Шоқан Уәлиханов көшесі 13/1, Қазақстан,

*e-mail: altynay_79@mail.ru

Бұл жұмыста Ақмола, Алматы және Түркістан облыстарында (Қазақстан) өсетін галофитті өсімдіктердің ризосферасынан күзгі-жазғы кезеңде оқшауланған топырақтың микроскопиялық саңырауқұлақтарының биоәртүрлілігін зерттеу нәтижелері берілген. Орманды алқаптар мен бау-бақша шаруашылықтарында өсуді ынталандыратын және отырғызылатын материалды қорғайтын биологиялық өнімдерді жасау үшін біз Bacillus,

Pseudomonas, *Arthrobacter*, *Curtobacterium*, *Erwinia* және т.б. тұқымдастарға жататын 352 мәдени микроорганизмдерді оқшаулап, анықтадық. Барлығы 8 микроскопиялық саңырауқұлақтарды зерттедік. Саңырауқұлақтарды оқшаулау және өсіру Чапек ортасында $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ температурада 10 күн бойы жүргізілді. Саңырауқұлақтардың мәдени-морфологиялық сипаттамаларын зерттеу әдістерін қолданумен қатар, молекулалық-генетикалық әдістер де қолданылды. Біз бөліп алған дақылдардың 18S rRNA генін кодтайтын нуклеотидтер тізбегін салыстыру әдісін қолдану арқылы идентификация олардың әртүрлілігі соңғы екеуінің басымдылығымен тек үш тектес: *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* өкілдерімен шектелетінін көрсетті.

Түйінді сөздер: сортаң, зеңдер, микромицеттер, биологиялық әртүрлілік, галофитті өсімдіктер, ризосфера.

SUMMARY

A.K. Tuyakova^{1*}, M.S. Urazova¹, S.M. Shaikhin¹, A.M. Satenov¹, A.S. Ergalieva¹
BIODIVERSITY OF MICROMYCETES ISOLATED FROM THE RHIZOSPHERE OF
HALOPHYTIC PLANTS OF KAZAKHSTAN

¹«Republican Collection of Microorganisms» LLP, Z01B6F8, Astana,
Valikhanov str, 13/1, Kazakhstan, *e-mail: altynay_79@mail.ru

This paper presents the results of a study of the biodiversity of soil microscopic fungi isolated in the autumn-summer period from the rhizosphere of halophytic plants growing in the Akmola, Almaty and Turkestan regions (Kazakhstan). To create biopreparations that stimulate growth and protect planting material in forest park zones and horticultural farms, we isolated and identified 352 cultivated microorganisms belonging to the genera *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Curtobacterium*, *Erwinia* and others. In total, we studied 8 microscopic fungi. Isolation and cultivation of fungi were carried out on Czapek medium at $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ for 10 days. In addition to using methods for studying the cultural and morphological features of fungi, molecular genetic methods were also used. Identification using the method of comparing nucleotide sequences encoding the 18S rRNA gene of the cultures we isolated showed that their diversity is limited to representatives of only three genera: *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, with the latter two dominating.

Key words: solonchak, mold fungi, micromycetes, biodiversity, halophytic plants, rhizosphere.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Туякова Алтынай Камидоллаевна - научный сотрудник (лаборатория генетики и биохимии микроорганизмов), e-mail: altynay_79@mail.ru

2. Уразова Майра Салаватовна - ведущий научный сотрудник (лаборатория генетики и биохимии микроорганизмов), кандидат биологических наук, e-mail: urazova.maira01@gmail.com

3. Шайхин Серик Мурзахметович - главный научный сотрудник (лаборатория генетики и биохимии микроорганизмов), доктор биологических наук, e-mail: rkm_shaikhin@mail.ru

4. Сатенова Акбота Мейрамовна - научный сотрудник (лаборатория генетики и биохимии микроорганизмов), PhD докторант, e-mail: amsatenova01@gmail.com

5. Ергалиева Айгерим Сакеновна - научный сотрудник (лаборатория генетики и биохимии микроорганизмов), магистр биологических наук, e-mail: ergaliaigerim@gmail.com

МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.29; 68.05.43; 68.33.31

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_4_38

**А.Х. Наушабаев^{1*}, Н. Сейткали¹, К.О. Караева¹,
Е.С. Абилдаев¹, Г.О. Бейсенова¹****ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ И СЕРНОЙ КИСЛОТЫ
ДЛЯ МЕЛИОРАЦИИ СМЕШАННО СОДОВО-ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ПРЕДГОРНОЙ
РАВНИНЫ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА**¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
050021, Алматы, пр. Абая, 8, Казахстан,

*e-mail: askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz

Аннотация. В статье представлены результаты полевых исследований, проведенных в предгорной равнине юго-востока Казахстана в подзоне светлых сероземов. Здесь на территории крестьянских хозяйств в виде пятен в микродепрессиях получили широкое распространение тяжелосуглинистые полугидроморфные солонцы чисто содового и смешанно содового засоления с повышенной щелочностью (рН 9,0-10,0). Несмотря на их сильную солонцеватость и плохие водно-физические свойства, они ежегодно подвергаются всем видам агроприемов. Однако, из-за низкого урожая на них обесцениваются значительные материальные ресурсы. Для их мелиорации все еще используется фосфогипс, который является отходом производства. Он эффективен на хлоридно-сульфатных и сульфатно-хлоридных солонцах, а при содовом неэффективен. Ранее нами была испытана элементарная сера в качестве мелиоранта в условиях модельного эксперимента. С этой целью мы провели исследования по определению сравнительной мелиоративной эффективности элементарной серы с более перспективными видами мелиорантов и апробация ее в реальных производственных условиях. Результаты опытов показали, что, среди мелиорантов серная кислота оказалась эффективней, чем другие мелиоранты, по скорости и интенсивности взаимодействия и по продуктивности люцерны (193,20 ц/га в год). Однако, после трехлетнего срока ее изучения концентрации карбонат и гидрокарбонат ионов в почвенном растворе постепенно восстановились. По продолжительности мелиоративного действия и по продуктивности люцерны инкубация элементарной серы оказалась наиболее эффективной. Ее использование позволило снизить очень сильнощелочную среду изучаемых почв до слабощелочной (рН 7,8 в слое 0-20 см) и полностью нейтрализовать соду (CO_3^{2-} в толще 0-60 см 0,00 мг-экв). В результате длительной инкубации серы и возделывания люцерны изучаемая почва становится несолонцеватой и слабосолонцеватой в толще 0-40 см, что в итоге позволило получить урожай зеленой массы люцерны (193,20 ц/га), не уступающий варианту с серной кислотой.

Ключевые слова: юго-восток Казахстана, почва, содовое засоление, мелиорация, сера, фосфогипс, серная кислота, люцерна.

ВВЕДЕНИЕ

Засоление почв является одним из основных ограничивающих факторов, препятствующих развитию сельскохозяйственного производства, особенно в засушливых и полузасушливых регионах мира [1]. Повышенный уровень солености (>0,25%) отрицательно влияет на рост и развитие растений, а при сильном стрессе приводит к их гибели [2].

Общая площадь засоленных почв в мире составляет 17 млн км² [3] или около 1 млрд га с явной тенденцией к устойчивому росту [4]. Эти почвы в Казахстане распространены повсеместно и их площадь составляет 111,55 млн га или 41% территории страны. Среди них наиболее токсичные для растений - содовые. В южном и юго-восточном регионах Казахстана их площадь составляет 7.095 млн га [5]. Согласно

мировой реферативной базе почвенных ресурсов указанные почвы входят в группу Solonetz [6], которая объединяет почвы с плотным глинистым горизонтом В, характеризующийся избытком обменного натрия, отчасти магния в коллоидном комплексе, уровень которых отрицательно влияет на структуру и физические свойства почвы и нарушает доступность питательных веществ для растений [7]. В их составе присутствует свободная сода (Na_2CO_3), образующая сильнощелочную реакцию среды ($\text{pH} > 8.5$). Поэтому эти почвы являются очень сложным объектом мелиорации.

В Казахстане важность проблемы повышения плодородия подобных почв возрастает в связи с распространением их в виде пятен площадью от нескольких десятков квадратных метров до одного, а иногда и более гектаров среди наиболее плодородных почв предгорной равнины Северного Тянь-Шаня – луговых, лугово-сероземных и лугово-каштановых почв. Здесь недобор урожая из-за содовой засоленности составляет от 15 до 45% [8]. Участки земель с более крупными очагами содово-засоленных почв, как правило, не вовлекаются в пашню, поскольку для их мелиорации требуется строительство дорогостоящих дренажных систем. Крестьянские хозяйства ежегодно подвергают в полном объеме всем видам агроприемов пятна содово-засоленных почв. Однако, из-за низкого урожая на указанных пятнах обесцениваются значительные материальные, денежные и трудовые ресурсы.

Основным методом мелиорации почв, засоленных нейтральными солями является промывка на фоне дренажа. Однако указанный метод неприемлем для содово-засоленных почв в связи с вышеотмеченными отрицательными свойствами. Для устранения подобных свойств почв в каждой стране в зависимости от природно-климатичес-

ких и экономических возможностей применяются специфические для них методы мелиорации и химические мелиоранты [9]. Классическим мелиорантом для восстановления содовых, хлоридно-сульфатных, сульфатно-хлоридных засоленных почв являются гипс и фосфогипс, которые по сей день используются во многих странах [10, 11]. Однако, в США с 1990 года перестали использовать фосфогипс в качестве мелиоранта. В Казахстане фосфогипс является пока единственным мелиорантом, применяемым для содово-засоленных почв, хотя многочисленными исследованиями установлена его низкая эффективность. Вследствие резкого снижения растворимости гипса в щелочной среде из-за образования на поверхности кристаллов водонерастворимой пленки углекислого кальция, который изолирует от почвенной среды, превращает их в почвенный балласт [12]. Он наиболее эффективен на хлоридно-сульфатных и сульфатно-хлоридных солонцах. При сульфатном засолении его активность снижается, а при содовом он вообще неэффективен [13].

В последние годы в республике, в связи с накоплением огромного объема (8 млн т) серы нами проведены исследования, по ее утилизации в качестве мелиоранта, но они не вышли за пределы модельных экспериментов [14]. В связи с этим целью наших исследований явилось определение мелиоративной эффективности серы и серной кислоты в сравнении с фосфогипсом с дальнейшей апробацией в реальных производственных условиях. Это в конечном счете позволит эффективно управлять плодородием содово-засоленных почв и будет способствовать получению оптимального урожая культур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для определения очагов наиболее широкого распространения щелочных содово-засоленных почв и выбора

типичного участка для проведения полевых экспериментов нами изучены мелко, средне и крупномасштабные почвенные карты предгорной равнины Северного Тянь-Шаня, и почвенные отчеты к ним. Проведено рекогносцировочное обследование регионов предгорных равнин юго-востока Казахстана. Установлено, что отмеченные почвы сосредоточены в районе сельских местностей Маловодное, Казатком, Кайнар Енбешиказахского и Каратоган, Жетиген Талгарского районов Алматинской области. В результате чего нами выбран участок для полевых исследований на территории фермерского хозяйства ТОО «Амиран» Нуринского сельского округа, расположенный в северной части

Талгарского района (N 43°39'7858, E 77°18'2917) Алматинской области, 60% территории, которой подвержены разной степени засоления и солонцеватости (рисунок 1). Регион входит в пределы галогеохимической провинции накопления содово-сульфатных солей бассейна озера Балхаш [5] и находится в предгорной пустынной степной зоне светлых сероземов Илейского Алатау (рисунок 1). По влажности и теплообеспеченности, климат характеризуется континентальностью и засухой. Лето сухое и жаркое. Средняя температура июля 22-25°C, января 9-12°C. Количество годовых осадков составляет 250-300 мм, средне-годовая температура воздуха 9,8°C [15].



Рисунок 1 – Местонахождение района исследований

Северная граница территории хозяйства проходит по асфальтированной дороге; в восточной части по реке Леп и Курлеп; с южной стороны граничит с землями запаса (скотопрогон) и западная граница проходит по реке Есик. Основным производственным направлением хозяйства является животноводство молочного направления. Для создания кормовой базы введен кормовой севооборот. Выращиваются в основном кормовые культуры: кукуруза на силос, люцерна, а также соя, яровая пшеница и яровой ячмень. Для

их полива используют дождевальную систему орошения.

В пределах фермерского хозяйства полевой эксперимент проводился в поле №8, где в системе севооборота выращивается кукуруза на силос. Фоновыми почвами являются луговые сероземы светлые северные слабосолончаковато-слабосолончаковые средне- и сильносолонцеватые хлоридно-содового и содово-сульфатного химизма (77 га). На их фоне в виде пятен в микрораспределении встречаются тяжело-среднесолончаковые

полугидроморфные солонцы (занимают ~10% (8 га) поля) сульфатно-содового, содово-сульфатного и чисто содового химизма. Из наличия таких пятен посевы кукурузы сильно изрежены, либо растения отсутствуют (рисунок 2).

На одном из таких пятен нами в 2022 году весной организован опытный участок, где каждый вариант эксперимента имел четырехкратную повторность. Перед постановкой полевого опыта отобраны образцы почв из каждой делянки и повторности из глубин 0-20, 20-40 и 40-60 см для

определения в них исходного содержания водорастворимых солей, pH и состава поглощенных оснований (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+). Затем была проведена вспашка и последующая планировка. Опытный участок в зависимости от схемы опыта был поделен на делянки, которые расположились в разброс. Площадь каждой составила $5 \times 3 = 15 \text{ м}^2$. После этого расчетные дозы мелиорантов были внесены в почву делянок и тщательно перемешаны. Для создания оптимальной влажности почвы, они периодически увлажнялись.



А



Б

Рисунок 2 – Состояние участков (пятна) содово-засоленного солонча на кукурузном поле (А) и опытного участка с люцерной (Б)

На основе данных исходного физико-химического состава полугидроморфных тяжелосуглинистых солонцов содово-сульфатного, сульфатно-содового и чисто содового типа засоления и материалов лабораторных испытаний [14] составлена следующая схема полевого эксперимента: фосфогипс, порошковая элементарная сера и 1%-ый раствор серной кислоты. Почва имеет свободную соду, что требует увеличения количества мелиорирующих веществ в соответствии с содержанием карбонатов и бикарбонатов натрия. Расчеты показали, что при средней и сильной солонцеватости почв для мелиорации 0-40 см слоя требуется 11,67 т/га гипса

или фосфогипса, 2,22 т/га элементарной серы и 6,652 т/га серной кислоты. Концентрация последней была доведена разбавлением водой до 1%-го раствора.

На вариантах с фосфогипсом, серой и серной кислотой проведена вспашка и промывка почвы 1,5-2 объема воды равной полной влагоемкости почвы (5 м^3) объемом $4500 \text{ м}^3/\text{га}$, повторяя подачу воды 3 раза через 5-6 дней, т.е. после каждого освобождения мелируемого слоя почвы от гравитационной воды (воды крупных и средних пор). Промывная норма воды определялась по формуле В.Р. Волобуева [16].

Для определения сравнительной мелиоративной эффективности трехлетней инкубации фосфогипса, серы и серной кислоты на солевой режим содово-засоленных солонцов опытного участка по делянкам вариантам опыта повторно отобраны смешанные образцы почв (17.08.2024). В почвах определено содержание ионного состава (HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) водной вытяжки из почв по К.К. Гедройцу, суммы солей и pH, полученные из суспензии почв с соотношением почвы к воде 1:5 и состав поглощенных катионов по Аринушкиной, Каратаевой, Маметовой в модификации Грабаровой [17]. Порог токсичности отдельных ионов водный вытяжки из почвы определяли по классификации Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой [18].

На засоленных почвах любые мелиоративные мероприятия оказывают влияние не только состав и свойства почв, но и возделываемых растений. В этом отношении наиболее подходящей в качестве объекта исследований является люцерна, которая относится к категории средне- и солонцеустойчивых. Учет ее урожайности на вариантах опыта проводился в 2023 и 2024 годах, в связи с тем, что в первый год исследований внесенные химические мелиоранты находились в состоянии годовой инкубации (без растений). За время вегетации люцерны проводились наблюдения учета. Агротехнические мероприятия включали рыхление, орошение, прополка, обработка препаратом ВІ-58 ТОР против саранчи и препаратом "Дэкстер" против красноголовой шпанки и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлены тектонические процессы в средней части Илейской впадины, которые привели к рассолению верхней толщи карбонатных сульфатных солончаков,

образовавшихся при выпотном водном режиме в более ранние периоды. При дальнейшем протекании этого процесса, медленная и длительная фильтрация нисходящим током растворов, содержащих сульфат натрия через карбонатные горизонты, привело к образованию и накоплению соды, трансформировав сульфатный луговой солончак в солончаковатые солонцеватые луговатые сероземы, а при продолжительном протекании вышеотмеченных процессов в содовый полугидроморфный солонец [19]. Постоянная генерация соды (Na_2CO_3 , NaHCO_3) в почвенном профиле, вследствие обменных реакций между натрием коллоидной фазы и почвенным раствором тесно связана с грунтовой водой. Следовательно, эффективность любой химической мелиорации содово-засоленных почв в сазовой полосе предгорной равнины является краткосрочной.

После трехлетней инкубации расчетных эквивалентных доз фосфогипса, элементарной серы и серной кислоты на смешанно содово-засоленных солонцах опытного участка, а также проведения их промывки и возделывания на них люцерны, по данным водной вытяжки и состава поглощенных оснований нами установлена их сравнительная мелиоративная эффективность. По данным ионного состава водной вытяжки установлено, что на контрольном варианте без внесения мелиорантов, почва имеет слабую и среднюю степень засоления. Содержание водорастворимых солей в почвах контрольного варианта на трех глубинах соответственно составляет 0.332, 0.484 и 0.456% (таблица 1). Несмотря на низкую засоленность почв контрольного варианта, она имеет смешанно сульфатно-содовый и содово-сульфатный химизм засоления. Содержание ионов (HCO_3^- , CO_3^{2-}) очень высокое ($\geq 0,8$ и $\geq 0,03$ мг-экв), что вызывает высокую щелочность почвенной среды

(рН 9,8-10,2) и по слоям соответственно варьирует от 2,49 до 2,80 и от 0,36 до 0,78 мг-экв на 100 г почвы. Кроме них в почвенном растворе присутствуют сульфаты в заметном количестве, которые содержатся выше порога ее токсичности ($\geq 1,7$ мг-экв на 100 г почвы). Содержание хлор иона оказалось незначительным, и не превышало порога токсичности ($< 0,3$ мг-экв). В катионном составе преобладает ион натрия, превышая порог токсичности ($\geq 2,0$ мг-экв) в несколько раз (3,57-5,90 мг-экв).

Данные полевых исследований (17.08.2024) показали, что в конце вегетации люцерны II-года жизни среди инкубируемых мелиорантов наиболее эффективным оказалась сера как по отношению к контролю, так и по отношению к другим мелиорантам. Об этом свидетельствуют результаты ионного состава водной вытяжки почв опытного участка (таблица 1). Инкубация серы и возделывание люцерны II-года жизни позволили заметно снизить содержание гидрокарбонат иона в поверхностном 0-20 см слое по отношению к контролю (2,49 мг-экв) до 0,55 мг-экв на 100 г почвы, доведя по его уровня ниже порога токсичности (0,8 мг-экв). Еще глубже в слое 20-40 см также отмечается снижение гидрокарбонат иона до 0,87 мг-экв по отношению к контролю (2,69 мг-экв на 100 г почвы), приблизив значение к порогу токсичности для растений (0,8 мг-экв). Несколько лучшие условия созданы фосфогипсом. Однако, это проявляется только в поверхностном слое 0-20 см, где содержание вышеуказанного иона в почвенном растворе составляет 0,75 мг экв на 100 г почвы.

На варианте с 1%-ым раствором серной кислоты, несмотря на промывку

и возделывание люцерны, в почвенном растворе сохраняется сода, $\text{HCO}_3^{2-} > 1,4$ и $\text{CO}_3^{2-} > 0,03$ мг-экв на 100 г почвы. Полную нейтрализацию последнего (0,00 мг-экв) обеспечивает элементарная сера. По всей видимости положительный эффект от использования серы связан с медленным и продолжительным воздействием ее на солевой режим почв опытного участка. В отношении сульфат-иона наблюдается совсем иная картина. Так, например, инкубация фосфогипса и внесение серной кислоты и последующая проведение промывки, а также возделывание люцерны, значительно снижает содержание сульфат-иона в поверхностном слое 0-20 см (таблица 1). Однако, высокая концентрация SO_4^{2-} иона сохраняется в нижележащем слое (20-40 см) почв на варианте с серной кислотой (2,27 мг-экв), тогда как на варианте с фосфогипсом она снизилась до 0,57 мг-экв на 100 г почвы, т.е. ниже порога ее токсичности (0,8 мг-экв). Как и в случае с серной кислотой, на варианте с серой наблюдается аналогичная ситуация.

Положительный эффект от применения элементарной серы отмечается в отношении катионов кальция и натрия в почвенном растворе (таблица 1). По отношению к контролю (0,22 и 3,57 мг-экв) ее трехлетняя инкубация, а также проведение промывки и возделывание люцерны обеспечили значительное снижение натрия (0,44 мг-экв) и заметное увеличение катионов кальция (0,96 мг-экв). Нейтрализация содообразующих ионов (HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+) инкубацией серой обеспечила достаточно благоприятную почвенную среду (рН 7,8 слабощелочная) зоны распространения корневой системы растений.

Таблица 1 – Эффективность действия длительной инкубации химических мелиорантов и возделывания люцерны на солевой режим почв опытного участка, мг-экв на 100г почвы.

Вариант	Глубина, см	Сумма солей, %	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	pH	Химизм засоления
			общая в HCO ₃ ⁻	от нормальных карбонатов в CO ₃ ²⁻								
Контроль	0-20	0,332	2,49	0,36	0,03	1,73	0,22	0,31	3,57	0,15	9,80	С/Сд
	20-40	0,484	2,69	0,62	0,00	3,65	0,12	0,21	5,90	0,12	10,2	Сд/С
	40-60	0,456	2,80	0,78	0,01	3,10	0,12	0,14	5,54	0,12	10,2	Сд/С
Фосфогипс	0-20	0,107	0,75	0,00	0,00	0,65	0,28	0,31	0,64	0,17	8,14	прак. нез.
	20-40	0,157	1,40	0,00	0,00	0,57	0,09	0,31	1,41	0,15	8,82	сл. соды
	40-60	0,274	1,75	0,03	0,00	1,81	0,09	0,31	3,00	0,15	8,97	Сд/С
Сера	0-20	0,160	0,55	0,00	0,00	1,70	0,96	0,65	0,44	0,20	7,80	прак. нез.
	20-40	0,227	0,87	0,00	0,00	2,25	0,25	0,68	1,97	0,21	8,34	Сд/С
	40-60	0,311	1,51	0,00	0,00	2,63	0,09	0,40	3,50	0,14	8,94	Сд/С
Серная кислота 1%	0-20	0,166	1,45	0,08	0,00	0,70	0,25	0,65	1,14	0,12	8,65	Сд
	20-40	0,334	2,08	0,13	0,00	2,27	0,12	0,34	3,75	0,13	9,07	Сд/С
	40-60	0,340	2,25	0,05	0,00	2,15	0,09	0,34	3,85	0,12	9,24	Сд/С
Порог токсичности		мг-экв	0,8	0,03	0,3	1,7			2,0			
Примечание: С/Сд – сульфатно-содовая. Сд/С – содово-сульфатная. Сд – содовая												

Таблица 2 – Эффективность действия химических мелиорантов и возделывания люцерны на состав поглощенных катионов почв опытного участка (17.08.2024)

Варианты опыта	Глубина взятия образца, см	Поглощенные катионы								ЕКО, мг-экв на 100 г почвы	Степень емкости катионного обмена	Степень солонцеватости по Na ⁺
		Na ⁺		K ⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺				
		мг-экв	%	мг-экв	%	мг-экв	%	мг-экв	%			
Контроль	0-20	3,68	32,00	0,77	6,70	2,35	20,43	4,70	40,87	11,50	средняя	СН
	20-40	3,32	26,58	0,71	5,68	1,88	15,05	6,58	52,68	12,49	средняя	СН
	40-60	3,54	34,44	0,63	6,13	1,41	13,72	4,70	45,72	10,28	средняя	СН
Фосфо-гипс	0-20	0,52	4,22	0,36	2,92	6,58	53,41	4,86	39,45	12,32	средняя	Сс ₁ Лг
	20-40	1,76	16,64	0,68	6,43	3,60	34,03	4,54	42,91	10,58	средняя	Сс ₁ Лгсн’ ”
	40-60	1,30	15,03	0,61	7,05	1,88	21,73	4,86	56,18	8,65	низкая	Сс ₁ Лгсн’ ”
Сера	0-20	0,26	1,84	0,21	1,49	8,15	57,72	5,50	38,95	14,12	средняя	Сс ₁ Лг
	20-40	1,40	10,79	0,46	3,54	5,48	42,22	5,64	43,45	12,98	средняя	Сс ₁ Лгсн’ ,
	40-60	2,14	24,26	0,57	6,46	1,25	14,17	4,86	55,10	8,82	низкая	СН
Серная кислота, 1%	0-20	1,53	12,86	0,34	2,86	4,86	40,84	5,17	43,45	11,90	средняя	Сс ₁ Лгсн’ ,
	20-40	2,95	26,94	0,64	5,84	2,66	24,29	4,70	42,92	10,95	средняя	СН
	40-60	2,53	27,41	0,59	6,39	1,02	11,05	5,09	55,15	9,23	низкая	СН
Примечание: СН – солонец. Сс ₁ Лг – луговатый светлый серозем северный. Сс ₁ Лгсн’” - луговатый светлый серозем северный сильносолонцеватый												

По данным суммарного содержания водорастворимых солей почвы контрольного варианта являются поверхностно слабозасолёнными. Глубже (20-40 и 40-60 см) засоленность почвы увеличивается до среднего уровня. По химизму засоления почвы контрольного варианта сульфатно-содовые и содово-сульфатные. Трехлетняя инкубация фосфогипса и последующая фитомелиорация люцерной способствует изменению смешанного содового химизма в сторону улучшения свойств почв. Например, на варианте с фосфогипсом, почва становится практически незасоленной, а глубже остаются только следы соды (таблица 1). Длительная инкубация серы и возделывание люцерны приводит к нейтрализации соды и нейтральных солей. В результате чего степень засоления поверхностного слоя (0-20 см) изучаемых почв изменяется и соответствует незасоленным. А глубже расположенные слои почв по сравнению с контрольным вариантом из средnezасоленных трансформируются в слабозасоленные, с незначительным сохранением содово-сульфатного химизма засоления. На варианте с серной кислотой, как и в предыдущих вариантах опыта средняя степень засоления нижерасположенных слоев изменяется в сторону слабого засоления. Однако, в них сохраняется исходный содово-сульфатный химизм засоления. Причем поверхностный слой (0-20 см) становится чисто содовым.

Данные состава обменных катионов показали, что почвы контрольного варианта являются тяжелосуглинистыми натриево-магниевыми солонцами (CH). В составе поглощенных катионов преобладает в первую очередь обменный магний, а затем натрий (таблица 2). Их доля в поверхностном слое почв вариантам опыта варьирует от 30,00 до 63,69% и от 10,78 до 19,00 % от емкости катионного обмена (ЕКО). Почвы

отличаются средней емкостью поглощения (10,83-17,95 мг-экв на 100 г почвы).

Изучение эффективности действия химических мелиорантов и возделывания люцерны на состав поглощенных катионов показало, что использование элементарной серы, ее длительная инкубация позволяет снизить содержание поглощенного натрия в почвенном поглощенном комплексе (ППК).

Его доля в слое 0-20 см снизилась до 1,84% от емкости катионного обмена (ЕКО), т.е. изначально солонцевая почва (CH) по натрию стала несолонцеватой (Cс1Лг), перейдя в ряд нормальных почв. На контрольном варианте доля поглощенного натрия в ППК значительна и варьирует в пределах от 26,58 до 34,44% от ЕКО в толще 0-60 см. Отмеченное значение отводит их к солонцам.

Применение серы позволяет увеличить содержание поглощенного кальция до максимальных значений (57,72 и 42,22% от ЕКО в слоях 0-20 см и 20-40 см) по сравнению с контрольным вариантом (20,43 и 15,05% от ЕКО). После элементарной серы вторым по эффективности является фосфогипс. Его инкубация и возделывание люцерны позволило снизить долю поглощенного натрия до несолонцеватого уровня (в слое 0-20 см 4,22% от суммы). Однако, сильная степень солонцеватости все же сохраняется в нижележащих слоях (16,64 и 15,03% натрия от ЕКО), но эти значения значительно ниже по сравнению с контрольным вариантом (26,58 и 34,44%). Аналогичная картина наблюдается на варианте с серой, где также в нижележащем слое 20-40 см отмечается снижение доли поглощенного натрия до 10,79%, т.е. почва становится среднесолонцеватой. На варианте с серной кислотой почвы опытного участка среднесолонцеваты (12,86% от ЕКО) в поверхностном слое (0-20 см). А в нижележащих слоях почва в пределах 20-60 см остаются солонцами (CH).

Таким образом, среди испытанных мелиорантов в отношении ионного состава водной вытяжки и состава поглощенных оснований почв самым эффективным почвоулучшателем оказался не только фосфогипс, но и элементарная сера, которая имеет длительное последствие.

Эффективность действие длительной инкубации химических мелиорантов была определена не только изучением химического состава почвенного раствора и абсорбированных ионов, но и возделыванием люцерны. Из-за токсичности исходной смешанно содово-засоленной солонцовой почвы контрольного варианта, растения на этих вариантах погибли на стадии всходов. А на вариантах опыта с фосфогипсом, серой и серной кислотой в 2023 году было получено два укоса, 2024 году - три укоса урожая зеленой массы люцерны.

Полевая всхожесть составила в среднем 80-85%. Окраска листьев люцерны варьировала от бледно зеленой до зеленой. Урожайность зеленой массы первого укоса люцерны при инкубации фосфогипса составила в среднем 44,0 ц/га, а при инкубации серы - в среднем 40,9 ц/га. В пересчете на сухое сено (при 33% влажности люцерны) соответственно - 29,48 и 27,40 ц/га, соответ-

ственно. На указанных вариантах урожайность люцерны II-го укоса был несколько меньше и составила соответственно 38,2 и 33,7 ц/га при нулевом урожае на контроле.

Таким образом, на вариантах с фосфогипсом и серой в 2023 году было получено соответственно 82,2 и 74,6 ц/га зеленой массы (55,07 и 49,98 ц/га сухой массы) урожая люцерны. На варианте с серной кислотой урожайность зеленой массы люцерны после первого укоса составила 65,4 ц/га, а после второго - 58,81 ц/га. При 33% влажности люцерны, ее сухая масса составила соответственно 43,82 и 39,40 ц/га. В сумме годовой урожай люцерны в зеленой массе был равен 124,2 ц/га, а в виде сухого сена - 83,22 ц/га.

Сравнительный анализ данных 2024 года показал, что наибольшей суммарной урожайностью зеленой массы люцерны отличаются варианты с серой и серной кислотой, где их значения составили соответственно 193,85 и 193,20 ц/га. Им несколько уступает вариант с фосфогипсом (188,09 ц/га). Наибольшая урожайность зеленой массы люцерны была получена первым укосом, где она составила 100,27 ц/га на варианте с фосфогипсом, 96,36 ц/га, на варианте с серой и 101,53 ц/га, на варианте с серной кислотой (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнительная эффективность трехлетней инкубации фосфогипса, серы и серной кислоты на урожайность зеленой массы люцерны, средняя

Варианты опыта	Урожайность сырой люцерны, ц/га							
	I укос		II укос		III укос		сумма	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Фосфогипс	44,0	100,27	38,2	66,64	-	21,18	82,2	188,09
Сера	40,9	96,36	33,7	75,73	-	21,76	74,6	193,85
Серная кислота, 1%	65,4	101,53	58,8	67,69	-	23,98	124,2	193,20
НСР _{0,05} , ц/га	-	-	-	-	-	-	3,65	4,03

Второй укос люцерны на всех вариантах опыта несколько меньшим. Тем не менее, продуктивность люцерны была выше на варианте с серой (75,73 ц/га) в сравнении с другими вариантами опыта (66,64 и 67,69 ц/га). В третьем укосе зеленой массы люцерны на всех вариантах опыта наблюдается тенденция общего снижения. Максимальная урожайность была достигнута на варианте с серной кислотой (23,98 ц/га). В сумме за 2024 году было получено 193,85 ц/га люцерны на варианте с серой, 193,20 ц/га на варианте с серной кислотой и минимальное 188,09 ц/га на варианте с фосфогипсом (таблица 3). Среди вариантов опыта наибольшая высота растений люцерны была на варианте с серной кислотой (51,57 см), по сравнению с другими мелиорантами (46,18 и 45,63 см).

Таким образом, мелиорация полугидроморфных смешанных содово-засоленных солонцов позволила получить хороший урожай люцерны. В этом отношении среди испытанных мелиорантов в первый год возделывания люцерны наиболее эффективным оказалось использование серной кислоты, а на втором году эффективно проявляется элементарная сера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В реальных природно-климатических и производственных условиях предгорной равнины юго-востока Казахстана проведены исследования по мелиорации содово-засоленных солонцов кислованием серой и серной кислотой в сравнении с традиционным фосфогипсом. Трехлетняя инкубация фосфогипса, элементарной серы и серной кислоты на почвах опытного участка привела к перестройке ионного состава водной вытяжки и состава поглощенных оснований. После трехлетней инкубации фосфогипса нормой 11,67 т/га, проведения промывки и возделывание люцерны, значительно снижается концентрация гидрокарбо-

натов - до 0,75 мг-экв в верхнем слое почв, а нормальные карбонаты исчезают (0,00 мг-экв). Кроме того, происходит устойчивое снижение содержания сульфат иона по отношению к контролю. Если в поверхностном слое почв контрольного варианта содержание сульфат-иона было 1,73 мг-экв то после трехлетней инкубации мелиоранта и возделывания люцерны оно уменьшилось до 0,65 мг-экв. Это, по-видимому, связано с использованием серы сульфат иона люцерной в качестве элемента питания. В катионном составе проведение вышеуказанных работ приводит к значительному снижению иона натрия от 3,57 до 0,64 мг-экв в сравнении с контрольным вариантом. Положительный эффект от использования фосфогипса проявился в составе поглощенных катионов верхнего слоя, где поглощенный натрий уменьшился до несолонцеватого уровня (<5,0 % от ЕКО). Однако, в нижележащем слое все еще сохраняется высокий уровень солонцеватости (Na^+ 16,64% от ЕКО) почв опытного участка. Наилучшие условия созданы элементарной серой. Ее трехлетняя инкубация и возделывание люцерны привели к снижению гидрокарбонат иона в верхних слоях (0-20 и 20-40 см) от 2,60 до 0,55 и 0,87 мг-экв на 100 г почвы, т.е. значение показателя в поверхностном слое оказывается ниже порога токсичности иона ($\geq 0,8$ мг-экв). На стадии окончания онтогенеза люцерны содержание нормальных карбонатов по всей учетной толще почвы исчезает (0,00 мг-экв). Это говорит о том, что элементарная сера в течение трех лет способствовала полной нейтрализации соды, снижением слабощелочной pH до 7,80 в верхнем слое. Окисление серы и образование вторичных продуктов обменных реакции, а также возделывание люцерны привело к сохранению сульфат иона в таком же количестве как у контрольного варианта, а в нижнем слое к заметному сниже-

нию от 3,65 до 2,25 мг-экв. Элементарная сера, вступая в обменные реакции после длительного окислительного процесса, снижает долю поглощенного натрия до несолонцеватого уровня (Na^+ 1,84% от ЕКО) в верхнем слое (0-20 см) и до слабосолонцеватого (Na^+ 10,79% от ЕКО) в нижнем слое (20-40 см).

Использование 1%-го раствора серной кислоты обеспечивает быстрый результат, т.е. не требуется долгая инкубация. Она значительно снижает концентрацию ионов (HCO_3^- и CO_3^{2-}) в первый год исследований, однако, со временем происходит восстановление их концентрации. Об этом свидетельствуют результаты, полученные после трех использования серной кислоты и возделывания люцерны. Содержание гидрокарбонат иона существенно уменьшилось только в верхнем слое (от 2,49 до 1,45 мг-экв), а в нижнем слое сохраняется высокая его концентрация (2,08 мг-экв). Резкое повышение щелочности (рН 8,65-9,07) вызвана промывкой и разбавлением водой на этапе удаления, образовавшихся продуктов обменных реакций. Использование серной кислоты и трехлетнее возделывание люцерны заметно снижают концентрацию сульфат иона от 1,73 до

0,70 мг-экв в верхнем слое, и от 3,65 до 2,27 мг-экв в нижнем слое. Из этих данных следует, что ниже порога токсичности находится значение только верхнего слоя рассматриваемого иона ($\geq 0,8$ мг-экв). Серная кислота в виде 1%-го раствора позволила снизить долю поглощенного натрия до среднесолонцеватого уровня (12,86% от ЕКО) только в верхнем слое (0-20 см). Длительная трехлетняя инкубация мелиорантов и возделывание люцерны показало, что среди испытанных мелиорантов как в отношении влияния на ионный состав водной вытяжки почв, так и состав поглощенных оснований самым эффективным оказалась элементарная сера, которая показала и длительное последствие.

За счет нейтрализации соды и создания благоприятной среды изучаемых почв в 2024 году удалось получить нормальный урожай люцерны на всех испытанных вариантах опыта в количестве 188,09, 193,5 и 193,20 ц/га в виде зеленой массы (на контроле вовсе не было урожая), при среднем росте соответственно 46,18, 45,63 и 51,57 см. Среди мелиорантов по этому показателю фосфогипс уступает.

Поддержка и финансирование данного исследования было предоставлено Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан (проект № AP13068643). Мы хотели бы поблагодарить анонимных рецензентов за их конструктивные комментарии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wild A. Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century. – Cambridge University Press, - 2003. – P.256.
2. Munns R. Strategies for crop improvement in saline soils// Salinity and water stress: improving crop efficiency. – 2009. – С. 99-110.
3. Negacz K. et al. Saline soils worldwide: Identifying the most promising areas for saline agriculture// Journal of arid environments. – 2022. – Т. 203, – С. 104775.
4. FAO A. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils// FAO Land and Plant Nutrition Management Service Rome. – 2005.

5. Боровский В.М. Геохимия засоленных почв Казахстана. -М.: Наука, 1978. – 172 с.
6. Рабочая группа IUSS WRB. 2015. Мировая реферативная база почвенных ресурсов 2014, исправленная и дополненная версия 2015. Международная система почвенной классификации для диагностики почв и создания легенд почвенных карт. Доклады о мировых почвенных ресурсах №106. ФАО, Рим. – С. 185.
7. Qadir M. et al. Amelioration and nutrient management strategies for sodic and alkali soils// CABI Reviews. – 2007. – № 2007. – С. 13.
8. Беспяева Р.С. Мелиорация лугово-сероземных почв предгорий Зайлиского Алатау. Автореф. Канд.с.-х. наук. -Ташкент. - 1988. - 21с.
9. Thimmappa K., Singh Y. P., Raju R. Reclamation of sodic soils in India: An economic impact assessment// Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective. – 2017. – С. 257-274.
10. Rasouli F., Pouya A. K., Karimian N. Wheat yield and physico-chemical properties of a sodic soil from semi-arid area of Iran as affected by applied gypsum// Geoderma. – 2013. – Т. 193. – С. 246-255.
11. Yazdanpanah N., Mahmoodabadi M. Reclamation of calcareous saline-sodic soil using different amendments: Time changes of soluble cations in leachate// Arabian Journal of Geosciences. – 2013. – Т. 6. – С. 2519-2528.
12. Феофарова И.И. Псевдоморфозы кальцита по гипсу в почвах// Тр. Почвенного ин-та им. В.В.Докучаева, - Т. 34, - 1950. - С. 202-206.
13. Тазабеков Т.Т., Рубинштейн М.И., Половицкий И.Я., Михайличенко В.Н., Кубенкулов К.К. Солонцы и их мелиорация. - Алма-Ата.: - 1983. -С. 41-47.
14. Seitkali N. et al. Assessing the efficacy of ameliorants on saline-sodic soils: Laboratory insights for reclamation strategies// Eurasian Journal of Soil Science. – 2023. – Т. 12, – № 4. – С. 328-334.
15. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.kazhydromet.kz/ru/>, свободный.
16. Volobuev V. R. Calculation of washing saline soils// Moscow: Kolos. – 1975.
17. Сборник методических указаний по лабораторным исследованиям почв и растительности Республики Казахстан (издание третье, дополненное и переработанное), - Алматы. - 1998. – С. 85-90.
18. Bazilevich N. I., Pankova E. I. Classification of soils according to their chemistry and degree of salinization. – 1969. –С. 219-226.
19. Сарыбаева Г. М., Наушабаев А. Х. Формирование содово-засоленных полугидроморфных солонцов илийской впадины// Исследования, результаты. – 2021. – № 2 (90). – С. 192-204.

REFERENCES

1. Wild A. Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century. – Cambridge University Press, - 2003. –p. 256.
2. Munns R. Strategies for crop improvement in saline soils// Salinity and water stress: improving crop efficiency. – 2009. – С. 99-110.
3. Negacz K. et al. Saline soils worldwide: Identifying the most promising areas for saline agriculture// Journal of arid environments. – 2022. – Т. 203. – С. 104775.
4. FAO A. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils// FAO Land and Plant Nutrition Management Service Rome. – 2005.

5. Borovskij V.M. Geohimiya zasolennykh pochv Kazahstana. -M.: Nauka, 1978. – 172 c.
6. Rabochaya gruppа IUSS WRB. 2015. Mirovaya referativnaya baza pochvennykh resursov 2014, ispravlenneya i dopolnennaya versiya 2015. Mezhdunarodnaya sistema pochvennoy klassifikatsii dlya diagnostiki pochv i sozdaniya legend pochvennykh kart. Doklady o mirovykh pochvennykh resursakh №106. FAO, Rim. – S. 185.
7. Qadir M. et al. Amelioration and nutrient management strategies for sodic and alkali soils// CABI Reviews. – 2007. – № 2007. – C. 13.
8. Bespaeva R.S. Melioratsiya lugovo-serozemnykh pochv predgorij Zajliskogo Alatau. Avtoref. Kand.s.-h. nauk. -Tashkent. - 1988. - 21s.
9. Thimmappa K., Singh Y. P., Raju R. Reclamation of sodic soils in India: An economic impact assessment// Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective. – 2017. – C. 257-274.
10. Rasouli F., Pouya A. K., Karimian N. Wheat yield and physico-chemical properties of a sodic soil from semi-arid area of Iran as affected by applied gypsum// Geoderma. – 2013. – T. 193. – C. 246-255.
11. Yazdanpanah N., Mahmoodabadi M. Reclamation of calcareous saline-sodic soil using different amendments: Time changes of soluble cations in leachate// Arabian Journal of Geosciences. – 2013. – T. 6. – C. 2519-2528.
12. Feofarova I.I. Pseudomorfozy kal'tita po gipsu v pochvah. Tr. Pochvennogo in-ta im. V.V.Dokuchaeva, - T. 34, - 1950. - S. 202-206.
13. Tazabekov T.T., Rubinshteyn M.I., Polovickiy I.YA., Mihajlichenko V.N., Kubenkulov K.K. Soloncy i ih melioratsiya. - Alma-Ata.: - 1983. -S. 41-47.
14. Seitkali N. et al. Assessing the efficacy of ameliorants on saline-sodic soils: Laboratory insights for reclamation strategies// Eurasian Journal of Soil Science. – 2023. – T. 12, – № 4. – C. 328-334.
15. [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://www.kazhydromet.kz/ru/>, svobodnyj.
16. Volobuev V. R. Calculation of washing saline soils// Moscow: Kolos. – 1975.
17. Sbornik metodicheskikh ukazaniy po laboratornym issledovaniyam pochv i rastitel'nosti Respubliki Kazahstan (izdanie tret'e, dopolnennoe i pererabotannoe), - Almaty, - 1998. – S. 85-90.
18. Bazilevich N. I., Pankova E. I. Classification of soils according to their chemistry and degree of salinization. – 1969. –C. 219-226.
19. Sarybaeva G. M., Naushabaev A. H. Formirovaniye sodovo-zasolennykh polugidromorfnykh soloncov ilijskoj vpadiny// Issledovaniya, rezul'taty. – 2021. – № 2 (90). – S. 192-204.

ТҮЙІН

А.Х. Наушабаев^{1*}, Н. Сейткали¹, К.О. Караева¹,

Е.С. Абилдаев¹, Г.О. Бейсенова¹

ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУ ЕТЕГІ ЖАЗЫҒЫНЫҢ АРАЛАС СОДАЛЫ-
СОҢТАҢДАНҒАН ТОПЫРАҚТАРЫН ЖАҚСARTU ҮШІН ЭЛЕМЕНТАРЛЫ КҮКІРТ ПЕН
КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, 050021, Алматы,

Абай даңғылы, 8, Қазақстан, *e-mail: askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz

Мақалада Қазақстанның оңтүстік-шығысының тауалды жазықтығындағы ашық сұр топырақты аймақта жүргізілген далалық зерттеулердің нәтижелері берілген. Мұнда шаруа қожалықтары аумағында микродепрессияларда дақтар түрінде таза содалы және

аралас содалы сортаңданған сілтілігі жоғары (рН 9,0-10,0) ауырқұмбалшықты жартылай гидроморфты кебірлер кең таралған. Олардың күшті кебірленгендігіне және су-физикалық қасиеттерінің нашарлығына қарамастан, жыл сайын оларда агрошаралардың барлық түрлері жасалады. Алайда, белгіленген дақтардағы өнім төмен болғандықтан, оларда айтарлықтай материалдық ресурстар құнсызданады. Оларды жақсарту үшін өндіріс қалдығы болып табылатын фосфогипс әлі де пайдаланылады. Ол хлоридті-сульфатты және сульфатты-хлоридті кебірлерде ең тиімді, ал содалы топырақтарда тіпті тиімсіз. Соңғы жылдары республикада күкірттің көп мөлшерде жинақталуына байланысты ол ертеректе бізбен модельдік тәжірибе жағдайында мелиорант ретінде сыналған. Сондықтан біздің зерттеу жұмысымыздың мақсаты мелиоранттардың неғұрлым келешекті түрлерімен элементарлы күкірттің салыстырмалы мелиоративтік тиімділігін анықтау және оны нақты өндірістік жағдайларда сынау болды. Тәжірибе нәтижелері мелиоранттар арасында күкірт қышқылының басқа мелиоранттарға қарағанда өзара әрекеттесу жылдамдығы мен қарқындылығы және жоңышқаның өнімділігі (жылына 193,20 ц/га) бойынша ғана тиімді екенін көрсетті. Алайда, оны үш жылдық зерттеу кезеңінен кейін топырақ ерітіндісіндегі карбонат пен бикарбонат иондарының концентрациясы біртіндеп қалпына келді. Мелиоративтік әсердің ұзақтығы мен жоңышқаның өнімділігі бойынша элементарлы күкіртті инкубациялау ең тиімді болды. Оны қолдану зерттелген топырақтардың өте күшті сілтілі ортасын сәл сілтілігі (рН 7,8, 0-20 см қабатта) дейін төмендетуге және соданы толығымен бейтараптандыруға (CO_3^{2-} 0-60 см қабатта 0,00 мг-экв) мүмкіндік берді. Сонымен қатар, күкіртті ұзақ уақыт инкубациялау және жоңышқаны өсіру нәтижесінде зерттелген топырақ 0-40 см қалыңдықта кебірленбеген және сәл кебірленгенге өзгереді, соңында күкірт қышқылы нұсқасынан кем түспейтін жоңышқаның жасыл массасы (193,20 ц/га) өнімін алуға мүмкіндік берді.

Түйінді сөздер: оңтүстік-шығыс Қазақстан, топырақ, содалы сортаңдану, мелиорация, күкірт, фосфогипс, күкірт қышқылы, жоңышқа.

SUMMARY

A.Kh. Naushabaev^{1*}, N. Seitkali¹, K.O. Karaeva¹, E.S. Abildaev¹, G.O. Beisenova¹
EFFICIENCY OF USING ELEMENTAL SULFUR AND SULFURIC ACID FOR RECLAMATION
OF MIXED SODA-SALINE SOILS OF THE FOOTHILL PLAIN OF SOUTHEASTERN
KAZAKHSTAN

¹Kazakh National Agrarian Research University, 050021, Almaty, Abaya avenue, 8,
Kazakhstan, *e-mail: askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz

The article presents the results of field studies conducted in the foothill plain of southeastern Kazakhstan in the subzone of light gray soils. Here, on the territory of peasant farms, heavy loamy semihydromorphic solonetz soils of pure soda and mixed soda salinity with increased alkalinity (pH 9.0-10.0) are widespread in the form of spots in microdepressions. Despite their strong solonetzic nature and poor water-physical properties, they are annually subjected to all types of agricultural practices. However, due to the low yield on the noted spots, significant material resources are depreciated. Phosphogypsum, which is a waste product, is still used for their melioration. It is most effective on chloride-sulphate and sulphate-chloride solonetz soils, and is generally ineffective on soda soils. In recent years, in the Republic, due to the accumulation of a huge amount of sulphur, it has been tested as an ameliorant under conditions of only a model experiment. Therefore, the purpose of our research was to determine the comparative melioration efficiency of elemental sulphur with more promising types of ameliorants and to test it in real production conditions. The results of the experiments showed that among the ameliorants, sulfuric acid was more effective than other ameliorants only in terms of the speed and intensity of interaction and in terms of alfalfa productivity (193.20 c/ha per year). However, after a three-year study, the concentrations of carbonate and hydrocarbonate ions in the soil solution were gradually restored. In terms of the duration of the ameliorative effect and alfalfa productivity, the incubation of elemental sulfur was the most effective. Its use made it possible to reduce the very strongly alkaline environment of the studied soils to slightly alkaline

(pH 7.8 in the 0-20 cm layer) and completely neutralize soda (CO_3^{2-} in the 0-60 cm thickness 0.00 mg-eq). In addition, as a result of long-term sulfur incubation and alfalfa cultivation, the studied soil becomes non-alkaline and slightly saline in the thickness of 0-40 cm, which in the end allowed to obtain a yield of green mass of alfalfa (193.20 c/ha), not inferior to the variant with sulfuric acid.

Key words: south-east of Kazakhstan, soil, soda salinization, reclamation, sulfur, phosphogypsum, sulfuric acid, alfalfa.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Наушабаев Асхат Хамитович - ассоциированный профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология», PhD доктор, e-mail: askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz

2. Сейткали Нурзихан, ст.преподаватель кафедры почвоведения, агрохимии и экологии PhD, e-mail: nurzikhan.seitkali@kaznaru.edu.kz

3. Караева Карлыга Оспановна - старший преподаватель кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология», PhD доктор, e-mail: karlyga.karayeva@kaznaru.edu.kz

4. Абилдаев Ержан Советбекович, PhD доктор, декан факультета «Агробиология», ассоциированный профессор, e-mail: yerzhan.abildayev@kaznaru.edu.kz

5. Бейсенова Гулфайруз Орынбаевна, PhD доктор, старший преподаватель кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология», e-mail: gulka_89_21@mail.ru

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

МҒТАР 68.05.01

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_4_54

Ұ.Ы. Еркінбек^{1*}, Ф.Е. Козыбаева^{2*}**ҚАЗФОСФАТ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫ ӘСЕР ЕТКЕН
ТОПЫРАҚТЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ**

¹Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті,
050010, Алматы, Достық даңғылы 13, Қазақстан,
*e-mail: ulbosyn_e_1993@mail.ru

²Ө.О. Осанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия
ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы, аль-Фараби даңғылы, 75 В,
Қазақстан, *e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

Аннотация. Мақалада фосфор зауыттарының шығарылымдарының топырақ-өсімдік жүйесіне әсері жайлы мәліметтер келтірілген. Жамбыл облысындағы фосфор зауыттарының шығарылымдары, олардың маңында орналасқан ауыл шаруашылығы мақсатына пайдаланылатын топырақтарға, ауыл шаруашылығы өсімдіктеріне және тұрғындарға экологиялық қауіп тудырады. Топырақтардағы ауыр металдардың аумақтық, кескіндік орналасу заңдылықтарының сипаттамасын беру, олардың миграциясы мен аккумуляциясының ерекшеліктерін анықтау және ландшафтардың ластануға тұрақтылығын зерттеу геохимиялық құрылымын бағалауға негіз болып табылады. Зерттелетін нысанның топырақтарында ауыр металдардың жалпы және жылжымалы түрлерінің мөлшері туралы аналитикалық мәліметтер рұқсат етілген концентрацияларда екенін көрсетті. Кейбір учаскелердің топырағында жалпы мырыш, мыс және кадмийдің кейбір шамалы ұлғаюын топырақтүзуші жыныстармен түсіндіруге болады. Амарант өсімдіктерінің үлгілерінде қорғасынның шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан 10,4 есе асып түсуі, сондай-ақ үлкен шоңайнаның тамыры мен жапырақтарында 3,2 және 3,6 есеге кадмийдің мөлшерінің шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан асып кетуі тіркелді.

Түйінді сөздер: фосфор зауыты, шығарылымдар, топырақ, өсімдік, миграция, аккумуляция, ауыр металдар.

КІРІСПЕ

Зерттеудің өзектілігі. Соңғы жылдары Қазақстанның негізгі экономикалық көрсеткіштерінің тұрақты өсуі өндіруші және қайта өңдеуші салаларының дамуымен қамтамасыз етіледі. Минералды ресурстарды барлау, өндіру, қайта өңдеу және тасымалдаумен байланысты іскерлік белсенділіктің әрі қарай артуы, топырақ жамылғысына, атмосфералық ауаға, жер бетіндегі, жер асты суларына, өсімдіктерге, жануарларға, адам денсаулығына жағымсыз әсер етудің қарқынды дамуына әкеледі.

Қазіргі заманғы биогеохимия ғылымы биосферадағы химиялық элементтердің миграциясы мен таралуына адамзаттың әрекетінің зор екендігі туралы мәселені көтеруде. Жамбыл

облысындағы табиғи ресурстарға жағымсыз әсер етудің негізгі көзі тау-кен өндіру өнеркәсібі, фосфор зауытының шығарылымдары болып табылады. Бұл өңірдің кәсіпорындарындағы шығарылатын өнімдердің құрамында ластаушы элементтер молынан кездеседі. Олардың ішінде ең бастыларының қатарына ауыр металдар жатады.

Қоршаған ортаның деградациясы әсіресе өнеркәсіптік кәсіпорындардың шоғырлану орындарында көрінеді, ал өнеркәсіптік аймақтардың өзі литосфера мен биосферадағы терең өзгерістердің фокустық аймақтарына айналады. Атап өткендей, фосфор мен фосфор тыңайтқыштарын шығаратын кәсіпорындардың бес шақырымдық әсер ету аймағында фтордың концентра-

циясы кейде 100-200 мг/м³ жетеді. Мұндай шығарындылардың әсерінен фотосинтез төмендейді, өсімдіктердің өсуінің тежелуі және т.б. байқалады. Фосфор өндірісі кәсіпорындарының шығарындыларының сапалық құрамы мен зияндылығы бойынша құрамында канцерогенді және улы заттар бар газдар немесе аспирациялық ауа шығарындылары бар өнеркәсіптік өндірістерге жатады. Фосфор өндірісінің газ тәріздес шығарындыларының құрамында фосфин, фосфор, фосфор пентоксиді, фтор және оның қосылыстары, мышьяк, күкірт және оның қосылыстары сияқты зиянды компоненттер бар [1].

Топырақтардағы ауыр металдардың аумақтық, кескіндік орналасу заңдылықтарының сипаттамасын беру, олардың көшуі (миграциясы) мен жинақталуыны (аккумуляцияларының) ерекшеліктерін анықтау және ландшафтардың ластануға тұрақтылығын зерттеу геохимиялық құрылымын бағалауға негіз болып табылады. Бұған қосымша, бұл зерттеулер топырақтардың химиялық құрамын, сол аумақтың литологиялы-құрылыстық сипатын, техногендік, биологиялық зат айналымының ерекшеліктерін айқындайды. Осының бәрі ластану үрдісінің индикаторы ретінде топырақтың құрамы мен қасиеттерін, сол маңын өсетін өсімдіктердің вегетативті және генеративті мүшелеріне ауыр металдардың жинақталуын зерттеудегі үлкен ғылыми және практикалық өзектілігін көрсетеді [2].

Жамбыл облысындағы фосфор зауытының ластанушы өнімдері, олардың маңында орналасқан ауыл шаруашылығы мақсатына пайдаланылатын топырақтарға, ауыл шаруашылығы өсімдіктеріне және тұрғындарға экологиялық қауіп тудыратындығы даусыз ақиқаттық шындық екені белгілі. Бірақ ауыл шаруашылық дақылдарын өсіру үшін пайдаланылатын топырақтардың ауыр металдармен ластануына монито-

ринг іс жүзінде жүргізілмейді. Оларды іске асыру үшін ауыл шаруашылық мақсатына пайдаланылатын жерлердегі ландшафттық-экологиялық жағдайларын түзеп, антропогендік факторлардың әсерлерін реттеу керек. Себебі шикізатты өндіру және қайта өңдеу үрдістері ландшафт түзетін кешеннің барлығын (атмосфералық ауа, жер бетіндегі, жер асты ыза сулары, топырақ пен өсімдік жамылғыларының) қарқынды ластануына әкеледі.

Жамбыл облысы Республикадағы өнеркәсібі жан-жақты дамыған ірі аймақтың бірі болып табылады. Халық шаруашылығының барлық дерлік салаларының өркендеуіне облыстың табиғи географиялық жағынын қолайлы орналасуы мүмкіндік береді. Қаратауда теңдесі жоқ бай фосфорит кені жинақталған. Облыс өнеркәсібінің негізгі саласы - химия өнеркәсібі. Химия кәсіпорындарының қуаты жыл сайын 80 мың тоннаға дейін сары фосфор, 150 мың тонна минералды тыңайтқыштар, 120 мың тонна натрий триполифосфаты, отафосфорлық қышқылдар өндіруді қамтамасыз ете алады. Фосфор зауыттары тәулігіне шаң-тозаң, күкіртті газ, фторсутегі, фосфор оксидінің және басқа қоспалардың біршама мөлшерін ауаға шығарып отырады [3].

Зерттеу жұмысының мақсаты: Тараз қаласындағы фосфор зауытының шығарылымдарымен ластанған жерлерді топырақ-экологиялық бағалау, топырақ-өсімдік жүйесіндегі ауыр металдардың биогеохимиялық миграциясы мен аккумуляциясы үрдісін анықтау.

ӘДІСТЕР МЕН МАТЕРИАЛДАР

Зерттеу нысаны: Тараз қаласындағы фосфор зауытының шығарылымдарымен ластанған жерлердің топырақ-өсімдік жүйесі.

Зерттеу әдістері: далалық-экспедициялық және зертханалық-талдау. Топырақ грунттары үлгілерінің құрамындағы жалпы қарашіріндіні И.В. Тюрин,

жалпы азот МЕМСТ 26107-84, жалпы фосфор МЕМСТ 26261-84, жалпы калий МЕМСТ 26261-84, гидролизденген азот Тюрин және Кононова, жылжымалы фосфор МЕМСТ-26205-91, жылжымалы калий МЕМСТ-26205-91 әдістерімен, ал топырақ грунттарының рН реакциясы МЕМСТ-26423-85, ал топырақтың сіңіру сыйымдылығы – кальций мен магний Грабаровтың модификациясындағы Аринушкинаның әдісі бойынша, натрий мен калий Грабаров модификациясындағы Қаратаев пен Мәметовтың әдісі бойынша, топырақтағы ауыр металдардың жылжымалы формалары: Cu - МЕМСТ Р 50683-94, Zn – МЕМСТ Р 50686-94, Pb – РД 52.18.289-90 (KZ. 07.00.03250-2015), Cd – РД52.18.289-90 (KZ. 07.00.03250-2015); жалпы формалары: Zn – СТ ҚР ИСО 11047-2008, СТ ҚР ИСО 11466-2010, Pb –СТ ҚР ИСО 11047-2008 п.3, СТ ҚР ИСО 11466-2010, Cd - СТ ҚР ИСО 11047-2008 п.3, СТ ҚР ИСО 11466-2010 әдістері бойынша анықталды. Топырақтардың гранулометриялық құрамы гигроскопиялық ылғалдылығымен бірге МЕМСТ-12536-2014 Н.А. Качинскийдің әдісімен және ондағы

микроагрегатты талдау Н.А. Качинскийдің әдістерімен жүргізілді. Топырақтың меншікті салмағын пикнометрлік әдіспен анықтап, көлемдік салмақ 50 см³ Качинскийдің цилиндрлі бұрғысымен анықталды. Фитоценоздарды зерттеген кезде геоботаникада қолданылатын әдістер қолданылды: 1 м² немесе 100 м² аудан бірлігінде өсетін өсімдік түрлерінің мөлшері; фитоценоздардағы түрлердің сандық ара қатынасын анықтау Друде шкаласы бойынша және көз мөлшермен бағалау әдісі (өсімдіктің топырақ бетін жауып жатқан ауданын анықтаумен) бойынша жүргізілді. Флораның түрлік құрамын есептеу өсімдік топтарын сипаттау үрдісінде өсімдік түрлерін тіркеу әдісімен жүзеге асырылды. Өсімдік жамылғысының сукцессия үрдісін зерттеу өсімдіктің алмасу барысын тікелей бақылау әдісімен, бұрынғы сипатталған өсімдіктерді қазіргі кезде өсіп тұрған өсімдіктермен салыстыра отырып сипаттау арқылы жүзеге асырылды.

Зерттелетін нысанның айналасына барлау жасай отырып, топырақ және өсімдік үлгілері алынды (сурет 1).



Сурет 1 – Топырақ және өсімдік үлгілері алынған нүктелердің карта-схемасы

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Қазіргі жағдайда экологиялық зерттеулер аса өзекті мәнге ие болуда, өйткені қоршаған ортаны қорғау және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану экономика мен әлеуметтік саланың

табысты даму перспективаларын айқындайтын маңызды факторларға айналууда. Бұл проблеманы жан-жақты жария ету үшін республикада алғаш рет өңірдің экологиялық проблемаларын шешу жолдарын іздеу және осы күрделі болмысты зерделеудің ғылыми әдісте-

мелік тәсілдерін әзірлеу мақсатында кешенді кең ауқымды экологиялық зерттеулер жүргізілді.

Зерттеу нысаны Жамбыл облысы Жамбыл ауданында орналасқан Тараз қаласындағы фосфор зауыттарының шығарылымдарының қоршаған ортаға әсерін зерттеу болды, онда шаруашылық қызметтің экологиялық жағдайға әсерінің қарқындылығы көптеген жағымсыз үрдістер қайтымсыз сатыға өтуі мүмкін және өңір халқының тіршілік ету ортасы оның тіршілік етуіне жарамсыз болатындай ауқымға жетті. Қарастырылып отырған аймақта экологиялық жағдайдың ауырлығы халық шаруашылығындағы бұрмаланулармен және ең алдымен химиялық өндірістер мен суармалы жерлердің гипертрофиялық өсуімен алдын-ала анықталды. Облыстың оңтүстік-батыс бөлігіндегі табиғи кешендердің негізгі ластануы фосфориттерді өндірумен және өңдеумен байланысты [4].

Осы уақытқа дейін шаң, көміртегінің оксиді мен диоксиді, күкірт пен азот оксидтері, көмірсутектер, ауыр металдар ең маңызды ластаушы заттар ретінде қарастырылып келді. Қазіргі кезде ауа-топырақ-су-өсімдік-адам жүйесінде Hg, Cd, Se, Pb өнеркәсіптік ластанудан туындаған жіті уытты әсерлерге байланысты ауыр металдарды зерттеуге көп көңіл бөліне бастады [5].

Ауыр металдар топырақтармен берік сіңіріледі. Бұл жағдайда металды сіңірген топырақ бөлшектерінің қасиеттері өзгереді. Г.Н. Курочкина және Д.Л. Пинскийдің [6] жұмыстарында қорғасын катиондары сұр орман топырақтарының құрылымдық-сіңіргіштік қасиеттеріне әсер ететіні, сондай-ақ сіңірілген қорғасынның мөлшері артқан сайын топырақ қуыстарының мөлшері мен көлемі артатыны атап өтілді.

Шаң, жергілікті өрттер, жанартаулардың атқылауы және басқалар табиғи көздерге жатады. Жауын-шашын табиғаттағы зат айналымы мен заттар-

дың ауысуының тұрақты факторы болып табылады. Ауыр металдардың атмосфераға түсуінің негізгі көздері өнеркәсіптік кәсіпорындардың шығарылымдары болып табылады [7]. Кейбір ғалымдар ландшафтқа техногендік геохимиялық жүктеме елеулі дәрежеде құрамында металл бар аэрозольдердің болуынан десе, басқалары [8], ірі қалалар мен индустриялы орталықтардың үстіндегі биіктігі 3-4 км дейінгі тропосфераның көп жері аэрозольдармен ластанғанын атап өтеді. Э.П. Махонько және С.П. Малаховтың [9] деректері бойынша шығарылымдардағы олардың мөлшерінің 1-3%-ы ластаушылардың орталығынан 1 км радиусқа шөгеді. Н.Г. Зырин және басқалардың [10] деректері шығарылымдардың әсері 50-100 км таралатынын көрсетті, алайда әр түрлі металдармен ластану қарқындылығы да әр түрлі. Түсті және қара металлургияның шығарылымдары ластау көздерінен 20-40 км дейін таралады [11]. М.А. Глазовская [12] шығарылымдардың массасының тек 20-30%-ы ғана түсетінін анықтады. Көптеген ғалымдар [13, 14] қорғасын, мыс, мырыштың 40-50%-ы және сынаптың 10%-ы түсіп, қалған бөлігі фондық концентрация түзе отырып, аймақтық циклға таралатынын айтады.

Ірі өнеркәсіп орталықтары маңайындағы топырақтардың, өсімдіктердің және сулардың ауыр металдармен ластануы ең өзекті қазіргі заманның экологиялық мәселелеріне айналды. Ю.И. Ермохин және басқалардың деректері бойынша биосфераға соның ішінде топыраққа химиялық әсер ету жаһандық сипатқа ие болды [15]. Топырақтың техникалық ластануының негізгі көздері өнеркәсіптік кәсіпорындар болып табылады. Оңтүстік Қазақстанда ірі кәсіпорындар Тараз, Шымкент, Текелі және Талдықорған қалаларының маңында шоғырланған және осы маңдарда биогеожүйесі компоненттеріне нормадан тыс зиянды

заттардың жинақталуынан өзіндік бір геохимиялық провинциялар түзілген. Осы аймақтардағы топырақ пен өсімдік жамылғысының негізгі басым ластаушылары қорғасын, мырыш, кадмий, фтор, сондай-ақ уытты тұздармен топырақтардың ластануы болып табылады [16]. Жаңа Тараз фосфор зауыты негізгі ластаушы қоспалардан (күкірт диоксиді, азот диоксиді, көміртегі оксиді) басқа, фосфорлы ангидрид (жылына 1,84 мың тонна) және фосфин (жылына 0,17 мың тонна) сияқты ерекше заттарды атмосфераға шығарады. Зауыттың стационарлық көздерінен атмосфераға барлығы 16,1 мың т/жыл зиянды заттар келіп түседі. "Химпром" ЖОЖ қаланың ауа бассейнін жылына 1,02 және 0,02 мың тонна көлемінде фосфор ангидридмен және фосфинмен ластайды. Суперфосфат зауыты аммофос, үшкальций фосфаты, күкірт қышқылын өндіруге мамандандырылған.

Жамбыл облысының барлық суармалы алқаптарының топырағы химиялық элементтермен ластанған. Негізгі, жалпы ластағыштар - фтор, бор, қорғасын; жергілікті – стронций, молибден, кадмий, марганец және мыс. Бұл элементтердің әрқайсысы реактивтілікпен, геохимиялық белсенділікпен, топырақтың ластану құрылымына әсер ететін ішкі және көпжылдық бөлімдердегі динамикамен сипатталады. Фтордың қауіптілігі осы токсикантпен топырақтың ластануы байқалатын жерлерде айқын байқалады. Ауыл шаруашылығы өнімдерінің кадмиймен, қор-

ғасынмен және т. б. ластануының ықтимал мүмкіндігі байқалады. Казгидрометтің мәліметтері бойынша желдің бағытына байланысты Тараз қаласының атмосферасы күкірт диоксидімен ластанады. Қаланың ауа бассейнін ластанудың негізгі көздері фосфор өнеркәсібі кәсіпорындары – "Химпром" ЖПО жаңа фосфор зауыты және суперфосфат зауыты болып табылады [17].

Тараз қаласының маңында құрамында фосфогипс бар үйінділер орналасқан. Фосфогипстің ластаушы заттардың көзі ретінде әрекет ету қабілеті үйінділердің физикалық су және жел эрозиясында, су ағындарымен химиялық шаймалауда және ауыспалы тотығу-тотықсыздану жағдайында көрінеді. 1 т фосфогипс үшін топыраққа өсімдіктер үшін қол жетімді түрде енетін ластаушы заттардың жылжымалы түрлерінің мөлшері: 700 г стронций, 110 г темір, 55 г иттрий, 30 г церий, 12 г хром, 11 г титан, 5 г мырыш, 4 г мыс және қорғасын, 3 г ванадий және кадмий, 2 г мышьяк пен никель, 1 г уран [18]. Міне, осы фосфогипс үйінділері де топырақты, өсімдікті және ауаны негізгі ластаушы көздері болып табылады.

Топырақ қазба-шұңқырларының морфогенетикалық сипаттамасы. 1-қазба-шұңқыр. Бүлінбеген аймақтық сұр топырақта қазылып, сипатталды. Өсімдік жамылғысы 100%. Өсімдіктер (астық дақылдастар, жусан, қамыс және т.б.). Координаттары: 43 00' 16.04" 071' 25' 27.92". Теңіз деңгейінен биіктігі 549 м.

0-7 см	Шымды, күңгірт-сұр, құрғақ, аздап тығыздалған, жаңғақты-түйіршікті-ұнтақты-шаңдақ, құмбалшық, жәндіктердің дернәсілдері, жауын құрттары кездеседі, HCl тамызғанда көпіршиді, келесі қабатқа өтуі айқын.
7-16 см	Ашық-сұр, бір жері ылғалды, бір жері құрғақ, кесекті-жаңғақты-ұнтақты, құмбалшық, тамырлар мен карбонаттар көп, жауын құртының копролиттері мен жауын құрттары кездеседі, HCl тамызғанда көпіршиді, келесі қабатқа өтуі жайласуы бойынша айқын.
16-31 см	Ашық-сұр қоңырқай реңкті, ылғалды, кей жерлері тығыз, кей жерлері аздап тығыздалған, берік емес-кесекті-шаңдақ, құмбалшық, ақ ұнтақ түрінде карбонаттар, қамыстың ірі және ұсақ тамырлары, жартылай шіріген өсімдік қалдықтары, бунақденелілердің індері кездеседі, HCl тамызғанда көпіршиді, келесі қабатқа өтуі тығыздығы мен жайласуы бойынша айқын.

31-79 см	Сұр-құба қоңырқай реңкті, жаңғақты-ұнтақты-шаңдақ, аздап тығыздалған, құмбалшық, тығыз, қамыстың тамырлары, өсімдіктердің ұсақ тамырлары кездеседі, ұсақ кеукті, HCl тамызғанда көпіршиді, келесі қабатқа өтуі түсі мен жайласуы бойынша айқын.
79-107 см	Қоңырқай реңкті құба түсті, ылғалды, аздап тығыздалған, жаңғақты-ұнтақты құрылымды, құмбалшық, ұсақ кеукті, жартылай ыдыраған тамыр қалдықтары кездеседі, HCl тамызғанда көпіршиді, келесі қабатқа өтуі жайласуы бойынша айқын.
107-120 см	Ашық-құба түсті, ылғалды, тығыз, жаңғақты-ұнтақты, құмбалшық, өсімдіктің ұсақ тамырлары, карбонатты теңбілдер кездеседі, HCl тамызғанда қатты көпіршиді.



Сурет 2 – 1 - қазба-шұңқыр



Сурет 3 – Өсімдік жамылғысы

Зерттеу нысанының топырақтарының физикалық, физикалық-химиялық, химиялық қасиеттері. $1,5 \text{ г/см}^3$ және одан жоғары көлемдік масса өсімдіктерге қолайсыз жағдайлар жасалған топырақтың шамадан тыс тығыздығын көрсетеді. Топырақтың тығыздығы ылғалдың сіңуіне, топырақтағы газ

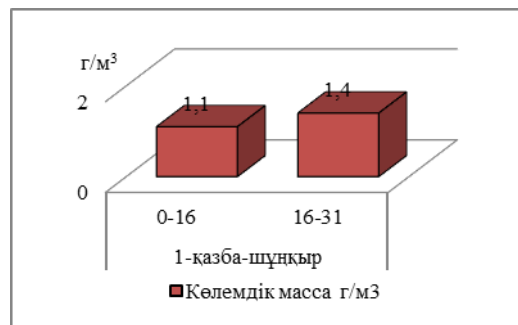
алмасуға, өсімдіктердің тамыр жүйесінің дамуына, микробиологиялық үрдістердің қарқындылығына қатты әсер етеді. Көптеген мәдени өсімдіктер үшін егістік қабаттың оңтайлы тығыздығы $1,0-1,2 \text{ г/см}^3$ құрайды. Егістік қабатының тығыздығын бағалау 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 - Топырақ тығыздығын бағалау

Тығыздық, г/см^3	Бағалау	Тығыздық, г/см^3	Бағалау
<1,0	Топырақ қопсытылған немесе органикалық заттарға бай	1,3-1,4	Егістік қатты тығыздалған
1,0-1,1	Жаңа жыртылған топырақ	1,4-1,6	Жыртылатын қабаттың астындағы қабаттар үшін тән шамалар (қара топырақтардан басқа)

1-қазба-шұңқырдың жоғарғы қабатының ең аз көлемдік массасы - $1,1\%$ құрайды, өйткені қазба-шұңқыр бүлінбеген аймақтық сұр топырақта қазы-

лып, сипатталды. Жоғарғы қабаты жақсы шымдалған, бұл тамыр массасына байланысты топыраққа аз көлемді масса береді (сурет 4).



Сурет 4 – Бүлінбеген аймақтық сұр топырақтың көлемдік массасы, г/м³

Топырақтың гранулометриялық құрамы топырақ түзілуіне және топырақтың ауылшаруашылық өндірістік қасиеттеріне үлкен әсер етеді. Заттардың қозғалу, түрлену және жинақталу үрдістері; топырақтың кеуектілігі, ылғал сыйымдылығы, су өткізгіштігі, су сыйымдылығы, құрылымы, ауа және жылу жағдайы сияқты физикалық, физика-механикалық және су қасиеттері соған байланысты. Топырақтар мен тау жыныстарын гранулометриялық

құрамы бойынша жіктеудің негізі физикалық құм мен физикалық балшықтың қатынасы болып табылады [3]. Алынған мәліметтер фосфогипс үйіндісінің айналасынан алынған топырақтардың жеңіл құмбалшықты құмайтты екенін көрсетті. Ал бүлінбеген аймақтық сұр топырақтардың гранулометриялық құрамы бойынша жеңіл және ауыр құмбалшықты болып келетінін көрсетеді (кесте 2).

Кесте 2 - Топырақтың гранулометриялық құрамы

№	Те- рең- дігі, см	А.С.Н. % H ₂ O	Абсолютті құрғақ топырақтағы фракция мөлшері, %						
			Фракциялар мөлшері, мм						Ылай Физикалы қ балшық < 0,01
			Құм		Шаң			Блай <0,001	
			1,0 – 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001		
1 нүкте		1,84	33,354	33,354	17,930	12,225	4,890	3,260	20,375
2-нүкте		1,90	35,025	35,025	12,232	15,902	8,970	5,301	30,173
3-нүкте		1,64	38,125	38,125	14,640	19,113	5,693	4,880	29,687
4-нүкте		1,92	34,421	34,421	15,905	14,274	4,078	3,263	21,615
5-нүкте		1,92	38,581	38,581	16,313	11,827	7,341	5,710	24,878
1 - қазба шұң- қыр	0-7	1,66	2,095	71,060	18,711	2,847	2,034	3,254	1,66
	7-16	1,54	9,791	47,959	30,469	6,500	2,844	2,438	1,54
	16-31	1,28	5,166	51,074	32,415	0,405	9,724	1,216	1,28
	31-79	0,98	5,211	53,989	33,125	2,828	3,232	1,616	0,98
	79-107	1,54	2,255	38,838	22,750	27,219	4,063	4,875	1,54
	107-120	0,82	9,619	43,194	19,359	6,856	18,955	2,017	0,82

Зерттеу нысанының топырақтағы агрохимиялық қасиеттері. Өсімдік жамылғысы топырақта көміртегінің жиналуының негізгі көзі болып табылатын, топыраққа түсетін органикалық қалдықтардың мөлшері мен құрамын анықтайтын маңызды факторлардың бірі болып табылады. Өсімдіктердің жер

үстіндегі және тамыр қалдықтары гумустың түзілу көзі болып табылады және олардың топырақтағы мөлшері оның потенциалды құнарлылығының көрсеткіштерінің бірі бола алады [19]. Тамыр массасы көміртегінің топырақта жиналуында шешуші рөл атқарады [20]. Топырақтың органикалық заттары

топырақ құнарлылығының маңызды көрсеткіші болып табылады.

Зерттеу нәтижесінде алынған аналитикалық мәліметтер фосфогипс үйіндісінің айналасынан алынған топырақтардағы гумус мөлшері 1,2-4,8% аралығында екенін көрсетті. Ал бүлінбеген аймақтық сұр топырақтардың жоғарғы қабаттарында қарашірік мөлшері 2,8-4,7% аралығында екенін көрсетеді. Топырақтың жоғарғы қабаттарында қарашірік мөлшерінің жоғарылауы олар-

дағы өсімдік тамырларының негізгі массасының шоғырлануына және органикалық заттардың минералдану қарқындылығының төмендеуіне байланысты. Топырақ классификациясы бойынша зерттелетін аумақтың топырақтары қарашірік мөлшері бойынша орташа қарашірікті топқа жатқызылады. Топырақ кескінінің төменгі қабаттарына қарай қарашірік мөлшері төмендейді (кесте 3, 4).

Кесте 3 - Зерттелетін нысанның топырағының құрамындағы қарашіріктің, CO_2 , pH, қоректік заттардың мөлшері

№ разреза	Қарашірік, %	CO_2 , %	Азот		Фосфор		Калий	
			жалпы, %	жылжымалы, мг/кг	жалпы, %	жылжымалы, мг/кг	жалпы, %	жылжымалы, мг/кг
1*	3,6	6,9	0,15	176,4	0,44	540	2,06	370
2*	4,8	6,8	0,20	168,0	0,6	570	2,13	450
3*	3,1	6,3	0,22	299,6	0,88	420	1,94	520
4*	3,2	6,3	0,12	159,6	0,64	330	1,81	490
5*	1,2	7,7	0,15	42,0	1,5	420	2,31	240
1-қазба-шұңқыр, бүлінбеген аймақтық топырақ								
0-7	4,7	8,5	0,32	92,4	0,2	34	3,02	870
7-16	2,8	8,3	0,18	75,6	0,18	18	2,97	1460
16-31	1,7	8,5	0,17	28,0	0,18	10	3,08	1760
31-79	0,8	8,6	0,11	28,0	0,14	4	2,92	670
79-107	0,6	8,5	0,10	91,0	0,12	2	2,76	590
107-120	0,5	9,0	0,10	61,1	0,10	2	2,92	430

Ескерту*: топырақ үлгісі алынған *1,2,3,4,5 нүктелер

Кесте 4 – Топырақтың әлеуетті құнарлылығын қарашірік құрамы мен өсімдіктерге қолжетімді фосфор, калий және азот негізінде бағалау

Мөлшер деңгейі	Жылжымалы фосфор P_2O_5 , млн ⁻¹ *	Алмаспалы калий K_2O , млн ⁻¹ *	Нитратты азот N - NO_3 , млн ⁻¹ **	Аммонийлі азот N- NH_3^+ , N- NH_4 , млн ⁻¹ **	Гумус мөлшері (C орг*1,724), % топырақ массасынан***
Өте жоғары	250 астам	250-ден астам	-	-	10-нан астам
Жоғары	250-150	250-170	20-дан астам	40-тан астам	6-10
Жоғарылау	150-100	170-120	-	-	-
Орташа	100-50	120-80	15-20	20-40	4-6
Төмен	50-25	80-40	10-15	10-20	2-4
Өте төмен	25-тен аз	7-ден аз	10-нан аз	10-нан аз	2-ден аз

Ескерту: * - Г. В. Мотузова және О. С. Безуглова [21]

** - Г. П. Гамзиков бойынша [22] *** - Д. С. Орлов, Л. А. Гришина және бойынша [23].

Топырақтағы ауа мөлшері және оның құрамы оның ауа сыйымдылығы мен ауа өткізгіштігіне, сонымен қатар кеуектілігі мен ылғалдылығына байланысты, өйткені топырақ ауасы су жоқ барлық кеуектерді алып жатады. Топырақ ауасының маңызды құрамдас бөлігі көмірқышқыл газы болып табылады, ол негізінен биологиялық үрдістердің әсерінен топырақта кездеседі.

Зерттеу нәтижесінде алынған аналитикалық мәліметтер топырақтағы CO₂ мөлшерінің 6,3-9,0% аралығында екенін көрсетеді (кесте 3). Зерттеу нысанының топырақтары карбонатты сұр топырақтар. Ғалымдардың пікірінше, CO₂-нің белгілі бір мөлшері топырақ ерітінділерінің булануы кезінде және қышқылдардың топырақ карбонаттарына әсер етуі кезінде, сондай-ақ органикалық заттардың химиялық тотығуы кезінде бикарбонаттардың карбонаттарға айналуынан туындауы мүмкін. Оның топырақтағы көп мөлшері (>3%) тұқымға кері әсер етіп, өсімдіктің дамуын тежейді [24].

Азот табиғаттағы ең көп таралған элементтердің бірі, дегенмен өсімдіктерде азот жиі жетіспейді, өйткені өсімдіктер азот қосылыстарының белгілі бір түрлерін ғана сіңіре алады (негізінен аммоний және нитрат түрлері) [25]. Сонымен қатар, азот ақуыздардың, ДНҚ-ның және көптеген өмірлік маңызды органикалық заттардың бөлігі бола отырып, өсімдіктің маңызды элементі болып табылады. Егер азот жетіспесе, хлорофиллдің бұзылуына байланысты фотосинтез үрдісі бұзылады, ал өсімдік бөліктері кеуіп, өліп қалуы мүмкін, сондықтан дақылдарды өсіру кезінде азотпен қамтамасыз ету маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Осыған байланысты өсімдіктерге қолжетімді азотты бағалау үшін топырақтағы аммоний және нитрат азотының құрамын анықтаймыз (оңай қолжетімді формалары – гидролизденетін азот).

Фосфор өсімдіктер үшін де маңызды және көптеген органикалық қосылыстардың бөлігі болып табылады. Сонымен қатар, ол жасушалардың энергия алмасуына қатысады. Бірақ фосфордың жылжымалы түрлері көптеген топырақтарда тапшы [26], бұл жасушалық зат алмасуды бақылайтын ферменттер мен РНҚ, белоктар синтезіне және жасушаның бөлінуіне қатысатын заттардың белсенділігінің төмендеуіне әкеледі. Тиісінше, фосфордың жетіспеушілігімен өсімдіктердің өсуі баяулайды, бұл, әрине, өнімге әсер етпеуі мүмкін емес [27]. Сондықтан топырақтағы фосфордың қозғалмалы формаларының құрамын анықтау өте маңызды.

Калий - өсімдік қоректенуінің маңызды элементі, ол жасуша цитоплазмасының бөлігі болып табылады, оның қасиеттерін айтарлықтай анықтайды, сондықтан жасушадағы барлық дерлік процестерге әсер етеді. Калий суды сіңіру мен тасымалдауға, устьицалардың ашылуына және жабылуына қатысады. Сондай-ақ калий ашығуы кезінде митохондриялар мен хлоропласттардың құрылымы бұзылады, бұл өз кезегінде фотосинтезге және тыныс алуға әсер етеді [28]. Сондықтан топырақтағы калий мөлшерінің жеткілікті болуы өсімдіктердің төмен және жоғары температураға төзімділігін, өсімдіктердің ауруларға төзімділігін арттырады, сонымен қатар өсімдіктің жетілу уақытын қысқартады [29]. Өсімдіктер үшін калийдің жылжымалы түрлері ғана бар, сондықтан біз оларды анықтаймыз.

Алынған мәліметтер бойынша фосфогипс үйіндісінің айналасынан алынған топырақ үлгілерінде азоттың жылжымалы формалары 42,0-299,6 мг/кг, фосфор 420-540 мг/кг, калий 240-520 мг/кг, ал бүлінбеген аймақтық сұр топырағында азоттың жылжымалы формалары 61,1-92,4 мг/кг, фосфор 2-34 мг/кг, калий 430-

1760 мг/кг құрайды. Қолданыстағы гра-
дациялар бойынша азоттың, фосфор-
дың және калийдің жылжымалы түр-
лерімен зерттелген топырақтар жоғары
дәрежеде қамтамасыз етілген топқа
жатқызуға болады (кесте 3, 4).

Топырақтың сіңіру кешені әрқа-
шан катиондармен қаныққан, бірақ
олардың құрамы мен мөлшері әртүрлі
топырақтарда бірдей емес. Топырақтың
сіңіру кешенінің және жалпы топы-
рақтың ең маңызды сипаттамасы –
катион алмасу қабілеті (сіңіру қабілеті)
(ЕКО) болып табылады. Фосфор
зауытының үйіндісінің маңынан
алынған топырақтарда Са мөлшері 10,9
– 17,3 мг-экв аралығында екенін
көрсетеді, яғни 76,5-78,40%. Магний

әрқашан Ca^{2+} -мен бірге жүреді. Әдеттегі
 $\text{Ca}:\text{Mg}$ қатынасы=5:1. Мұндай мөлшерде
 Mg^{2+} әсері Ca^{2+} әсеріне ұқсас. Магний
мөлшері 2,48-ден 7,47 мг/экв дейін
ауытқиды, яғни 17,9-35,4%-ға дейін
ауытқиды. Бүлінбеген аймақтық топы-
рақта Са мөлшері 0,04 – 1,63 мг/экв ара-
лығында екенін көрсетеді, яғни 0,29-
10,6%. Магний мөлшері 0,39-ден
1,53 мг-экв дейін ауытқиды (кесте 5).
Абсорбциялық кешеннің кальциймен
қанығуы өсімдіктерді топырақтың қо-
лайлы, бейтарапқа жақын реакция-
сымен қамтамасыз етеді, оның сіңіру
кешенін бұзылудан қорғайды, топы-
рақтың агрегациялануына және ондағы
қарашіріктің бекінуіне ықпал етеді.

Кесте 5 – Сіңірілген негіздердің мөлшері

Топырақ үлгісі алынған жер	Сіңірілген негіздер, мг-экв топырақтың 100 г				
	натрий	калий	кальций	магний	жинағы
1*	0,32	0,06	17,3	5,0	22,7
2*	0,32	0,04	13,4	7,4	21,2
3*	0,30	0,10	12,4	3,5	16,3
4*	0,32	0,07	14,9	5,9	21,2
5*	0,32	0,20	10,9	2,5	13,9
1-қазба-шұңқыр, бүлінбеген аймақтық топырақ					
0-7	11,88	3,71	0,04	1,4	17,0
7-16	11,63	4,46	0,58	1,5	18,2
16-31	9,41	6,19	0,16	1,5	17,3
31-79	4,95	7,92	1,63	0,9	15,4
79-107	5,45	9,16	1,55	0,8	16,9
107-120	0,74	5,45	0,10	0,4	6,7

*Зерттеу нысанының топырақта-
рындағы техногендік элементтердің
мөлшері.* Ауыр металдар – антропо-
гендік әсердің нәтижесінде топырақта
жинақталған өте улы заттар. Қоршаған
ортаны қорғау саласындағы зерттеу-
лерде топырақтағы ауыр металдардың
мөлшерін талдауға көп көңіл бөлінеді,
өйткені топырақтағы ауыр металдар
мөлшері олардың биологиялық күйіне,
атап айтқанда микробиотаның жұмыс
істеуіне және өзара әрекеттесуіне әсер
етеді. Топырақ-өсімдік жүйесінде, соған
сәйкес аумақтың өсімдік жамылғы-

сының жай-күйі, жалпы экологиялық
жағдай, оның ішінде халықтың денсау-
лығы [30-34]. Республиканың топырақ
түзуші жыныстарында жалпы мырыш-
тың мөлшері келесідей бөлінеді:
делювиалды сары-қоңыр карбонатты
және карбонатты емес жеңіл және ауыр
құмбалшықтарда жалпы мырыштың
мөлшері 50,0-ден 121,0-ге дейін болады.
Лесс тәрізді құмбалшықтарда мырыш
мөлшері 40,0-ден 101,0 мг/кг-ға дейін
жетеді [35].

Зерттелетін нысанның топырақ-
тарында ауыр металдардың жалпы

және жылжымалы түрлерінің мөлшері туралы аналитикалық мәліметтер рұқсат етілген концентрацияларда екенін көрсетті. Фосфогипс маңынан алынған топырақтарда мырыш, мыс және кадмийдің жалпы формаларының кейбір шамалы ұлғаюын топырақтүзуші жыныстармен түсіндіруге болады. Бүлінбеген аймақтық топырақтарда

ауыр металдардың жалпы және жылжымалы формаларының мөлшері рұқсат етілген концентрацияда (кесте 6).

Табиғи, антропогендік ландшафтардың ажыратылмас бөлігі және биогеохимиялық зат айналымының маңызды буыны өсімдіктер болып табылады.

Кесте 6 – Зерттелетін нысанның топырақтарындағы ауыр металдардың жалпы және жылжымалы түрлерінің мөлшері, мг/кг

Алынған жері	Pb		Zn		Cu		Cd	
	жалпы ШРК 30	жылжымалы ШРК 6	жалпы ШРК 100	жылжымалы ШРК 23	жалпы ШРК 55	жылжымалы ШРК 3	жалпы ШРК 5	жылжымалы ШРК 2
1*	9,60	1,70	105,20	9,50	27,60	1,10	2,00	0,90
2*	10,00	1,60	118,00	8,30	31,60	0,90	2,40	0,70
3*	7,20	1,10	75,20	5,60	22,00	1,00	2,80	0,70
4*	6,80	1,20	164,80	6,10	21,60	0,90	2,40	0,60
5*	5,60	1,30	69,20	2,30	25,60	1,40	2,80	0,90
1-қазба-шұңқыр, бүлінбеген аймақтық сұр топырақ								
0-7	5,60	0,40	64,8	4,40	5,60	0,40	7,60	1,20
7-16	6,40	0,40	67,6	3,80	6,40	0,40	6,00	1,10
16-31	5,60	0,30	60	1,90	5,60	0,30	8,00	1,00
31-79	4,80	0,50	55,6	2,40	4,80	0,50	6,00	1,60
79-107	4,40	1,30	324	2,30	4,40	1,30	7,20	1,00
107-120	6,80	0,90	52,8	9,70	6,80	0,90	8,40	2,20

Ғылыми әдебиеттерге талдау жасаудың көрсетуі бойынша өсімдіктің химиялық құрамы жеткілікті түрде зерттелген. Өсімдік барлық белгілі химиялық элементтердің бәрін көп немесе аз мөлшерде сіңіре алатын қабілеті анықталған. Кейбір авторлар олардың бәрі өсімдіктің тіршілік үрдістеріне қатысады деп санайды [36]. Басқалары өсімдіктің қалыпты тіршілік әрекеті үшін қызметі ауыстыруға болмайтын белгілі бір элементтер тобы ғана қажет деп көрсетеді [37]. Оларға : С, Н, О, Р, S, К, Са, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Мо, В, Na, Si, Со, кейбір басқа элементтер,

соның ішінде ауыр металдар – микро, макроэлементтер жатады [38]. Өсімдіктің топырақтағы ауыр металдардың төменгі концентрациясына қарағанда жоғарғы концентрациясына төзімдірек болатыны анықталды, алайда ауыр металдардың белгілі бір шамаға дейін артуы өсімдік жағдайына кері әсер етеді, себебі ауыр металдар химиялық элементтердің ішінде уытты болып табылады [39]. Ауыр металдардың артық мөлшерінің өсімдікке әсері тікелей де жанама да болуы мүмкін. Жанама әсері ауыр металдардың топырақтың құрамы мен қасиеттеріне және

оның құнарлылығына жағымсыз әсер етумен байқалады [40]. Топырақтағы ауыр металдардың әр түрлі топтарының ара қатынасы, олардың уыттылық деңгейін анықтайды. Ауыр металдардың тікелей әсер, олардың өсімдікте тікелей жинақталуымен байланысты [41]. Ауыр металдардың өсімдікте жинақталуын зерттеу өсімдіктің өзінің жағдайын бағалау үшін де сонымен қатар жалпы биосфера үшін де зат айналым үрдістерін түсіну үшін, сондай-ақ

техногенез үрдістеріне экологиялық мониторинг бойынша ғылыми және практикалық жұмыстар үшін ең маңызды [42].

Өсімдік өсуіне қарай элементтер, олардың мүшелері бойынша таралады. Бұл жағдайда мыс пен мырыш үшін олардың мөлшері бойынша мынадай заңдылық байқалады: *тамыр > дән > сабан*. Қорғасын, кадмий, стронций үшін ол мынадай болады: *тамыр > сабан > дән* [43].

Кесте 7 – Өсімдіктердегі ауыр металдардың жалпы түрлерінің мөлшері

Өсімдік бөлігі	Жалпы формасы, %			
	Zn ШРК 150	Cu ШРК 15	Cd ШРК 0,5	Pb ШРК 0,5
Келтебас (Болотница болотная) – <i>Eleocharis palustris (L)R</i>	40,00	5,00	0,20	0,60
Шектеулі жол берілген концентрациядан асуы	-	-	-	1,2
Амарант – <i>Amaranthus retroflexus</i> , жапырағы	30,20	4,40	0,80	2,00
Шектеулі жол берілген концентрациядан асуы			0,2	4
Амарант, тамыры	11,80	4,20	0,80	5,20
Шектеулі жол берілген концентрациядан асуы			1,6	10,4
Үлкен шоңайна - <i>Arctium lappa</i> жапырағы	16,00	3,20	1,80	2,80
Шектеулі жол берілген концентрациядан асуы			3,6	5,6
Үлкен шоңайна - <i>Arctium lappa</i> , тамыры	29,00	1,80	1,60	2,60
Шектеулі жол берілген концентрациядан асуы			3,2	5,2

Cd және Zn сияқты ауыр металдардың әсеріне төзімді өсімдіктер арасында *Amaranthus* тұқымдас өсімдіктері сөзсіз қызығушылық тудырады. Бір жағынан, амарант жоғары өнімді биологиялық белсенді заттар мен антиоксиданттарға бай тағамдық және жемшөптік дақылдар болса, екінші жағынан ауыр металдармен ластанған ортаны фиторемедиациялау үшін перспективалы өсімдік ретінде қарастырылады. Зерттеу нәтижесінің көрсетуі бойынша фосфогипс үйіндісінің айнала-

сынан алынған амарант өсімдіктерінің жапырағында қорғасынның шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан 4 есе, тамырында 10,4 есе асып түсуі байқалады. Амаранттың жапырағында кадмийдің шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан 0,2 есе, тамырында 1,6 есе артуы байқалады.

Ғалымдардың зерттеуінше үлкен шоңайнаның тамырларының құрамында ауыр металдардың мөлшері дәрілік өсімдік шикізатының сапасын бағалау үшін белгіленген нормативтерден

аспайды. Қорғасын, сынап, кадмий және мышьяк шикізаттың жалпы минералды кешенінің 0,001% құрайды. Алайда, үлкен шоңайнаның ферменттік жүйелердің белсенді орталықтарына (мыс және мырыш) кіретін кейбір ауыр металдарды селективті түрде шоғырландыруға қабілетті [43]. Үлкен шоңайнаның тамырында қорғасынның мөлшері 5,2 есе, жапырақтарында 5,6 есе шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан асуы байқалады. Ал кадмийдің мөлшері жапырағында 3,6 есе, тамырында 3,2 есеге шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан асып кетуі тіркелді (кесте 7). Зерттеу жұмыстары әрі қарай жалғасуда.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу барысында топырақ жамылғысының жалпы топырақ-экологиялық бүлінулері яғни антропогендік, деградация және эрозия үрдістері анықталды.

Тараз қаласының маңында орналасқан фосфор зауыттарының шығарылымдары қала ауасын, топырақ және өсімдік жамылғысын ластап, адам денсаулығына кері әсерін тигізуде. Тараз қаласы маңындағы фосфогипс үйінділеріне техникалық және биологиялық рекультивация жұмыстары жүргізілсе, қоршаған ортаның өнеркәсіптік шығарындыларымен ластануы азаяр еді. Зауыттардың айналасындағы аймақтардың ауа бассейні- топырақ-өсімдік жүйесі экологиялық бақылау нысаны ретінде жиі зерттеліп, сараптама жасалып, экологиялық қатаң бақылаудан өтіп тұруға тиіс.

Алынған мәліметтер зерттелетін нысанның топырағының гранулометриялық құрамы бойынша жеңіл және ауыр құмбалшықты болып келетінін көрсетеді. Қарашірік мөлшері топырақ

классификациясы бойынша зерттелетін аумақтың топырақтары орташа қарашірікті топқа жатқызылады. Топырақ кескінінің төменгі қабаттарына қарай қарашірік мөлшері төмендейді. Алынған мәліметтер бойынша зерттелетін нысанның топырақтарын бар градациялар бойынша азоттың, фосфордың және калийдің жылжымалы түрлерімен жоғары дәрежеде қамтамасыз етілген топқа жатқызуға болады. Алынған деректер фосфор зауытының үйіндісінің маңынан алынған топырақтарда Са мөлшері 10,9–17,3 мг/экв аралығында екенін көрсетеді, яғни 76,5–78,40%. Бүлінбеген аймақтық топырақта Са мөлшері төмен. Зерттелетін нысанның топырақтарында ауыр металдардың жалпы және жылжымалы түрлерінің мөлшері туралы аналитикалық мәліметтер рұқсат етілген концентрацияларда екенін көрсетті. Кейбір учаскелердің топырағында жалпы мырыш, мыс және кадмийдің кейбір шамалы ұлғаюын топырақтүзуші жыныстармен түсіндіруге болады.

Фосфогипс үйіндісінің айналасынан алынған амарант өсімдіктерінің жапырағында қорғасынның шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан 4 есе, тамырында 10,4 есе асып түсуі байқалады. Амаранттың жапырағында кадмийдің шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан 0,2 есе, тамырында 1,6 есе артуы байқалады. Үлкен шоңайнаның тамырында қорғасынның мөлшері 5,2 есе, жапырақтарында 5,6 есе шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан асуы байқалады. Ал кадмийдің мөлшері жапырағында 3,6 есе, тамырында 3,2 есеге шектеулі рұқсат етілген концентрациясынан асып кетуі тіркелді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. [Электронный ресурс]: Режим доступа: studwood.net/1158786/ekologiya/vvedenie, свободный.

2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва–растение. - Новосибирск: Наука, 1991. - 151 с.
3. [Электронный ресурс]: Режим доступа: stud.kz, свободный.
4. Толемисова А.М., Балмахаева Р.М., Жетибаев С.Д., Капасакалис В.А., Актанова М.А., Абиров А. Динамика показателей окружающей среды и физического развития детей в условиях фосфорной биогеохимической провинции на юге Казахстана// Вестник КазНМУ, - №5(2) – 2013. –С. 62-63.
5. Минеев, В.Г. Проблема тяжелых металлов в современном земледелии/ Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах. - М., 1994. - С.5-11.
6. Курочкина Г.Н., Пинский Д.Л. Влияние катионов свинца на структурно-сорбционные свойства серой лесной почвы// Агрохимия. -2004. - № 3. - С. 55-62.
7. Добровольский Г.В. Почвенно-географическое районирование как одно из важных направлений географии почв// Почвоведение. - 1985. - № 11. - С. 14-21.
8. Елпатьевский П.В. Эколого-геохимические принципы установления ПДК тяжелых металлов в почве// Химия в сельском хозяйстве. - 1982. - № 3. - С. 10–11
9. Махонько Э. П., Малахов С. П. Тяжелые металлы в окружающей среде. – М.: МГУ, 1980. – С. 3–12.
10. Зырин Н.Г., Каплунова Е.В., Сердюкова А.В. Нормирование содержания тяжелых металлов в системе почва-растение// Химия в сельском хозяйстве. - 1985. - № 6. – С. 45-487.
11. Любимова И.Н., Борисочкина Т.И. Влияние потенциально-опасных химических элементов, содержащихся в фосфогипсе, на окружающую среду. - М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН. - 2007. - 46 с.
12. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. –М.: Изд-во МГУ, 1997.- 102 с.
13. Мамаева Е.Т. Изменение городских почв под влиянием промышленных загрязнений// Охрана природы на Урале. - Свердловск. 1964. -Вып. IV. - С. 40-48.
14. Криволучий Д.А. Влияние промышленных предприятий на окружающую среду.- М.:Наука, 1987.- 226 с.
15. Ермохин Ю.И., Гужулев Э.П., Сницарь А.Е. Познай свой дом и помоги природе и себе.- Омск: Омский дом печати, 1998,- 264 с
16. Савинков А.Ф., Жданов В.П., Коваленко Е.М., Ценер Г.Г. Влияние промышленных объектов на загрязнение почв и растений тяжелыми металлами на юге Казахстана// Доклады научной конференции: Актуальные проблемы вирусологии- Гвардейский, 1994. - С. 152-153.
17. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=37034>, свободный.
18. Pérez-López R., Álvarez-Valero A.M., Nieto J.M.// Journal of Hazardous Materials. - 2007. - № 148. - С. 745–750.
19. [Электронный ресурс]: Режим доступа: en.ppt-online.org., свободный.
20. Титлянова А.А., Тихомирова Н.А., Шатохина Н.Г. Продукционный процесс в агроценозах. - Новосибирск: Наука. 1985. – 185 с.
21. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв// М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. - 237 с.
22. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири. - Москва: Наука, 1981. - 265 с.
23. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. Учеб. пособие. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. - 272 с.

24. Ефремов Т. П. Почвоведение с основами растениеводства. Учреждение образования "Гродненский государственный университет имени Янки Купалы". – Гродно : ГрГУ, 2006. – 249 с.
25. Ковда В.А., Розанов Б.Г. Почвоведение. Часть 1. Почва и почвообразование. - М.: Высшая школа, 1988. - 400 с.
26. Мотузова Г.В., Карпова Е.А., Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия. М: МГУ, 2013, - 304 с.
27. Полевой В.В. Физиология растений. М: Высшая школа, 1989. - 464 с.
28. Лебедев С.И. Физиология растений. - М.: Агропромиздат, 1988.- 543 с.
29. Соколова Т.А. Калийное состояние почв, методы его оценки и пути оптимизации. М: МГУ. 1987. - 47 с.
30. Чертко Н.К. Геохимическая экология: учеб. пособие. - Минск: БГУ, 2002.- 79 с.
31. Ильин В.Б. К вопросу о разработке предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах// Агрохимия. 1985. № 10. - С. 94–101.
32. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в почвах Западной Сибири// Почвоведение. 1987. № 11 -. - С. 87-94.
33. Экологическая химия, пер. с нем. / Под ред. Ф. Корте – М.: Мир, 1997.–396с.
34. Экологическое образование. Научно-методический журнал. – Москва. – №4. - 2001. - С. 31-42.
35. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. биол. наук. Новосибирск, 2004. - 32 с.
36. Пейве Я.В. Биохимия почв. -М., 1961.- 422 с; с. 246
37. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. Микроэлементы в почвах и растениях. -М.: Мир, 1989. - С. 54-439. с.259
38. Bowen H.J. Trace elements in biochemistry. -New York: Academic Press. 1966. - P. 118-121.
39. Абуталыбов М.Т. Значение микроэлементов в растениеводстве. -Баку: Кн. Изд-во 1961. - 451 с.
40. Grill E. Schutz der Pflanzen vor Schwermetallen// Jahrb. Akad. Wiss. Cottingen Jahr. 1989.- Gettingen. 1999. -S. 21-24.
41. Растения в экстремальных условиях минерального питания / Под редак. М.Я. Школьника и Н.В. Алексеевой-Поповой. -Л.: Наука. 1983. - 321 с.
42. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды и пути их решения. -Л.: Гидрометеиздат, 1984. -560 с.
43. [Electronic resource]: Режим доступа: cyberleninka.kz., свободный.

REFERENCES

1. [Electronic resource]: Rezhim dostupa: studwood.net"1158786/ekologiya/vvede-nie, svobodnyj.
2. Ilyin V.B. Heavy metals in the soil-plant system. Novosibirsk: Nauka, 1991. 151 p., p. 122
3. [Electronic resource]: Rezhim dostupa: stud.kz, svobodnyj.
4. Tolemisova A.M., Balmakhaeva R.M., Zhetibaev S.D., Kapasakalis V.A., Aktanova M.A., Abirov A. Dynamics of environmental indicators and physical development of children in the conditions of the phosphorus biogeochemical province in the south of Kazakhstan// Bulletin of KazNMU, №5(2) – 2013. – С. 62-63.
5. Mineev, V.G. The problem of heavy metals in modern agriculture/ Heavy metals and radionuclides in agroecosystems. - М., - 1994. - С. 5-11.

6. Kurochkina G.N., Pinsky D.L. The influence of lead cations on the structural and sorption properties of gray forest soil// Agrochemistry. -2004. - № 3. - P. 55-62.
7. Dobrovolsky G.V. Soil-geographical zoning as one of the important directions of soil geography// Soil science. - 1985. - № 11. - P.14-21.
8. Elpatyevsky P.V. Ecological and geochemical principles of establishing MPC of heavy metals in soil// Chemistry in agriculture. - 1982. - № 3. - P. 10-11.;
9. Makhonko E. P., Malakhov S. P. Heavy metals in the environment. – M.: Moscow State University. - 1980. – P. 3-12.
10. Zyrin N.G., Kaplunova E.V., Serdyukova A.V. Normalization of the content of heavy metals in the soil-plant system// Chemistry in agriculture. - 1985. - № 6. – P. 45-487.
11. Lyubimova I.N., Borisochkina T.I. The impact of potentially hazardous chemical elements contained in phosphogypsum on the environment. - M.: Soil. Institute named after V.V. Dokuchaev RAAS. - 2007. - 46 s.
12. Glazovskaya M.A. Methodological foundations of the assessment of the ecological and geochemical stability of soils to anthropogenic influences. –M.: Publishing House of Moscow State University, 1997. - 102 p.
13. Mamaeva E.T. Changes in urban soils under the influence of industrial pollution// Nature protection in the Urals. - Sverdlovsk. - 1964. -Issue IV. - P. 40-48.
14. Krivolutsky D.A. The impact of industrial enterprises on the environment. - M.: Nauka, 1
15. Ermokhin Yu.I., Guzhulev E.P., Snitsar A.E. Know your home and help nature and yourself.- Omsk: Omsk House of Printing, 1998,- 264 with no.
16. Savinkov A.F., Zhdanov V.P., Kovalenko E.M., Tsener G.G. Influence of industrial facilities on soil and plant pollution by heavy metals in the south of Kazakhstan // Reports of the scientific conference: Actual problems of virology - Gvardeysky, 1994. - pp. 152-153.
17. [Electronic resource]: Rezhim dostupa: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=37034>, svobodnyj.
18. Pérez-López R., Álvarez-Valero A.M., Nieto J.M.// Journal of Hazardous Materials. - 2007. - № 148. - P. 745-750.
19. [Electronic resource]: Rezhim dostupa: en.ppt-online.org, svobodnyj.
20. Titlyanova A.A., Tikhomirova N.A., Shatokhina N.G. The production process in agroecosystems. - Novosibirsk: Nauka. 1985. – 185 p.
21. Motuzova G.V., Bezuglova O.S. Environmental monitoring of soils // M.: Academic Project; Gaudeamus, 2007. - 237 p.
22. Gamzikov G.P. Nitrogen in agriculture of Western Siberia. - Moscow: Science, 1981. - 265 p.
23. Orlov D.S., Grishina L.A. Workshop on the chemistry of humus. Textbook allowance. - M.: Publishing house Moscow. University, 1981. - 272 p.
24. Efremov T. P. Soil science with the basics of crop production. Educational institution "Yanka Kupala Grodno State University". – Grodno: GrSU, 2006. – 249.
25. Kovda V.A., Rozanov B.G. Soil science. Part 1. Soil and soil formation. - M.: Higher School, 1988. - 400 p.
26. Motuzova G.V., Karpova E.A., Chemical pollution of the biosphere and its environmental consequences. M: MSU, 2013, - 304 p.
27. Polevoy V.V. Physiology of plants. M: Higher School, 1989. - 464 p.
28. Lebedev S.I. Plant physiology. - M.: Agropromizdat, 1988. - 543 p.
29. Sokolova T.A. Potassium status of soils, methods for its assessment and ways of

optimization. M: Moscow State University. 1987, - 47 p.

30. Chertko N.K. Geochemical ecology: textbook.allowance.-Minsk:BSU,2002. - 79 p.

31. Ilyin V.B. On the issue of developing maximum permissible concentrations of heavy metals in soils// Agrochemistry. 1985. № 10. - P. 94-101.

32. Ilyin V.B. Heavy metals in soils of Western Siberia// Soil Science. 1987. - № 11 - P. 87-94.

33. Environmental chemistry, trans. with him. / Ed. F. Korte –M.:Mir,1997. – 396 p.

34. Environmental education. Scientific and methodological journal. - Moscow. - 2001. – № 4. - P. 31-42.

35. Syso A.I. Patterns of distribution of chemical elements in parent rocks and soils of Western Siberia: abstract of thesis. dis. for the job application scientist step. doc. biol. Sciences - Novosibirsk, 2004. - 32 p.

36. Peive Y.V. Biochemistry of soils. -M., 1961. - 422 p.

37. Kabata-Pendias, X. Pendias. Microelements in soils and plants. -M.: Mir, 1989. - P. 54-439.

38. Bowen H.J. Trace elements in biochemistry. -New York: Academic Press. 1966. - P. 118-121

39. Abutalibov M.T. The importance of microelements in crop production. -Baku: Book. Publishing house 1961. - 451 p.

40. Grill E. Schutz der Pflanzen vor Schwermetallen// Jahrb. Akad. Wiss. Cottingen Jahr. 1989.- Gettingen. 1999. - S. 21-24.

41. Plants under extreme conditions of mineral nutrition / Ed. M.Ya. Shkolnik and N.V. Alekseeva-Popova. -L.: Science. 1983. - 321 p.

42. Israel Y.A. Ecology and control of the state of the natural environment and ways to solve them. -L.: Gidrometeoizdat, 1984. - 560 p.

43. [Electronic resource]: Rezhim dostupa: cyberleninka.kz, svobodnyj.

РЕЗЮМЕ

Н.Ю. Еркинбек^{1*}, Ф.Е. Козыбаева^{2*}

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫБРОСОВ
ПРЕДПРИЯТИИ КАЗФОСФАТ

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
050010, Алматы, пр. Достык, 13, Казахстан, *e-mail: ulbosyn_e_1993@mail.ru

²Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан,
*e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

В статье приведены сведения о влиянии выбросов фосфорных заводов на систему почва-растение. Выбросы фосфорных заводов Жамбылской области представляют экологическую угрозу для почв сельскохозяйственного назначения, предприятий и жителей, расположенных вблизи них. Основой оценки геохимического строения является описание закономерностей территориального расположения тяжелых металлов в почвах, определение особенностей их миграции и накопления, изучение устойчивости ландшафтов к загрязнению. Аналитические данные о количестве общих и подвижных форм тяжелых металлов в почвах исследуемого объекта показали, что они находятся в допустимых концентрациях. Небольшое увеличение содержания цинка, меди и кадмия в почвах некоторых участков можно объяснить особенностью почвообразующим породам. В пробах растений амаранта зафиксировано превышение ПДК свинца в 10,4 раза, а также превышение ПДК кадмия в 3,2 и 3,6 раза в корнях и листьях лопуха обыкновенного.

Ключевые слова: фосфорный завод, выбросы, почва, растительность, миграция, накопление, тяжелые металлы.

SUMMARY

N.Y. Yerkinbek^{1*}, F.E. Kozybaeva^{2*}

ENVIRONMENTAL CONDITION OF SOILS UNDER THE INFLUENCE OF EMISSIONS FROM KAZPHOSPHATE

¹*Kazakh National Pedagogical University named after Abay, 050010, Almaty, Kazakhstan, 13 Dostyk Avenue, e-mail: ulbosyn_e_1993@mail.ru*

²*Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after U. U. Usmanov, 75, al-Farabi Avenue, Almaty, Kazakhstan, e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru*

The article provides information about the effect of phosphorus plant emissions on the soil-plant system. Emissions from phosphorus factories in Zhambyl region pose an environmental threat to the soils used for agricultural purposes, plants and residents located near them. The basis for evaluating the geochemical structure is to provide a description of the patterns of territorial and image location of heavy metals in soils, to determine the features of their migration and accumulation, and to study the stability of landscapes to pollution. About the amount of general and mobile types of heavy metals in the soils of the studied facility. Analytical data on the amount of general and mobile types of heavy metals in the soils of the studied facility showed that they were in acceptable concentrations. Some minor increases in total zinc, copper and cadmium in the soils of some sites can be explained by soil-forming rocks. In samples of amaranth plants, 10.4 times exceeding the limit permissible concentration of lead was recorded, as well as 3.2 and 3.6 times exceeding the limit permissible concentration of cadmium in the roots and leaves of large cypress.

Key words: phosphorus plant, emissions, soil, vegetation, migration, accumulation, heavy metals.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТ

1. Еркінбек Ұлбосын Ырысынбекқызы – Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық университетінің PhD докторанты, e-mail: ulbosyn_e_1993@mail.ru

2. Козыбаева Фарида Есенкожановна – Топырақ экологиясы бөлімінің аға ғылыми қызметкері, б.ғ.д., профессор, e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

АГРОХИМИЯ

MFTA: 68.33.29

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_4_72

А.Т. Айтбаева^{2*}, Т.Е. Айтбаев^{1*}, Л.А.Бурибаева², Ұ.А.Манабаева²**БИОЛОГИЯЛЫҚ ПРЕПАРАТТАРДЫҢ КӨКӨНІС DAҚЫЛДАРЫНЫҢ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ӨСУ ЭНЕРГИЯСЫНА ЖӘНЕ ӨНГІШТІГІНЕ ӘСЕРІ**¹«Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, 050060, Алматы, Серкебаев даңғылы, 62, Қазақстан, *e-mail: aytbayev.t@mail.ru²«Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС «Қайнар» аймақтық филиалы, 040917, Алматы облысы, Қайнар ауылы, Наурыз көшесі, 1, Қазақстан, *e-mail: aitbaeva_a_86@mail.ru

Аннотация. Берілген мақалада биологиялық препараттардың пияз, сәбіз және асханалық қызылша дақылдары тұқымдарының өсу энергиясы мен өнгіштігіне әсері зерттеліп, анықталды. Ғылыми-зерттеулер «Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» аумақтық филиалы «Көкөніс дақылдарын өндіру технологиялары (агрохимия және өсімдік қорғау тобы)» бөлімі зертханалық жағдайында жүзеге асырылды. Ғылыми мақалада 2024 жылдың мәліметтері келтірілді. Зертханалық зерттеу нәтижелері пияз және тамыржемісті дақылдар (сәбіз, асханалық қызылша) тұқымдарын биологиялық препараттармен себу алдында өңдеу, тұқымдардың өніп-өсу параметрлерін жақсартатындығын көрсетті. Тұқымдардың өсу энергиясы мен өнгіштігі бойынша ең жоғары нәтижелер пияз тұқымдарын TRAINER, Gumat (кальций гуматы), ALKARAL Herb және AMINO CORE, сәбіз тұқымдарын ALKARAL Herb, Биоэнзим+К, Gumat (кальций гуматы) және TRAINER, асханалық қызылша тұқымдарын Scudo, Gumat (кальций гуматы), ALKARAL Herb және AMINO CORE биологиялық препараттарымен өңдегенде белгіленді. Қолданылған биологиялық препараттар пияз тұқымдарының өнгіштігін - 5,3-10,0%-ға, сәбіз тұқымдарының өнгіштігін - 3,0-8,2%-ға, асханалық қызылша тұқымдарының өнгіштігін - 4,3%-5,8%-ға арттырғаны анықталды.

Түйінді сөздер: биологиялық препараттар, пияз, сәбіз, асханалық қызылша, тұқымның өсу энергиясы, тұқым өнгіштігі.

КІРІСПЕ

Көкөністердің көптеген түрлерінің тұқымдары өте ұсақ болып келеді және баяу өнеді. Сол себепті себілген тұқымдар ұзақ уақыт топырақта жатып қалады, қолайсыз ауа райы жағдайында сирек өніп шығады және біркелкі болмайды. Нәтижесінде өсімдіктердің алқаптағы орналасу жиілігі азайып, өнімділік күрт төмендейді. Көкөніс дақылдарының жоғары және сапалы өнімін қалыптастыруда тұқымдық материалды себу алдындағы дайындау жұмыстарының маңыздылығы аса жоғары. Тұқымды дәрілеу, тез арада өсімдіктердің біркелкі өніп-өсуіне оң әсерін тигізіп, ауру және зиянкестермен залалдануының алдын алып, жақсы дамуына, мықты тамыр жүйесін және

вегетативтік массасын қалыптастыруға ықпал етеді. Бұл сапалы және тұрақты жоғары өнім алуға оңтайлы жағдай жасайды.

Тұқымды себу алдында дайындаудың түрлі әдістері бар, соның ішінде негізгілеріне арнайы дәрілеуіштермен және өсімдік бойын биологиялық үдеткіштермен өңдеу жатады. Көптеген авторлардың зерттеулері [1-9] тұқымдық материалды биологиялық үдеткіштермен өңдеу, олардың зат алмасу үрдістерін жақсартатынын, тұқымды ұйқы фазасынан оятып, өніп-өсу уақытын жылдамдататынын, иммунитетті көтеріп, қоршаған ортаның келеңсіз жағдайларына бейімделгіштігін арттыратынын дәлелдеген. Сонымен қатар, тұқымдардың өнгіштігін жақсартуда

жасалатын барлық әдістердің ішіндегі ең қолжетімді, әрі тиімдісі биологиялық үдеткіштерді қолдану болып табылады. Химиялық қоспалардың тұқымдардың өніп-өсуіне деген әсері XVII ғасырдан бері зерттеліп, тұқымды тұзды сумен өңдеу, олардың зақымдалуын едәуір төмендететіні анықталған. Бүгінде, ғалымдар тұқымды 0,01% натрий гуматы ерітіндісімен өңдеу аса тиімді деп тұжырымдайды [10].

Өсімдік бойын биологиялық үдеткіштер өсімдіктердің тіршілік әрекеті үрдістерінің қарқындылығына оң әсер етіп, өсімдік генотипінде қарастырылған, бірақ, түрлі себептерге байланысты ашылмаған биологиялық әлеуеттілігін оятып, тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Көкөніс дақылдарының тұқымдары пішіндеріне, салмақтарына, қабықтарының қалыңдығына, химиялық құрылымына қарай бөлінеді. Көбінесе көкөніс тұқымдары майда пішінді, сыртқы қабығы кедір-бүдір, өте берік, түкті, дөңес, үшкір формалы келетіндіктен, егістіктер сирек немесе шамадан тыс қалың себіліп, қосымша агротехникалық іс-шараларды қолдануды қажет етеді.

Сонымен қатар, көкөніс тұқымдарының өніп-өсуі мерзімдері құрылымындағы химиялық қоспаларға да байланысты келеді. Мысалы, сәбіз дақылының тұқымдарының құрамында эфир майлары мөлшерінің жоғары болуы, өскіндердің тез жарып шығуын бәсеңдетеді. Сәбіз тұқымдарын өңдемей, құрғақ күйінде себу кезінде өніп шығу мерзімі орташа алғанда 12-15 тәулікке созылып, ал алдын-ала үдеткіштермен өңдеп, жібіту, тұқым қабығының жұмсаруына және қабық құрамындағы өсу үрдістерін бәсеңдететін қоспалардың жуылуына әсер етіп, өнгіштігін 3-5 тәулікке жылдамдатуға мүмкіндік береді [11-14].

Пияз дақылы тұқымдарының қабығы өте берік және сәбіз тұқым-

дары сияқты, эндоспермінде эфир майларының көп болуына байланысты, тұқымдарының өніп-өсуі топырақ ылғалдылығына аса тәуелді келеді. Оңтайлы жағдайда, пияз тұқымдары 5-12 тәулікте көктеп, ал ауа температурасы төмен және ылғал деңгейі жеткіліксіз болғанда, 20-25 тәулікке созылады. Сол себепті, өніп-өсу үрдістерін тездету үшін, пияз тұқымдарын алдын-ала ылғалдандыру қажет [15].

Бүгінде тұқымдардың өнгіштігін қарқындырақ, өсу энергиясын күшейтетін химиялық және биологиялық препараттардың түрлері өте көп. Көкөніс дақылдарының өніп-өсуі және өнім қалыптастыруы кезеңдерінде биотикалық жағдайларға аса тәуелді және сезімтал келетіндігін ескерсек, тамыржемістілер мен пияз тұқымдарының өнгіштігін жақсарту үшін, өсімдік бойын биологиялық үдеткіштерді пайдаланудың қажеттілігі артуда. Сол себепті, ауыл шаруашылығы жүйесін биологияландыру және қарқындырақ мақсатында, биологиялық препараттарды қолданудың практикалық тиімділігі де жоғары.

Көкөніс дақылдары тұқымдарының өсу үрдістері барысында ұрық пен эндоспермінде зат алмасу үрдістері жоғарылайды, тұқымдар ылғалмен ісініп, құрамындағы крахмал, майлар мен ақуыздар қантқа, майлы және амин қышқылдарына ыдырайды. Алғашқы өскіндер пайда болады. Осы кезде ауа және ылғалдың жеткіліксіз болуы ұрықта этил спиртінің, сүт қышқылы және аммиактың жинақталуына әсер етеді. Сонымен қатар, тұқымдардың өнуіне қабықтарының шамадан тыс берік болып, салдарынан тыныштық фазасынан шығу үрдістерінің созылуы да әсер етіп, тұқымдардың механикалық зақымдалуы орын алады. Жүргізілген зерттеулер, заманауи жағдайда көкөніс дақылдары әлемдік нарығының дамуын, өндіріс барысында ауыл шаруашылығы кеше-

нінде жаңа технологиялық жасақтауларды қолдану арқылы қол жеткізуге болатындығын көрсетеді. Пияз және асханалық тамыржемістілер (сәбіз, қызылша) адам ағзасына пайдалы, дәрумендерге бай, көп тұтынылатын, жоғары сұранысқа ие болатын, өндірістік құндылығы аса жоғары дақылдар болып табылады. Сол себепті, аталған көкөніс дақылдарының өнімділігін арттыру мақсатында технологиялық іс-шаралардың алдыңғы қатарында тұқымды себу алдында өңдеу аса маңызды орын алады және өзекті болып табылады.

Жоғарыда айтылған мәселелерді ескере отырып және қойылған мақсаттарды жүзеге асыру үшін, біздің зерттеулеріміз түрлі биологиялық препараттардың пияз және тамыржемістілердің (асханалық қызылша, сәбіз) тұқымдарының өнгіштігіне және өсу энергиясына әсерін анықтауға бағытталды.

Ғылыми-зерттеулер Қазақстанның оңтүстік-шығысы Іле Алатауының солтүстік тау бөктерінде (теңіз деңгейінен 1000-1050 м) орналасқан «Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы «Көкөніс дақылдарын өндіру технологиялары (агрохимия және өсімдік қорғау тобы)» бөлімі зертханалық жағдайында жүзеге асырылды. Ғылыми мақалада 2024 жылдың мәліметтері келтірілді.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеу нысандары: пияз, сәбіз және асханалық қызылша тұқымдары, отандық және шетелдік биологиялық препараттар, тұқым өнгіштігі, тұқымның өсу энергиясы, тұқым өскіндері, өскін түбіршіктері (келешек тамырлары).

Зерттеу жұмыстарын жүзеге асыру үшін қолданылған зертханалық құралдар: температура диапазоны 220°C құрайтын қыздыратын пеш; температура диапазоны 0-40°C құрайтын, желдеткіші бар термостат, диаметр

рі 1 мм құрайтын елек, тұқымдарды өсіретін арнайы ыдыстар, тазартылған құм, ылғалдандыратын құрылғы, ұлғайтқыш әйнек, сиымдылығы 500 мл цилиндр колбалары, сиымдылығы 1000 мл цилиндр колбалары, зертханалық таразы, тамызғыштар, қысқыштар, дәке.

Зерттелген биологиялық препараттардың қысқаша сипаттамасы төменде берілді:

Superior 1 Growth - өсімдіктердің өсу үрдістерін жақсартатын биологиялық үдеткіш, сұйық тыңайтқыш. Құрамы N:7%; K:1%; CaO:7%; MgO:5%; MnO:0,02%; B₂O₂:0,3%; Mo:0,003%; Fe:0,03%; Zn:0,01% тұрады. Тұқымдардың өнгіштігі мен абиотикалық факторларға бейімделгіштігін арттырады. 100% табиғи өнім. Оңтүстік Кореяда шығарылған.

Биоэнзим+K - құрамы азот, фосфат, калий макроэлементтерінен, радионуклид, энзимдерден тұратын, сулы ерітінді. Өсімдіктер бойын биологиялық үдеткіш ретінде және тұқымдарды себу алдында өңдеу үшін, топырақ құрылымын қалпына келтіріп, өсімдіктердің өсу үрдістерін жақсарту үшін қолданылатын органикалық препарат. Токсинді емес, 100% табиғи өнім. Қазақстан Республикасында шығарылған.

Gumat (калий гуматы) - құрамы 40% калий гуматынан тұратын, өсімдіктердің бойының өсуін қарқындататын органикалық тыңайтқыш. Препарат құрамына биологиялық белсенді аминқышқылдар, ферменттер, дәрумендер мен табиғи үдеткіштер кіреді. Токсинді емес, 100% табиғи өнім. Қазақстан Республикасында шығарылған.

Нано Мелиорант - өсімдіктердің мықты тамыр жүйесі мен жасыл массасын қалыптастырып, келеңсіз табиғи жағдайларға қарсы төзімділікті арттыратын, топырақ құрылымын жақсартатын, құрамы биологиялық ферменттерден тұратын табиғи әмбебап

препарат. Токсинді емес, 100% табиғи өнім. Қазақстан Республикасында шығарылған.

Нано Сера - құрамы нанокүкіртке байытылған және күкірттің ең сіңімді формасынан тұратын, макро- және микроэлементтердің сіңірілуін күшейтетін әмбебап биологиялық препарат. Өсімдіктердің мықты тамыр жүйесін қалыптастыруына, өсу үрдістерінің, яғни, гүлдеу және жеміс салу кезеңдерінің 2 аптаға ерте басталуына, өнімділік пен өнім сапасының артуына оң ықпал етеді. Фунгицидтік және инсектицидтік әсерінің болуына байланысты, тұқымды себу алдында өңдеу үшін аса тиімді. Экологиялық қауіпсіз. Қазақстан Республикасында шығарылған.

ALKARAL Herb - құрамы 2% гумат калийдан, 45 мг/л азоттан, 54,6 мг/л фосфордан, 29,1 г/л калийдан, Ca, Fe, Mn, Cu, Mg және басқа да элементтерден тұратын кешенді әмбебап препарат. Тұқымдардың өсу энергиясын және өнгіштігін арттырады, топырақ құрылымын қалпына келтіруге оң әсер етіп, өсімдіктердің өсуі мен қоректенуі үрдістерін жақсартады. Токсинді емес, 100% табиғи өнім. Қазақстан Республикасында шығарылған.

Scudo - құрамы 9% суда еритін мыстан, 11% күкірттен, 3,5% органикалық азоттан, 9% табиғи аминқышқылдары және пептидтерден, 38% органикалық заттардан тұратын, pH>9-ға тең, тұқымдарды себу алдында өңдегенде, ауру қоздырғыштардың белсенділігі мен дамуын төмендететін, емдік әсері бар органикалық-минералды әмбебап тыңайтқыш, өсімдік бойын биологиялық үдеткіш. Органикалық өндірісте қолдануға рұқсат етілген. Италияда өндірілген.

TRAINER - құрамы 41% органикалық заттардан, 5% органикалық азоттан, 30% табиғи аминқышқылдары мен

пептидтерден (гидролизденген өсімдік ақуыздары), 10% олигосахаридтерден тұратын, pH 4,4 тең, мықты табиғи биологиялық үдеткіш-антистрессант, тұқымды өңдеу және органикалық тыңайтқыш ретінде әмбебап қолданылады. 100% табиғи өнім. Өсімдіктердің барлық абиотикалық стресстерге төзімділігін арттырып, органикалық заттармен қамтамасыз етеді. Органикалық өсімдік шаруашылығында қолдануға рұқсат етілген. Италияда шығарылған.

AMINO CORE - құрамы 30% органикалық заттардан, 18% органикалық карбоннан, 3% органикалық азоттан, 4% калийдің суда еритін оксидінен, pH>11-12 және 23% қой жүнінен алынған аминқышқылдарынан тұратын биологиялық үдеткіш әсері бар, әмбебап органикалық препарат. Өндірушісі - AsyaFert, Қазақстан Республикасы. 100% табиғи өнім.

Зерттеу әдістемелері: ғылыми-зерттеулер «Өсімдік шаруашылығы практикумы», 2018 ж. [16] және «Ауыл шаруашылығы тұқымдары», «Тіршілікке қабілеттілігін анықтау әдістемесі» 12038 84 МСТ-мен орындалды [17].

Пияз және асханалық тамыржеміс-тілердің тұқымдарының өсу энергиясы мен өнгіштігін анықтау үшін, қалдықтар мен қоқыстардан тазартылған 100 дана тұқымнан 4 үлгі алынды. Көкөніс дақылдарының тұқымдары алдын-ала дайындалған құмда өсірілді. Қоқыстар мен зиянды нысандардан тазарту үшін, құм дистилденген сумен жуылып, арнайы електен өткізіліп, 110°C температура жағдайында пеште 90 минут аралығында залалсыздандырылды. Құмды төсеніштер 60%-ға ылғалдандырылып, таразыда 300 грамм есебінен өлшеніп, арнайы ыдыстарға 2/3 биіктігі деңгейінде салынып, тегістелді. Тұқымдар, фракциясына байланысты 0,5-1,5 мм болатындай арақашықтықта қатарланып себілді.

Өңделген тұқымдар дайын ыдыстарға ретпен орналастырылып, температура диапазоны 0°C-тан 40°C-қа дейін қыздыратын, желдеткіші бар термостаттарға орналастырылды. Тұқымдардың өніп-өсуі үрдістері тәулік сайын (24 сағат) бақылауда болды.

Көкөніс дақылдары тұқымдарының өсу параметрлерін анықтау үшін, өсу энергиясы көрсеткіштері 5-тәулікте, өнгіштігі 10-тәулікте зерттелді.

Зерттеу жұмыстары жаңа және алғаш рет жүргізіліп отыр, сол себепті, басқа зерттеулер бойынша салыстырмалы нәтижелердің болмауына байланысты, келтірілген жоқ.

Биологиялық препараттардың мөлшері мен тұқымдарды бұқтыру уақытының ұзақтығы, ресми өндірушілермен ұсынылған ұсыныстар мен көкөніс дақылдары тұқымдарының биологиялық ерекшеліктерін ескере отырып, төменде келтірілген тәжірибе сұлбасы бойынша жүзеге асырылды.

Тәжірибе сұлбасы:

Бақылау нұсқасы (сумен өңдеу), ерітіндіде ұстау уақыты - 60 минут;

Superior 1 Growth, 0,2 мл/1 л суға, ерітіндіде ұстау уақыты - 30 минут;

Биоэнзим+К, 20 мл/0,5 л суға, ерітіндіде ұстау уақыты - 45 минут;

Gumat (калий гуматы), 2,5 мл/1 л суға, ерітіндіде ұстау уақыты - 45 минут;

Нано Мелиорант, 0,35 мл/1л суға, ерітіндіде ұстау уақыты - 30 минут;

Нано Сера, 0,35 мл/1 л суға, ерітіндіде ұстау уақыты - 30 минут;

ALKARAL Herb, 1,5 л/10 л суға, ерітіндіде ұстау уақыты - 60 минут;

Scudo, 2 мл/1 л суға, ерітіндіде ұстау уақыты - 30 минут;

TRAINER, 2 мл/1 л суға, ерітіндіде ұстау уақыты - 30 минут;

AMINO CORE, 8,5 мл/1 л суға, ерітіндіде ұстау уақыты - 45 минут.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Тұқымдардың өніп-өсуі, тыныштық фазасынан белсенді тіршілік әрекетіне ауысатын, өсімдіктер онтогенезінің бастапқы сатысы болып табылады. Тұқымдардың өнгіштігі - көктеп шыққан өскіндер санының себілген тұқымдар санына шаққандағы пайыздық қатынасы және тұқымдық материалдың егістік сапасын анықтайтын негізгі көрсеткіш. Келешек өнім деңгейі тұқым сапасына, яғни оның құрамындағы қоректік заттар қоры, өсу энергиясы және фитосанитариялық тазалығы сияқты негізгі көрсеткіштерге байланысты болады. Сол себепті, өсімдіктердің сапасы мен өнімділікті көтеру мақсатында тұқымды себуге дайындау - негізгі және жауапты іс-шаралар ретінде қарастырылуы керек.

Пияз және тамыржемістілердің тұқымдары құрылымында эфир майларының болуына байланысты өніп-өсу көрсеткіштері баяу болатыны белгілі. Тәжірибеде отандық және шетелдік өндірушілермен жасақталып, ұсынылған биологиялық препараттардың пияз, сәбіз және асханалық қызылша дақылдарының өсу энергиясына және өнгіштігіне әсері зерттелді. Өсу параметрлерін анықтау үшін, өлшемдер 5 және 10-тәуліктерде жасалды. Зерттеу барысында 12038-84 МСТ-на сәйкес тұқымдардың өсу энергиясы, өнгіштігі, өскіндері мен түбіршіктерінің (тамырларының) ұзындығы анықталды.

Тәжірибе нәтижелері бойынша пияз тұқымын биологиялық препараттармен өңдегенде, бақылау нұсқасымен салыстырғанда, тұқымдардың өсу энергиясы 79,2-83,7%-ға, ал өнгіштігі 88,5-93,2%-ға жеткені белгіленді. Тұқымдарды тек сумен өңдегенде, бұл көрсеткіштер біршама төмен келіп, 71,2% және 83,2%-ды құрады. Сонымен қатар, биологиялық үдеткіштерді қол-

дану, өскіндердің қарқынды дамуына және фенологиялық көрсеткіштердің жақсаруына ықпал ететіндігі анықталды. Биологиялық препараттармен өңделген пияз тұқымдарының өсу энергиясы бақылаумен салыстырғанда 8,0%-дан 12,5%-ға, ал өнгіштігі - 5,3%-дан 10,0%-ға артты. Алдын-ала өңделген тұқымдардың өсу үрдістері

қарқынды болуына байланысты, бақылау нұсқасымен салыстырғанда өскіндердің ұзындығы - 3 мм-ден 10 мм-ге, ал тамырларының ұзындығы 1 мм-ден - 4 мм-ге дейін ұзарды. Тәжірибе нұсқалары бойынша тұқымдардың өнгіштігінің шекті арифметикалық ауытқулары белгіленген жоқ (кесте 1).

Кесте 1 - Биологиялық препараттардың пияз тұқымдарының өсу энергиясына және өнгіштігіне әсері, 2024 ж.

Тәжірибе нұсқалары	Уақыт аралығы						Шекті ауытқулар, %
	5-тәулікте			10-тәулікте			
	*ӨҰ, мм	**ТҰ, мм	өсу энергиясы, %	*ӨҰ, мм	**ТҰ, мм	тұқым өнгіштігі,%	
Бақылау (су)	35	14	71,2	54	21	83,2	5,0
Superior 1Growth	38	19	80,7	58	21	90,2	5,0
Биоэнзим+К	41	20	80,5	61	23	90,0	4,0
Gumat (кальций гуматы)	40	22	83,2	63	24	92,5	4,0
Нано Мелиорант	38	21	79,2	57	23	88,5	5,0
Нано Сера	39	19	80,2	60	22	89,2	4,0
ALKARAL Herb	43	21	83,7	64	25	93,0	3,0
Scudo	41	20	81,5	58	22	90,7	4,0
TRAINER	43	20	81,7	61	23	91,0	3,0
AMINO CORE	44	22	83,7	64	23	93,2	4,0
P, %				0,98		0,80	
EТЕА				2,23		2,04	

Шартты белгілер: *ӨҰ - өскіндердің ұзындығы, мм; **ТҰ - тамырларының ұзындығы, мм.

Сәбіз тұқымдарының егістік сапа көрсеткіштерін зерттеу, тұқымдардың өсу энергиясы мен өнгіштік параметрлерінің биологиялық препараттармен өңдегенде жақсаратынын көрсетті. Бұл тәжірибе нұсқаларында, бақылаумен салыстырғанда, сәбіз тұқымдарының өсу энергиясы 70,7%-74,2% аралығында, ал өнгіштігі - 81,5-86,7% аралығында болды. Жалпы, биологиялық препараттармен өңделген сәбіз тұқымдарының өсу көрсеткіштері бақылаумен

салыстырғанда 3,5%-дан 7,0%-ға (өсу энергиясы) және 3,0%-дан 8,2%-ға (өнгіштігі) жоғары келді. Тұқымдардың өнгіштігінің орташа арифметикалық пайызы барлық 4 тәжірибе нұсқалары бойынша шекті рұқсат етілген көрсеткіштерден ауытқыған жоқ. Сәбіз өскіндерінің ұзындығы, соңғы өлшем бойынша (10-тәулікте) бақылаумен салыстырғанда 2 мм-5 мм-ге, түбіршектердің ұзындығы 1 мм-ден 4 мм-ге ұзын болғаны белгіленді (кесте 2).

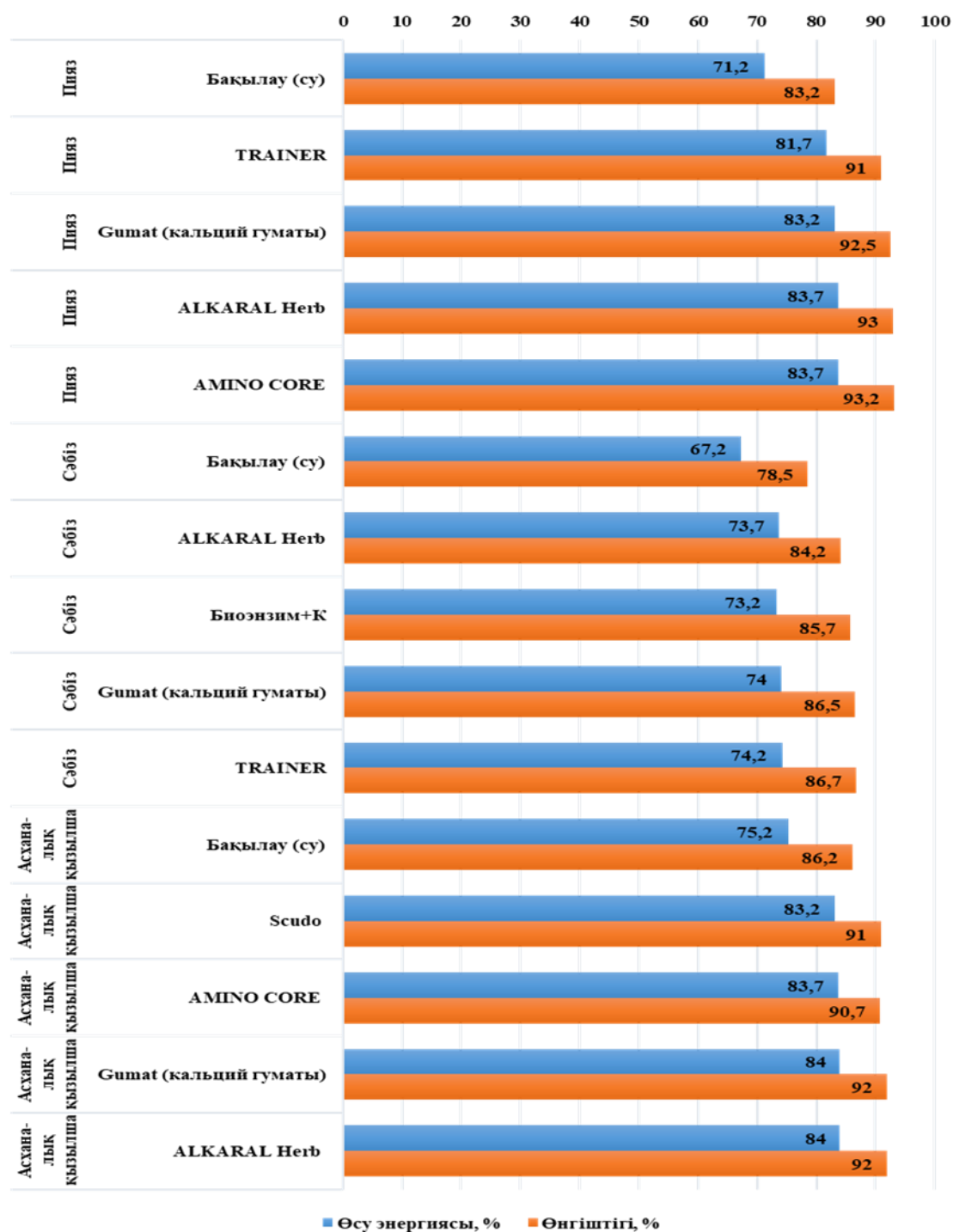
Кесте 2 - Биологиялық препараттардың сәбіз тұқымдарының өсу энергиясына және өнгіштігіне әсері, 2024 ж.

Тәжірибе нұсқалары	Уақыт аралығы						Шекті ауытқулар, %
	5-тәулікте			10-тәулікте			
	*ӨҰ, мм	**ТҰ, мм	өсу энергиясы, %	*ӨҰ, мм	**ТҰ, мм	тұқым өнгіштігі, %	
Бақылау (су)	22	24	67,2	31	27	78,5	5,0
Superior 1 Growth	25	27	72,2	34	28	84,0	4,0
Биоэнзим+К	26	27	73,2	34	30	85,7	4,0
Gumat (кальций гуматы)	27	28	74,0	36	31	86,5	4,0
Нано Мелиорант	25	28	70,7	33	30	82,2	5,0
Нано Сера	26	28	72,0	35	29	83,7	5,0
ALKARAL Herb	28	27	73,7	35	31	84,2	5,0
Scudo	25	26	72,0	36	30	83,0	6,0
TRAINER	31	28	74,2	36	31	86,7	4,0
AMINO CORE	29	28	72,5	35	29	81,5	5,0
P, %				0,94	1,00		
EТЕА				1,92	2,37		

Шартты белгілер: *ӨҰ - өскіндердің ұзындығы, мм; **ТҰ - тамырларының ұзындығы, мм.

Зертханалық тәжірибе нәтижелері сыналған биологиялық препараттардың асханалық қызылша тұқымдарының өсу параметрлеріне оң әсер ететіндігін көрсетті. Тұқымдарды алдынала арнайы ерітінділерде бұқтыру, олардың өсу энергиясы көрсеткіштерін біршама арттыратыны анықталды. Тәжірибе нұсқалары бойынша асханалық қызылша тұқымдарының өсу энергиясы бақылау нұсқасымен салыстырғанда 7,3-8,8%-ға, ал өнгіштігі - 4,3-5,8%-ға жоғары келді. Тек сумен өңделген бақылау нұсқасында тұқымдардың өсу энергиясы мен өнгіштігі ең төмен болды - 75,2% және 86,2%. Биологиялық препараттармен өңделген тұқымдардың өсу энергиясы 82,5-84,0%, өнгіштігі - 90,5-92,0%-ға жетті. Асханалық қызылша өскіндерінің соңғы өлшем бойынша тәжірибе нұсқаларына қарай 4 мм-ден 8 мм-ге, тамырлары - 3 мм-ден 6 мм-ге ұзынырақ келгені белгіленді. Барлық зерттеу нұсқалары бойынша тұқымдардың өнгіштігінің орташа арифметикалық пайызы шекті рұқсат етілген көрсеткіштерден ауытқыған жоқ (кесте 3).

Зерттеу нәтижелері биологиялық препараттардың көкөніс тұқымдарының өсу параметрлеріне әр түрлі әсер ететіндігін көрсетті. Дегенмен, ең жоғары нәтижелер, құрамында гумин қышқылдары бар биологиялық үдеткіштерді қолданғанда тіркелді. Пияз тұқымдарының өсу энергиясы мен өнгіштігі бойынша жоғары тиімділігімен TRAINER (81,7% және 91,0%), Gumat (кальций гуматы) (83,2% және 92,5%), ALKARAL Herb (83,7% және 93,0%) және AMINO CORE (83,7% және 93,2%); сәбіз тұқымдарында - ALKARAL Herb (73,7% және 84,2%), Биоэнзим+К (73,2% және 85,7%), Gumat (кальций гуматы) (74,0% және 86,5%) және TRAINER (74,2% және 86,7%); асханалық қызылша тұқымдарында - Scudo (83,2% және 91,0%), AMINO CORE (83,7% және 90,7%), Gumat (кальций гуматы) (84,0% және 92,0%), ALKARAL Herb (84,0% және 94,0%) биологиялық препараттары жоғары нәтижелер көрсетіп, зерттелген биологиялық препараттар ішінен бөлініп шықты (сурет 1).



Сурет 1 - Көкөніс дақылдары тұқымдарының өсу энергиясы мен өнгіштігі бойынша

Кесте 3 - Биологиялық препараттардың асханалық қызылшасы тұқымдарының өсу энергиясына және өнгіштігіне әсері, 2024 ж.

Тәжірибе нұсқалары	Уақыт аралығы						Шекті ауытқулар, %
	5-тәулікте			10-тәулікте			
	ӨҰ, мм	ТҰ, мм	өсу энергиясы, %	ӨҰ, мм	ТҰ, мм	тұқым өнгіштігі,%	
Бақылау (су)	19	22	75,2	43	28	86,2	4,0
Superior 1Growth	22	22	82,5	47	32	90,7	4,0
Биоэнзим+К	24	27	83,2	51	34	90,5	3,0
Gumat (кальций гуматы)	24	25	84,0	49	34	92,0	5,0
Нано Мелиорант	22	24	82,5	47	32	90,5	5,0
Нано Сера	23	22	82,7	49	33	90,7	4,0
ALKARAL Herb	27	25	84,0	53	34	92,0	5,0
Scudo	23	25	83,2	50	32	91,0	3,0
TRAINER	25	23	83,0	48	31	90,7	3,0
AMINO CORE	26	23	83,7	51	34	92,0	3,0
P, %					1,11	0,80	
EТЕА					2,57	2,04	

ҚОРЫТЫНДЫ

Ғылыми-зерттеу нәтижелері пияз және тамыржемісті дақылдар (пияз, асханалық қызылша) тұқымдық материалдарын себу алдында арнайы биологиялық препараттар ерітінділерінде бұқтыру, тұқымдардың өсу энергиясы мен өнгіштігі параметрлерін жақсартып, өскіндері мен түбіршіктерін (келешек тамырлары) ұзартатынын көрсетті.

Пияз тұқымдарын биологиялық препараттармен өңдегенде, бақылаумен салыстырғанда, тәжірибе нұсқалары бойынша тұқымдардың өсу энергиясы 8,0-12,5%-ға, өнгіштігі - 5,3-10,0%-ға, сәбіз тұқымдары бойынша - 3,5%-7,0% және 3,0-8,2%-ға, асханалық қызылша бойынша - 7,3%-8,8% және 4,3%-5,8%-ға артты.

Сыналған биологиялық препараттардың ішінен көкөніс дақылдары тұқымдарының ең жоғары өсу энергиясы мен өнгіштігі көрсеткіштері бойынша пияз тұқымдарында TRAINER, Gumat (кальций гуматы), ALKARAL Herb және AMINO CORE, сәбіз тұқымдарында

ALKARAL Herb, Биоэнзим+К, Gumat (кальций гуматы) және TRAINER, асханалық қызылша тұқымдарында - Scudo, AMINO CORE, Gumat (кальций гуматы), ALKARAL Herb биологиялық препараттары жоғары нәтиже көрсетіп, бөлініп шықты.

Аталған биологиялық препараттар бойынша пияз тұқымдарының өсу энергиясы мен өнгіштігі бақылаумен салыстырғанда, 10,5% және 7,8%-ға (TRAINER), 12,0% және 9,3%-ға (Gumat (кальций гуматы), 12,5% және 9,8%-ға (ALKARAL Herb), 12,5% және 10,0%-ға (AMINO CORE); сәбіз тұқымдарының өсу көрсеткіштері - 6,5% және 5,7%-ға (ALKARAL Herb), 6,0% және 7,2%-ға (Биоэнзим+К), 6,8% және 8,0%-ға (Gumat (кальций гуматы), 7,0% және 8,2%-ға (TRAINER); асханалық қызылша тұқымдарының өсу көрсеткіштері - 8,0% және 4,8%-ға (Scudo), 8,5% және 4,5%-ға (AMINO CORE), 8,8% және 5,8%-ға (Gumat (кальций гуматы), 8,8% және 5,8%-ға (ALKARAL Herb) артты.

Ғылыми-зерттеу жұмыстары «Қазақстан Республикасында ауыл шаруашылығы өнімдерінің органикалық өндірісінің технологиялық дамуын ғылыммен қамтамасыз ету» тақырыбындағы 2024-2026 жж. ғылыми-техникалық бағдарлама (ЖТН №22885418) аясында жүргізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рябчинская Т.А. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства// Агрохимия. - 2017. - № 12. - С. 62-92.
2. Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве// Защита и карантин растений: журнал для специалистов, ученых и практиков. - 2019. - № 4. - С. 9-14.
3. Андросова Д.Н., Данилова Н.С., Афанасьева Е.А. Влияние предпосевной обработки семян на всхожесть видов рода *Iris*// Наука и образование. - 2017. - №14. - С. 109-110.
4. Блинова З.П. Эффективность комплексного применения гумата калия и микроэлементов на растениях томатов// Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. - 2001. - С. 81-82.
5. Тосунов Я.К. Влияние регуляторов роста на урожай томатов и качество плодов// КубГАУ Агроэкология северо-западного Кавказа: Проблемы и перспективы, ООО «Эльбрус». - 2004. - С.128-133.
6. Байрамбеков Ш.Б. Регуляторы роста// Приложение к журналу «Защита и карантин растений». - 2015. - № 2. - С. 72-74.
7. Байделюк Е.С., Сырмолат О.В. Применение регуляторов роста на томатах в условиях Приморского края// Международный научно-исследовательский журнал. - 2020. - №5 (95). - ч.1. - 101 б.
8. Тютюма Н.В., Кудряшова Н.И. Влияние стимуляторов роста растений на структуру урожая и продуктивность томатов в условиях севера Астраханской области// Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса. - №1 (41). - 2016. - С. 102-103.
9. Aitbayeva A., Zorzhanov B., Mamyrbekov Zh., Absatarova D., Rakhymzhanov B., Koshmagambetova M. Comparison of different types of fertilizers on growth, yield and quality properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) in the Southeast of Kazakhstan// Eurasian Journal of Soil Science, 2021. - Vol. 10, - P. 302-307.
10. Рева М.И. Использование физиологически активных веществ в овощеводстве. - М.: ВНИИО, 2000. - С. 212-213.
11. Исмагилов Р.Р., Зарипов Р.Г., Уразлин М.Х. и др. Овощеводство в Башкортостане. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2009. - 128 с.
12. Литвинова А.Б. Эффективность применения регуляторов роста и микроэлементного комплекса цитовит при выращивании моркови на дерново-подзолистой почве// Агрохимия. - 2019. - № 4. - С. 46-53.
13. Исмагилов Р.Р., Ахияров Б.Г., Юсупов А.Ш. Прогрессивная технология возделывания моркови в КФХ «Агли» Чишминского района Республики Башкортостан// Аграрный вестник Урала. - 2011. - № 3. - С. 62.
14. Dessalew F, Ejeta M, Mola T, Haile M. Effect of halo, hydro and hormonal-priming on germination, seedling growth, seedling vigor and seed yield of carrot (*Daucus carota*) seed// Int J. Nov Res Interdiscip Stud. - 2022. - № 9. - P. 1-8.

15. Tewari N, Singh P, Lal C, Katiyar PK, Vaish CP. Effect of presowing seed treatment on germination, growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). *Seed Res.* - 2019. - № 29. - P. 238-239.

16. Әрінов Қ.К., Можаев Н.И., Шестакова Н.А., Ысқақов М.Ә., Серікпаев Н.А. Өсімдік шаруашылығы практикумы. - Астана: Фолиант, 2018. - С. 10-12.

17. GOST 12038-84 [Электронды ресурc]: docs.cntd.EN/document/ URL://www://https: gost-12038-8. - Date of treatment -25.11.2017, свободный.

REFERENCES:

1. Ryabchinskaya T.A. Sredstva, reguliruyushchie rost i razvitie rastenij, v agrotekhnologiyah sovremennogo rastenievodstva// *Agrohimiya.* - 2017. - № 12. - B. 62-92.

2. Shapoval O.A. Regulatory rosta rastenij v sel'skom hozyajstve// *Zashchita i karantin rastenij: zhurnal dlya specialistov, uchenyh i praktikov.* - 2019. - № 4. - B. 9-14.

3. Androsova D.N., Danilova N.S., Afanas'eva E.A. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan na vskhozhest' vidov roda *Iris*// *Nauka i obrazovanie.* -2017. - №14. - B. 109-110.

4. Blinova Z.P. Effektivnost' kompleksnogo primeneniya gumata kaliya i mikroelementov na rasteniyah tomatov// *Regulatory rosta i razvitiya rastenij v biotekhnologiyah.* - 2001. - B.81-82.

5. Tosunov YA.K. Vliyanie regulatorov rosta na urozhaj tomatov i kachestvo plodov // *KubGAU Agroekologiya severo-zapadnogo Kavkaza: Problemy i perspektivy, OOO «El'brus».* - 2004. - B.128-133.

6. Bajrambekov SH.B. Regulatory rosta// *Prilozhenie k zhurnalu «Zashchita i karantin rastenij».* - 2015. - № 2. - B.72-74.

7. Bajdelyuk E.S., Syrmolot O.V. Primenenie regulatorov rosta na tomatah v usloviyah Primorskogo kraja// *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal.* - 2020. - №5 (95). - ch.1. - B. 101.

8. Tyutyuma N.V., Kudryashova N.I. Vliyanie stimulyatorov rosta rastenij na strukturu urozhaya i produktivnost' tomatov v usloviyah severa Astrahanskoj oblasti// *Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo kompleksa.* - 2016. - №1 (41). - B. 102-103.

9. Aitbayeva A., Zorzhanov B., Mamyrbekov Zh., Absatarova D., Rakhymzhanov B., Koshmagambetova M. Comparison of different types of fertilizers on growth, yield and quality properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) in the Southeast of Kazakhstan// *Eurasian Journal of Soil Science,* 2021. - Vol. 10, - P. 302-307.

10. Reva M.I. Ispol'zovanie fiziologicheski aktivnyh veshchestv v ovoshchevodstve. - M.: VNIIO, 2000. - B. 212-213.

11. Ismagilov R.R., Zaripov R.G., Urazlin M.H. i dr. Ovoshchevodstvo v Bashkortostane. Ufa: Bashkirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2009. - 128 p.

12. Litvinova A.B. Effektivnost' primeneniya regulatorov rosta i mikroelementnogo kompleksa citovit pri vyrashchivanii morkovi na dernovo-podzolistoj pochve// *Agrohimiya.* - 2019. - № 4. - B. 46-53.

13. Ismagilov R.R., Ahiyarov B.G., YUsupov A.SH. Progressivnaya tekhnologiya vzdelyvaniya morkovi v KFH «Agli» CHishminskogo rajona Respubliki Bashkortostan// *Agrarnyj vestnik Urala.* - 2011. - № 3. - B. 62.

14. Dessalew F, Ejeta M, Mola T, Haile M. Effect of halo, hydro and hormonal-priming on germination, seedling growth, seedling vigor and seed yield of carrot (*Daucus carota*) seed// *Int J. Nov Res Interdiscip Stud.* - 2022. - №9. - R. 1-8.

15. Tewari N, Singh P, Lal C, Katiyar PK, Vaish CP. Effect of presowing seed treatment on germination, growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). Seed Res. - 2019. - №29. - R. 238-239.
16. Әрінов Қ.К., Мозхаев Н.І., Шестакова Н.А., Ысқақов М.Ә., Серікпаев Н.А. Өсімдік шаруашылығы практикумы. - Астана: Foliant, 2018. - В.10-12.
17. [Elektrondy resurs]: GOST 12038-84. Rezhim dostupa: docs.cntd.EN/document/ URL://www://https: gost-12038-8. - Date of treatment -25.11.2017, svobodnyj.

РЕЗЮМЕ

А.Т. Айтбаева^{2*}, Т.Е. Айтбаев^{1*}, Л.А. Бурибаева², Ұ.А. Манабаева²
ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ
И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

¹ТОО «Казакский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства»,
050060, Алматы, пр. Серкебаева, 62, Казахстан, *e-mail: aytbayev.t@mail.ru

²Региональный филиал «Кайнар» ТОО «Казакского научно-исследовательского
института плодовоовощеводства», 040917, Алматинская область, п. Кайнар,
ул. Наурыз, Казахстан, *e-mail: aytbaeva_a_86@mail.ru

В данной статье изучено и установлено влияние биологических препаратов на энергию прорастания и всхожесть семян лука, моркови и столовой свеклы. Научные исследования проводились в лабораторных условиях отдела «Технологии возделывания овощных культур (группа агрохимии и защиты растений)» регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казакского научно-исследовательского института плодовоовощеводства». В научной статье приведены данные 2024 года. Результаты лабораторных исследований показали, что предпосевная обработка семян лука и корнеплодов (морковь, столовая свекла) биологическими препаратами улучшали их ростовые параметры. Самые лучшие показатели энергии прорастания и всхожести семян были отмечены на вариантах, где семена лука были обработаны препаратами TRAINER, Gumat (гумат кальция), ALKARAL Herb, и AMINO CORE, на моркови - препаратами ALKARAL Herb, Биоэнзим+К, Gumat (гумат кальция) и TRAINER, на столовой свекле - препаратами Scudo, AMINO CORE, Gumat (кальций гуматы) и ALKARAL Herb. Установлено, что применение биологических препаратов повышало всхожесть семян лука до 5,3-10,0%, моркови - до 3,0-8,2%, столовой свеклы - до 4,3%-5,8%.

Ключевые слова: биологические препараты, лук, морковь, столовая свекла, энергия прорастания семян, всхожесть семян.

SUMMARY

A.T. Aitbayeva^{2*}, T.Ye. Aitbayev^{1*}, L.A. Buribayeva², U.A. Manabaeva²
INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE ENERGY OF GERMINATION AND
GERMINATION OF VEGETABLE SEEDS

¹LLP «Kazakh Research Institute of fruit and vegetable growing», 050060, Almaty,
Serkebayev avenue., 62, Kazakhstan, *e-mail: aytbayev.t@mail.ru

²Regional branch «Kainar» of the «Kazakh Research Institute of fruit and vegetable
growing» LLP, 040917, Almaty region, Kainar village, Nauryz st., 1, Kazakhstan,
*e-mail: aytbaeva_a_86@mail.ru

In this article, the influence of biological preparations on the germination energy and germination of onion, carrot and table beet seeds has been studied and established. Scientific research was carried out in laboratory conditions of the department "Technologies for the cultivation of vegetable crops (group of agrochemistry and plant protection)" of the regional branch "Kainar" of the «Kazakh Research Institute of Horticulture and Vegetables» LLP. The scientific article provides data for 2024. The results of laboratory studies showed that pre-sowing

treatment of onion seeds and root crops (carrots, beets) with biological preparations improved their growth parameters. The best indicators of germination energy and seed germination were noted in variants where onion seeds were treated with TRAINER, Gumat (calcium humate), ALKARAL Herb, and AMINO CORE; on carrots - with ALKARAL Herb, Bioenzyme+K, Gumat (calcium humate) and TRAINER, on table beets - with Scudo, AMINO CORE, Gumat (calcium humates) and ALKARAL Herb. It was found that the use of biological preparations increased the germination of onion seeds to 5,3-10,0%, carrots - to 3,0-8,2%, table beets - to 4,3%-5,8%.

Key words: biological preparations, onions, carrots, beets, seed germination energy, seed germination.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

1. Айтбаева Ақбөпе Теміржанқызы - «Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы «Көкөніс дақылдарын өндіру технологиялары (агрохимия және өсімдік қорғау тобы)» бөлімінің жетекші ғылыми қызметкері, PhD докторы, e-mail: aitbaeva_a_86@mail.ru

2. Айтбаев Теміржан Ерқасымұлы - «Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Басқарма төрағасы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА академигі, e-mail: aitbayev.t@mail.ru

3. Бөрібаева Лаура Әбдірейқызы - «Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы «Көкөніс дақылдарын өндіру технологиялары (агрохимия және өсімдік қорғау тобы)» бөлімінің жетекші ғылыми қызметкері, а.ш.-ғ.кандидаты, e-mail: buribaeva_l_66@mail.ru

4. Манабаева Ұлболсын Аденовна - «Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы «Көкөніс-бақша дақылдарының селекциясы және тұқымшаруашылығы» бөлімінің жетекші ғылыми қызметкері, e-mail: manabaeva1971@mail.ru

SRSTI 68.05.01; 68.33.29

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_4_85

A.D. Gazizov¹, A. Amanzholyzy^{1,2*}, B.M. Amirov³, G.A. Saparov^{1,3}**IMPACT OF ORGANOMINERAL FERTILIZERS-AMELIORANTS BASED ON NATURAL ALUMINOSILICATES AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON A CORN GROWTH. PART 1**¹ *Research Centre of Ecology and Environment of Central Asia (Almaty), 050060, Almaty, al-Farabi avenue, 75 B, Kazakhstan, *e-mail: arai13_95@list.ru*² *Al-Farabi Kazakh National University, 050040, Almaty, al-Farabi avenue, 71, Kazakhstan, *e-mail: arai13_95@list.ru*³ *U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, 050060, Almaty, al-Farabi avenue, 75 B, Kazakhstan*

Abstract. This paper studies the impact of expanded vermiculite, humic substances and organomineral ameliorant fertilizers obtained by immobilizing humic substances on expanded vermiculite on the growth of corn plants. Immobilization of humic substances on natural aluminosilicates, such as expanded vermiculite allows achieving a synergistic effect combining the ameliorative properties of expanded vermiculite, which improves soil structure and water-holding capacity with the fertilizing properties of humic substances, stimulating plant growth and increasing their resistance to stress. In addition, the use of this organomineral ameliorant-fertilizer of prolonged action helps maintain soil fertility for a long time due to the gradual release of nutrients and improvement of the agrochemical characteristics of the soil. Indicators of total biomass, root and aboveground part mass, number and mass of green leaves, as well as morphometric parameters such as plant height and stem thickness were considered in laboratory experiments. The obtained results demonstrate a significant improvement in plant growth when using the developed ameliorant fertilizers under conditions of moisture deficiency and highly depleted soils. According to the results of the experiment, the total biomass with roots increased by 57.3% when using expanded vermiculite and by 80.7% when adding humic substances. The use of the ameliorant fertilizer "GumiVer" (soil:GumiVer/9:1) increased the biomass by 127.6% compared to the control, which confirms the synergistic effect between the components of the ameliorant fertilizer. The increase in the mass of the aboveground part and the mass of roots when using the ameliorant fertilizer "GumiVer" was 135.8 and 107.3%, respectively.

Key words: ameliorant, biofertilizer, expanded vermiculite, humic substances, biologically active substances.

INTRODUCTION

Decrease in soil fertility in Kazakhstan is a serious problem that has a negative impact on crop yields and food security of the country. In Kazakhstan, due to its geographical location and arid climate, issues of preservation and restoration of soil fertility require special attention. According to the author [1], up to 30% of humus has been lost in the non-irrigated zone of Northern Kazakhstan compared to the natural state, and up to 50% in irrigated soils of southern Kazakhstan, due to secondary salinization processes and soil pollution.

The excessive use of chemical fertilizers and pesticides is one of the

reasons for the deterioration of soil properties. The use of synthetic fertilizers reduces the level of organic matter in the soil and leads to a decrease in its fertility. In addition, excessive use of fertilizers causes the accumulation of salts in the soil, which makes it less suitable for agriculture. This is especially problematic in regions with insufficient rainfall, where salts can accumulate in the surface layers of the soil.

In this regard, the development of organomineral ameliorant fertilizers based on natural minerals and biologically active compounds seems to be a very promising direction for improving soil properties and increasing the productivity of agricultural crops [2]. Among natural minerals, alumi-

nosilicate minerals can be distinguished. Such minerals include expanded perlite and vermiculite. The advantage of natural minerals is their low cost and functional ability to act as ameliorants [3-5].

Expanded vermiculite is a natural aluminosilicate that increases in volume during heat treatment due to the expansion of its layered structure. This material has unique physical and chemical properties, which makes it valuable in various industries, including agriculture. Expanded vermiculite has high porosity, which helps retain moisture and air in the soil. The ability of expanded vermiculite to adsorb water and nutrients, retain and gradually release them to plant roots reduces the loss of water and nutrients and ensures their long-term supply.

The expanded vermiculite is neutral to acids and alkalis, making it safe for use in agriculture without the risk of changing the acid-base balance of the soil. The expanded vermiculite does not decompose under the influence of microorganisms, does not emit toxic substances, and does not contain heavy metals, which makes it safe for use in environmentally friendly farming. The vermiculite contains magnesium, potassium, calcium and other microelements, which are additional nutrients for plants. The expanded vermiculite is used to improve the soil structure, increasing its looseness and water-holding capacity. This is especially useful for heavy or sandy soils, improving drainage and preventing nutrient leaching [6-8]. In general, the expanded vermiculite is a valuable material for improving the physical properties of soil, increasing crop yields and sustainability of agricultural crops.

Humic substances (HS) produced from various raw materials of organic nature, which easily included in the natural cycles of substances that activate the growth and development of living organisms. The presence of various functional

groups in the HS, including aromatic structures determines their active participation in sorption processes, in reducing the mobility and bioavailability of toxic elements. Due to these properties, HS are recommended for practical use in many areas, including the restoration of the ecological state of soils exposed to chemical pollution, in particular heavy metals.

Humic products are most widely used in agriculture as plant growth stimulants, and mainly in the form of easily soluble salts of humic acids with alkali metals. They are physiologically active forms of humic acids and act at the cellular level - they change the permeability of cell membranes; increase enzyme activity and the rate of physiological and biochemical processes; stimulate respiration, protein and carbohydrate synthesis in plants. The use of these preparations leads to an increase in crop yields, especially in unfavorable climatic conditions. Being non-specific activators of the immune system, humic products increase plant resistance to various diseases. Experiments with various crops of higher plants have shown that the use of industrial humates (salts of humic acids) of sodium, potassium and ammonium, regardless of the source of raw materials for their production. They in optimal doses significantly stimulates seed germination, improves respiration and nutrition of plants, increases the length and biomass of plant sprouts, enhances enzymatic activity and reduces the entry of heavy metals and radionuclides into plants. The positive effect of humic substances on plant growth is usually associated not only with the direct interaction of humic substances molecules with roots ("hormone-like activity") and activation of physiological processes in the plant, but also through the manifestation of various indirect effects. For instance, humic products are capable of buffering pH that increasing water retention and mobilizing

the availability of nutrients [9-13]. Therefore, the creation of new organomineral fertilizers-ameliorants possessing fertilizing, meliorating and structure-forming effects can be used in agriculture to increase the fertility of degraded and low-productivity soils by improving their nutritional, physical-mechanical and water-saving properties, as well as the ability to convert toxicants - heavy metals into an immobile form that creating conditions for obtaining environmentally friendly plant products.

The main purpose of this study is to develop an organomineral fertilizer-ameliorant based on expanded vermiculite and humic substances and their effect on corn growth. For this purpose, pot experiments were conducted both using the developed preparations and with individual components of the preparation to test the hypothesis about the possible synergy of their properties.

MATERIALS AND METHODS

Natural sorbents and biologically active additives were used as a prepared of organomineral ameliorant fertilizer. For the production of organomineral ameliorant fertilizer, industrially produced samples of expanded vermiculite from the Kulantau deposit (Avenue LLC) and potassium humate (Black Biotechnology LLC) were used.

Main characteristics of expanded vermiculite grade M-150: bulk density of expanded vermiculite up to 140 kg/m³, mass fraction of moisture from 0.15–0.8%. Water capacity is 345.0%. Granulometric composition of expanded vermiculite is from 0.1 to 7.0 mm. The main fraction is from 1.0 to 2.0 mm in size with a mass fraction of 53%. With a size from 2.0 to 5.0 mm, the mass fraction is 35.2% of the total mass. The chemical composition of the HS is in table 1.

Table 1. Chemical composition of the Humic substance solution (according to the manufacturer)

№	Sample	Determined indicators	The actual obtained results
1	Potassium humate solution	Total fulvic acid content	16.11 g/dm ³
2		The share of fulvic acids in the total content of humic substances	61%
3		Total dissolved humic acids	10.49 g/dm ³
4		The share of humic acids in the total content of humic substances	39%
5		Total nitrogen (N)	45.00 mg/dm ³
6		Total phosphorus (P)	54.60 mg/dm ³
7		Potassium (K)	29.1 g/dm ³

Pre-weighed samples of expanded vermiculite were dried to a constant mass in order to produce the ameliorant fertilizer. Then, with constant stirring, a 2% solution of humic substances is added to the expanded vermiculite until they are completely evenly distributed in the total mass. The volume of the humic substance solution corresponds to 80% of the maximum moisture capacity of the expanded vermiculite. The obtained preparation was incubated for 24 hours to fully equalize the humic substance content on the natural

carrier. Then the samples were dried to an airdry state under ambient conditions. The thusmade ameliorant-fertilizer based on expanded vermiculite immobilized with humic substances is conventionally called "GumiVer".

Soil. In the experiments used soil selected in the foothill-steppe zone of the Almaty region near the village of Koldi, Karasai district on an old-irrigated, old-arable, depleted and degraded site with coordinates: 43°19'31.8"N 76 °42'44.9"E (figure 1).

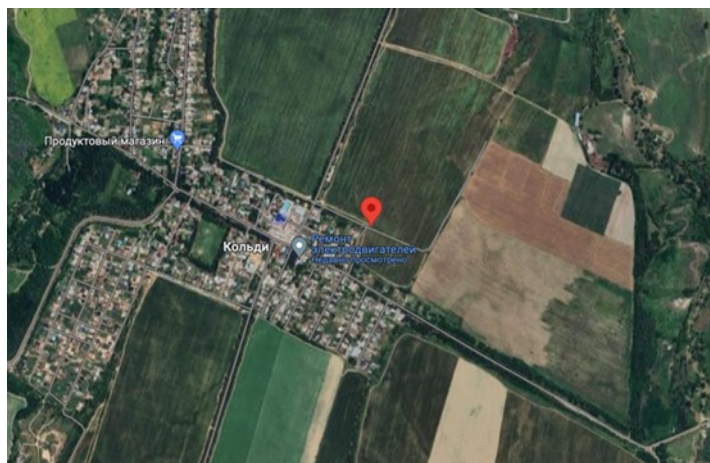


Figure 1 - Soil sampling site: Koldi village, Karasai district, Almaty region, Kazakhstan (43°19'31.8"N 76°42'44.9"E)

These soils are mostly all plowed and are actively used in agriculture for growing grains, soybeans and various grasses. According to the granulometric composition, the selected soil is sandy-silty-silty, physical clay in the soil is 39.3% (medium loam).

The humus content of the soil was 0.59% (very low) and mobile nitrogen was 36.4 mg/kg (low); mobile phosphorus was 36 mg/kg (high) and mobile potassium was 236 mg/kg (average). The total nitrogen content was 0.056%, the total phosphorus content was 0.06%, and the total

potassium content was 3.0%. The sum of absorbed bases was 13.74 mg-eq. /100 g, calcium and magnesium cations predominate in the sum of absorbed bases; CO₂ was 5.6% (strongly carbonate).

The selected soil was thoroughly mixed before the experiment and sifted through a sieve with 2 mm mesh sizes. Before filling the vessels, the soil was thoroughly mixed with the studied ameliorant fertilizers according to the experiment variants. The working moments of the experiment are shown in figure 2.

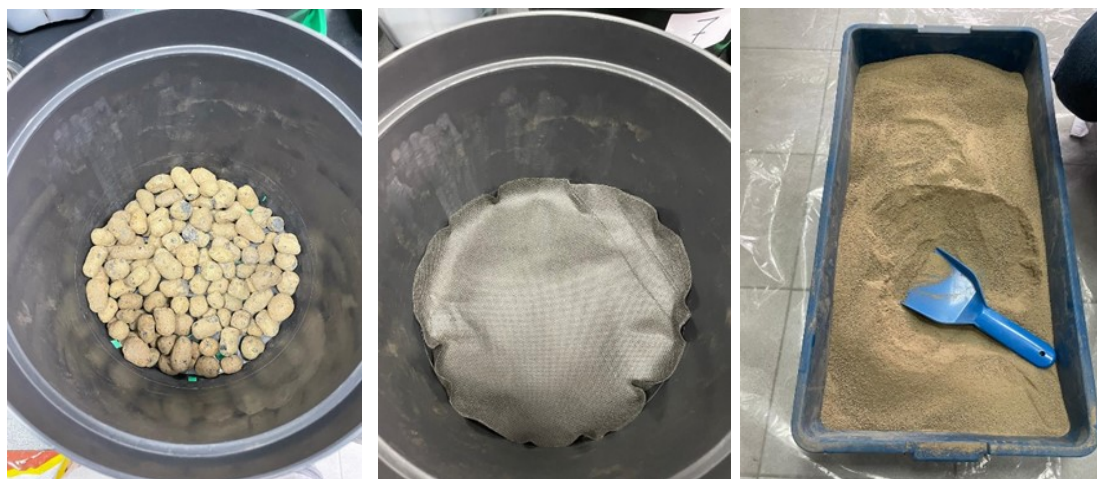


Figure 2 - Working moments of the experiment

Plastic container pots were used for the experiment. At the bottom of the container, a filter was created from expanded clay and fabric circles. The lowest moisture capacity (MC) of the soil was 25% according to RD 52.33.219 - 2002 in laboratory conditions.

The experiment was conducted on early-ripening corn plants of the FAO 160 variety provided by «KUSTO GROUP». The corn seeds were sown to a depth of about 3 cm in each container-pot. All containers were watered manually; the required amount of water was calculated to maintain HB at 40% by weighing each container. In order to eliminate the influence of indoor lighting, the position of each container was spatially changed once a week. All experimental variants were carried out in 4 repetitions.

Preparation of substrates and experimental design

The following substrate compositions were prepared for the experiment:

1. Soil 5 l;
2. Expanded vermiculite 5 l;
3. GumiVer 5 l;
4. Soil 5 l + HS 0.2 l;
5. Soil 4.5 l + Expanded vermiculite 0.5 l;
6. Soil 4.0 l + GumiVer 1.0 l (4:1);
7. Soil 4.5 l + GumiVer 0.5 l (9:1);
8. Soil 4.75 l + GumiVer 0.25 l (19:1).

The total volume of all substrates was 5 l.

The design of the experiment is based on the hypothesis that synergy will be achieved when using the developed ameliorant fertilizer "GumiVer" as opposed to using each of its components separately. Therefore, the first series of experiments were set up as follows:

Soil 5 l – control;

Soil 5 l + HS 0.2 l, this amount of humic substances corresponds to its content in the composition of "GumiVer";

Soil 4.5 l + 0.5 l Expanded vermiculite, where the amount of expanded

vermiculite corresponds to its content in the composition of "GumiVer";

Soil 4.5 l + 0.5 l GumiVer;

In the second series, various contents of GumiVer in the composition of the substrate were compared to determine the most optimal dose for its application to the soil.

Soil 5 l – Control;

Soil 4.0 l + GumiVer 1.0 l (4:1);

Soil 4.5 l + GumiVer 0.5 l (9:1);

Soil 4.75 l + GumiVer 0.25 l (19:1);

In addition, pure expanded vermiculite and GumiVer were used for comparison.

Research methods.

For the agrochemical characterization of the soil used in the experiment, analytical work was carried out in the analytical laboratory of the U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Architecture using methods generally accepted in soil science and agrochemistry [14-15]: total humus – according to Tyurin, total nitrogen – according to Kjeldahl, easily hydrolyzed nitrogen – according to Tyurin-Kononova, mobile phosphorus and potassium – according to Machigin; pH – potentiometrically, CO₂ – with a calcimeter, absorbed bases Ca⁺, Mg⁺ – trilonometrically, K⁺, Na⁺ – on a flame photometer.

During the main growth and development phases of maize plants, biometric studies and selections of plant samples were conducted to study their growth and development dynamics depending on various types and doses of nitrogen fertilizers. The leaf surface area and photosynthetic productivity were determined using the formula of A.A. Nichiporovich, L.E. Stroganov, and others [16].

The obtained experimental material was processed statistically according to B.A. Dospekhov [17] and V.N. Peregudov [18].

The experimental data were subjected to statistical analysis using the analytical package Excel. The analysis of the

regression dependence, taking into account the effect and interaction of the substrate components on the growth indicators of corn was carried out using a nonlinear regression model. Regression equations were constructed by sequential evaluation and exclusion of insignificant regression terms ($P < 0.05$). The consistency of theoretical and actual data was estimated using the determination coefficient (R^2). The effects and interactions of the factors under study were presented in the form of a regression equation:

$$Y = a_0 + a_1x_1^{0.5} + a_2x_1 + a_3x_2^{0.5} + a_4x_2 + a_5x_3^{0.5} + a_6x_3 + a_7(x_1x_2)^{0.5} + a_8(x_1x_3)^{0.5} + a_9(x_2x_3)^{0.5} \quad (1)$$

where:

Y – resulting (dependent) factor;

a_0 – a free term reflecting the value of the resulting factor without using the factors being studied; $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ – regression coefficients reflecting the action and interaction of factors;

x_1, x_2 и x_3 – the studied substrate components were the proportion of soil and vermicompost, and the dose of humic salt, respectively.

RESULTS AND DISCUSSION

The creation of new organomineral ameliorant fertilizers with fertilizing, meliorating and structure-forming effects can be used in agriculture to increase the fertility of degraded, low-productivity soils by improving their nutritional, physical-mechanical and water-saving properties [19].

Therefore, the development of new types of ameliorant fertilizers based on Kazakh raw materials and the study of their properties seems very promising. The experimental data were subjected to regression analysis to identify the dependence of the studied biometric indicators on the composition of the substrate.

The results of the experiment showed that the greatest increase in the total biomass and other parameters of corn growth is observed when using the ameliorant fertilizer "GumiVer" (table 2). The study of the impact of the ameliorant fertilizer "GumiVer" and its components - expanded vermiculite and humic substances on the growth of corn was conducted within the framework of two series of experiments. In the first series, the impact of individual components and their combination in the composition of "GumiVer" was assessed; and in the second series, different dosages of the ameliorant fertilizer in the soil.

During the first series of experiments, a comparison was made between the control soil sample and substrates containing humic substances, expanded vermiculite and GumiVer. The amounts of humic substances and expanded vermiculite in the substrate exactly matched their amounts in the composition of the ameliorant fertilizer GumiVer, and the ratio Soil:GumiVer was 9:1 in volume terms.

Comparison of the main morphometric parameters for the first series of experiments allows us to arrange the studied substrates in the following order: Control (soil) < Expanded vermiculite < HS < GumiVer.

As can be seen from table 3, the total biomass with roots increased by 57.3% when using expanded vermiculite and by 80.7% when adding HS. The use of GumiVer increased the biomass by 127.6% compared to the control, which indicates its effectiveness. The increase in the mass of the above-ground part and the mass of roots when using GumiVer was 135.8 and 107.3%, respectively.

Table 2 - The impact of the ameliorant fertilizer GumiVer in the substrate on the corn growth

Corn parameters Substrate composition	Total biomass with roots, g	Weight of above-ground part, g	Root mass, g	Total number of green leaves, pcs.	Weight of green leaves, g	Plant height, cm	Stem thickness at the first node, mm	Plant leaf area, mm ²
1. Soil 5 l (Control)	1.92	1.37	0.55	3.95	0.69	14.19	1.96	49.92
2. Expanded vermiculite 5 l	2.38	1.02	1.36	3.25	0.42	13.89	1.55	28.59
3. GumiVer 5 l	3.76	1.56	2.22	3.44	0.62	16.25	1.85	39.92
4. Soil 5 l + HS 0.19 l	3.47	2.41	1.03	5.3	1.09	19.65	2.21	72.2
5. Soil 4.5 l + Expanded vermiculite 0.5 l	3.02	2.25	0.75	4.38	1.02	20.33	2.45	63.1
6. Soil 4.0 l + GumiVer 1.0 l (4:1)	4.01	2.63	1.4	5.65	1.18	24.93	2.28	74.55
7. Soil 4.5 l + GumiVer 0.5 l (9:1)	4.37	3.23	1.14	6.06	1.46	24.81	2.43	97.1
8. Soil 4.75 l + GumiVer 0.25 l (19:1)	3.07	2.4	0.67	5.5	1.13	17.67	2.37	76.69
LSD _{0.5}	0.21	0.25	0.15	0.47	0.15	1.05	0.15	7.91
Accuracy of the experiment, %	2.15	4.27	4.39	3.41	5.26	1.9	2.34	4.29

Table 3 - Comparison of morphometric parameters of corn using different substrates

Parameters	Substrate				Difference, %		
	Soil (control)	Soil+Expanded vermiculite	Soil+ HS	Soil+ GumiVer	Soil+ Expanded vermiculite	Soil+ HS	Soil+ GumiVer
Total biomass with roots, g	1.92	3.02	3.47	4.37	57.3	80.7	127.6
Weight of above-ground part, g	1.37	2.25	2.41	3.23	64.2	75.9	135.8
Root mass, g	0.55	0.75	1.03	1.14	36.4	87.3	107.3
Number of green leaves, pcs.	3.95	4.38	5.30	6.06	10.9	34.2	53.4
Weight of green leaves, g	0.69	1.02	1.09	1.46	47.8	58.0	111.6
Plant height, cm	14.19	20.33	19.65	24.81	43.3	38.5	74.8
Stem thickness, mm	1.96	2.45	2.21	2.43	25.0	12.8	24.0
Leaf area, mm ²	49,92	63,10	72,20	97,10	26,4	44,6	94,5

"GumiVer" shows the best results in all indicators in comparison with the use of its individual components (expanded vermiculite and HS). This confirms our hypothesis about the synergy that occurs as a result of immobilization of humic substances on expanded vermiculite. The substrate with "GumiVer" demonstrates a significant improvement in biomass, mass of the abo-

ve-ground part, the number of leaves and their area, which makes it the most effective for improving the corn growth.

The use of expanded vermiculite or humic substances separately also gives improved results compared to the control, however they do not achieve the same effect as the ameliorant fertilizer "GumiVer" developed on their basis (figure 3).

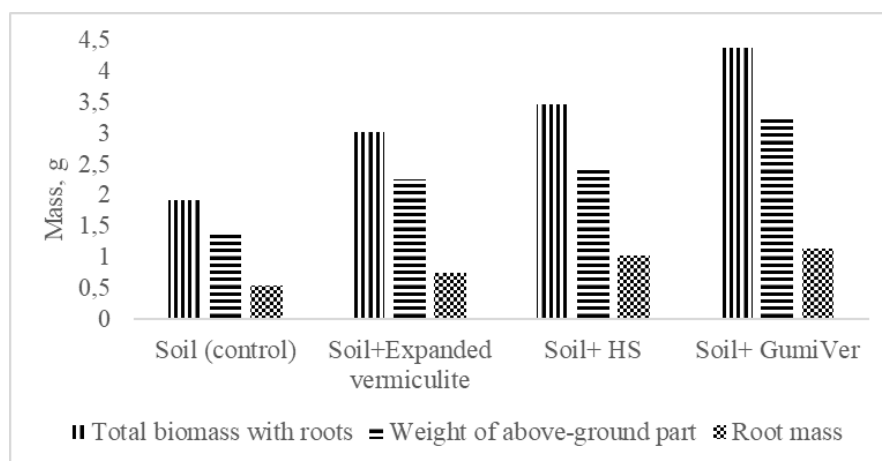


Figure 3 - Impact of different substrates on the corn growth

The dosage of 1 l (4:1) also shows good results; however, increasing the dosage does not lead to a significant increase in efficiency. It is possible that the increase in the content of "Gumiver" in the substrate stimulates the growth and activity of soil

microorganisms, followed by competition of microphores for nutrients with plants. The dosage of 0.25 l (19:1) gives results better than the control, however was significantly inferior to higher doses (figure 4).

Table 4. Comparison of morphometric parameters of corn at different dosages of the ameliorant-fertilizer "GumiVer"

Parameters	Soil (control)	GumiVer			Difference, %		
		4:1	9:1	19:1	4:1	9:1	19:1
Total biomass with roots, g	1.92	4,01	4,37	3,07	108,9	127,6	59,9
Weight of above-ground part, g	1.37	2,63	3,23	2,40	92,0	135,8	75,2
Root mass, g	0,55	1,40	1,14	0,67	154,5	107,3	21,8
Number of green leaves, pcs.	3,95	5,65	6,06	5,50	43,0	53,4	39,2
Weight of green leaves, g	0,69	1,18	1,46	1,13	71,0	111,6	63,8
Plant height, cm	14,19	24,93	24,81	17,67	75,7	74,8	24,5
Stem thickness, mm	1,96	2,28	2,43	2,37	16,3	24,0	20,9
Leaf area, mm ²	49,92	74,55	97,10	76,69	49,3	94,5	53,6

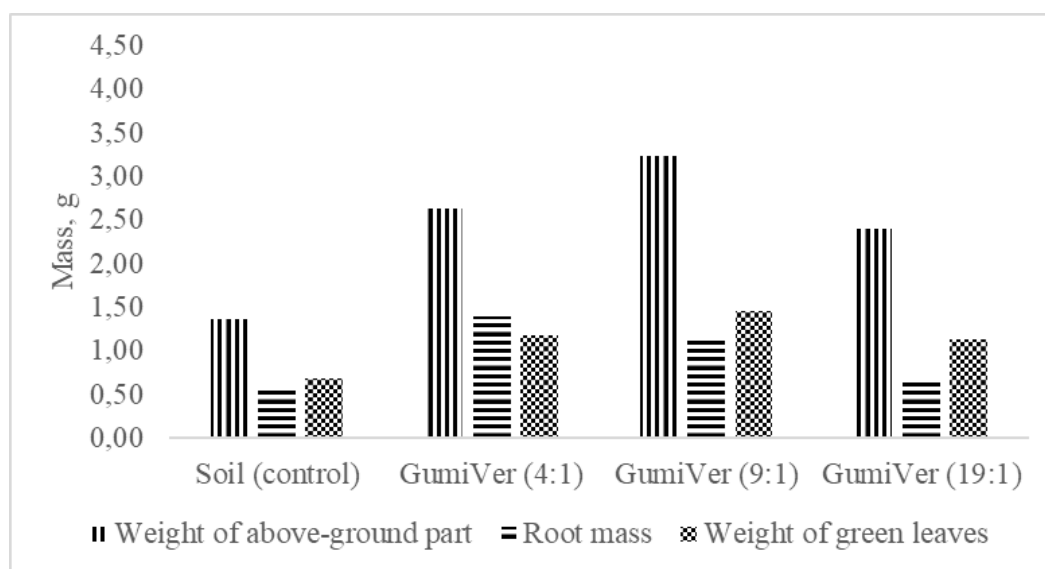


Figure 4 - Impact of different dosages of GumiVer on the corn growth

The use of pure expanded vermiculite showed a positive impact on root mass (+147%), however, at the same time reduced such important indicators as the mass of the aboveground part, the number

of leaves and the leaf area. "GumiVer" (in pure form and mixed with soil) provides a more significant improvement in the corn growth compared to pure expanded vermiculite (figure 5).

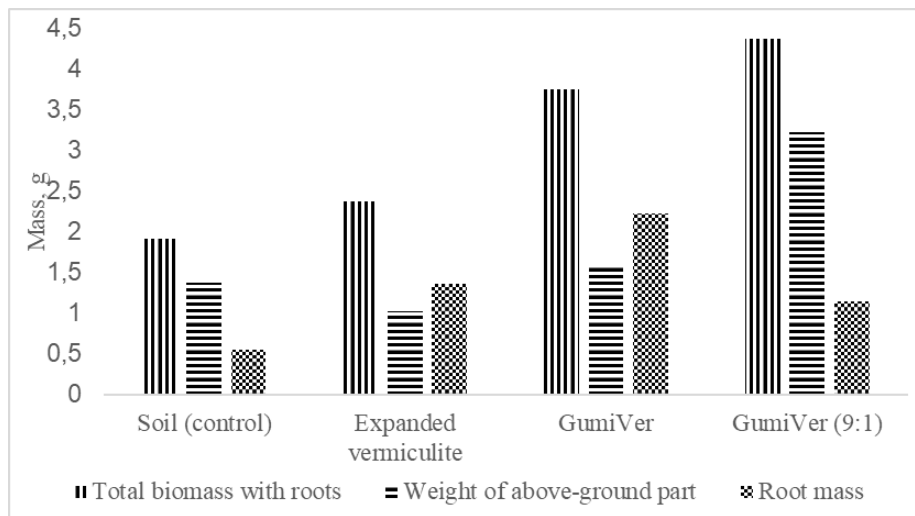


Figure 5- The impact of expanded vermiculite, the ameliorant fertilizer GumiVer and the mixture Gumiver:Soil (9:1) on the corn growth

In all likelihood, the ameliorant-fertilizer "Gumiver" in optimal combination with soil in the substrate stimulates metabolic processes in plants and increases their growth activity.

Mathematical analysis showed a complex nonlinear regression relationship between the studied substrate components and biometric indicators, which is confirmed by high values of the determination coefficients ($R^2 = 0.917-0.982$).

The regression relationship of biometric indicators of corn (U) with the studied variants of the combination of substrate components with different proportions of expanded vermiculite (x_1), soil (x_2) and treatment with humic salt (x_3) is reliably described by the following equations (2-9).

Total plant biomass:

$$Y = 748,16 - 745,78x_1^{0,5} - 746,24x_2^{0,5} - 94,81x_3 + 107,59x_3^{0,5} + 562,13(x_1x_2)^{0,5} - 11,40(x_1x_3)^{0,5} - 61,73(x_2x_3)^{0,5}; R^2 = 0,982 \quad (2)$$

Aboveground mass of plants, g:

$$Y = 535,5 - 534,49x_1^{0,5} - 534,14x_2^{0,5} - 71,45x_3 + 79,94x_3^{0,5} + 562,13(x_1x_2)^{0,5} - 11,40(x_1x_3)^{0,5} - 45,65(x_2x_3)^{0,5}; R^2 = 0,962 \quad (3)$$

Plant root mass, g:

$$Y = 197,09 - 195,73x_1^{0,5} - 196,53x_2^{0,5} - 21,39x_3 + 25,33x_3^{0,5} + 173,36(x_1x_2)^{0,5} - 3,09(x_1x_3)^{0,5} - 14,69(x_2x_3)^{0,5}; R^2 = 0,968 \quad (4)$$

Number of leaves, pcs:

$$Y = 3,28 + 0,66x_2^{0,5} - 5,57x_3 + 5,68x_3^{0,5} + 1,52(x_1x_2)^{0,5}; R^2 = 0,923 \quad (5)$$

Leaf weight, g:

$$Y = 221,27 - 220,85x_1^{0,5} - 220,58x_2^{0,5} - 30,21x_3 + 33,1x_3^{0,5} + 196,15(x_1x_2)^{0,5} - 2,69(x_1x_3)^{0,5} - 18,7(x_2x_3)^{0,5}; R^2 = 0,950 \quad (6)$$

Plant height, mm:

$$Y = 3832,74 - 3818,85x_1^{0,5} - 3818,56x_2^{0,5} - 457,69x_3 + 515,46x_3^{0,5} + 3392,71(x_1x_2)^{0,5} - 55,4(x_1x_3)^{0,5} - 298,55(x_2x_3)^{0,5}; R^2 = 0,973 \quad (7)$$

Stem thickness, mm:

$$Y = 1,959 - 0,409x_1^{0,5} + 3,419x_3^{0,5} + 2,413(x_1x_2)^{0,5} - 3,128(x_1x_3)^{0,5} - 2,808(x_2x_3)^{0,5};$$

$$R^2 = 0,917 \quad (8)$$

Leaf area, mm²:

$$Y = 15115,6 - 15087x_1^{0,5} - 15065,7x_2^{0,5} + 2260,12x_3^{0,5} - 2095,27x_3 + 13384(x_1x_2)^{0,5} - 153,526(x_1x_3)^{0,5} - 1273,28(x_2x_3)^{0,5}; R^2 = 0,972 \quad (9)$$

Thus, the introduction of expanded vermiculite and HS into the soil substrate has a significant impact on the corn growth. However, combinations of these substances in the composition of the ameliorant fertilizer "GumiVer" contribute to a greater increase in biomass, aboveground part and other growth indicators.

It should be noted that the studied range of shares and doses of substrate components in the experiment does not allow extrapolating the results beyond them due to the insufficiency of their combination. Therefore, it is not possible to apply the obtained equations for practical use in composing substrate components. The obtained experimental results are of scientific value and show the possibility of combining the studied components in composing substrates. For the widespread use of various combinations of these components, further research is needed to more thoroughly study the mechanisms of interaction of these components in field conditions on the productivity of agricultural crops and soil fertility.

CONCLUSION

The developed ameliorant-fertilizer "GumiVer" based on expanded vermiculite immobilized with HS has the greatest positive impact on plant growth compared to the separate use of its components. All key growth parameters: biomass, weight of the aboveground part, weight of roots, plant height and leaf area are significantly improved when using "GumiVer".

The first series showed that the use of individual components (expanded vermiculite and humic substances) has a positive impact on plant growth compared to the control; however, does not achieve the same impact as their combined use in the composition of "GumiVer". For instance, the total biomass with roots when using expanded vermiculite increased by 57%, and humic substances by 81%, while the combined use in the composition of "GumiVer" led to an increase of 127%. The mass of the aboveground part increased by 136% when using "GumiVer" compared to 64% for expanded vermiculite and 76% for humic substances.

These results confirm our hypothesis about the synergy between the compo-

nents of GumiVer. The combination of expanded vermiculite and humic substances has a more pronounced positive impact on plant growth and development than their separate use.

In the second series, different dosages of GumiVer were compared to determine the optimal concentration:

- The dosage of 1 l (4:1) increased biomass by 109%, the weight of the aboveground part by 92% and the weight of the roots by 155%.
- The dosage of 0.5 l (9:1) showed the greatest increase in all parameters, increasing biomass by 127%, the weight of the aboveground part by 136%, the weight of the roots by 107% and the leaf area by 94%.
- The dosage of 0.25 l (19:1) also gave positive results, however was less effective compared to higher dosages.

Thus, the most optimal dosage for the use of "GumiVer" was the proportion of 9:1 (soil:GumiVer), at which the maximum growth of biomass, leaves and roots was observed. The use of pure expanded vermiculite increases the mass of roots (+147%), however reduces the mass of the aboveground part (-26%) and the area of leaves (-43%). This indicates a limited impact of expanded vermiculite as an ameliorant fertilizer, especially in terms of the development of the aboveground part of the plant.

Pure application of "GumiVer" (without soil) also leads to an increase in biomass (+96%) and the mass of the aboveground part (+14%); however, these results are inferior to the indicators of combined use with soil. Thus, the results of the experiment demonstrate that the ameliorant fertilizer "GumiVer" is highly effective that significantly improving the growth and development of corn. The most optimal option for its use is a proportion of 9:1, which makes "GumiVer" a promising tool for increasing crop yields and improving soil quality.

This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant Project AP23489073).

REFERENCES

1. Akhanov Zh.U. Analytical note on the development trends of soil science.// J Soil Science and Agrochemistry. - 2008. - № 1. - P. 6-12.
2. Calvo P; Nelson L and Kloepper JW. Agricultural uses of plant biostimulants// Plant and Soil. - 2014. - T. 383 (1-2), - P. 3-41.
3. Kremenetskaya I, Ivanova L, Chislov M, Zvereva I, Vasilieva T, Marchevskaya V, Semushin V, Slukovskaya M. Physicochemical transformation of expanded vermiculite after long-term use in hydroponics. Applied Clay Science, 2020, Vol. 198.
4. A. Muller, M. Ferré, S. Engel, A. Gattinger, A. Holzkämper, R. Huber, M. Müller, J. Six. Can soil-less crop production be a sustainable option for soil conservation and future agriculture?, Land Use Policy. Vol. 69. 2017. - P.102-105.
5. Gruda N, Caron J, Maher M and others. Growing Media, 2017, Encyclopedia of Soil Science, Vols i-iii, 3rd Edition, p.1053-1058.
6. De Oliveira DS, Jaerger S and Marangoni R. Mechanochemical Synthesis of Expanded Vermiculite with Urea for Filler into Alginate// Collagen Spherical Capsules: A Urea Slow-release System Orbital-the Electronic Journal of Chemistry, 2021, 13 (2), p.124-130
7. Ilyasov B.K., Batkhieva G.B., Tulemetova S.E., Shatmanov K.K., Toktarova G.K. Microstructure of mountain minerals (vermiculite) and their use in industry and agriculture. Bulletin of Science of Southern Kazakhstan. 2021. № 4 (16). - P . 259-265.
8. Kalyanov N.N. Vermiculite, its properties, technology and areas of application. J Vermiculite. M.: Tekhizdat, 2004. p. 110-123.
9. Kratochvílová R, Klucáková M and Sedláček P. Application of humic substances through the controlled release systems, 2017, 8th international conference on nanomaterials - research & application (nanocon 2016), p.379-382
10. Sirbu C; Cioroianu TM; Vasile DI and others. Fertilizers with Humic Substances - Some Characteristics. Revista de Chimie, 2015, 66 (7), p.1061-1063
11. Aleksandrov I.V., Yukhnovets, L.B. Biologically active ameliorants based on humic substances of brown coals and natural zeolites: I.V. Aleksandrov, L.B. Yukhnovets. J Chemistry of solid fuel. 1994. - № 3. p. 10.
12. Bezuglova O.S. Humic preparations as growth stimulants for plants and microorganisms (review): O.S. Bezuglova, E.A. Polienko, and A.V. Gorovtsov. J Bulletin of the Orenburg State Agrarian University, 2016. № 4 (60). p. 11-14.
13. Pukalchik M., Kydralieva K., Yakimenko O., Fedoseeva E., Terekhova V. Outlining the potential role of humic products in modifying biological properties of the soil - a review. J Front. Environ. Sci. 2019. V.7. - p. 80-85.
14. Arinshkinau E.P. Guide to chemical analysis of soils. - M.: Moscow State University. 1977. - 489 p.
15. Aleksandrova L.N., Naidenova O.A. Laboratory and practical classes in soil science. L.: Agropromizdat. 1986. - 295 p.
16. Nichiporovich A.A., Stroganova L.I.E., Chmora S.N. Photosynthetic activity of plants in crops (methods and tasks of accounting in connection with the formation of yields). M.: USSR Academy of Sciences. 1961. - 133 p.
17. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed, supplemented and revised. M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
18. Peregudov V.N. Planning of multifactorial field experiments with fertilizers and mathematical processing of their results. V.N. Peregudov. M.: Kolos, 1978. - 181 p.
19. T. Hammerschmiedt, J. Holatko, V. Pecina and others. Assessing the potential of biochar aged by humic substances to enhance plant growth and soil biological activity. Chem. Biol. Technol. Agric., - 2021.

ТҮЙІН

А.Д. Газизов¹, А. Аманжолқызы^{1,2*}, Б.М. Амиров³, Г.А. Сапаров^{1,3}ТАБИҒИ АЛЮМОСИЛИКАТТАР МЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫҢ
НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН ОРГАНОМИНЕРАЛДЫҚ МЕЛИОРАНТ-ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ
ЖҮГЕРІ ӨСІМДІГІНІҢ ӨСУІНЕ ӘСЕРІ. БӨЛІМ 1¹Орталық Азия экология және қоршаған орта ғылыми-зерттеу орталығы
(Алматы), 050060, Алматы, әл-Фараби 75 В, Қазақстан, *e-mail: arai13_95@list.ru²әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
050040, Алматы, әл-Фараби 71, Қазақстан³Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-
зерттеу институты, 050060, Алматы, әл-Фараби, 75 В, Қазақстан

Бұл жұмыста гуминдік заттарды кеңейтілген вермикулитке иммобилизациялау арқылы алынған кеңейтілген вермикулит, гуминді заттар және органоминаралды мелиорант-тыңайтқыштарының жүгері өсімдіктерінің өсуіне әсері зерттеледі. Табиғи алюмосиликаттарға, мысалы, кеңейтілген вермикулитке гуминді заттарды иммобилизациялау, кеңейтілген вермикулиттің мелиоративті қасиеттерін біріктіретін синергетикалық әсерге қол жеткізуге мүмкіндік береді, ол топырақ құрылымы мен суды ұстау қабілетін жақсартады, гуминді заттардың тыңайтқыш қасиеттерімен біріктіреді. өсімдіктердің өсуін ынталандырады және олардың стресске төзімділігін арттырады. Сонымен қатар, бұл органоминаралды ұзақ әсер ететін мелиорант-тыңайтқышын қолдану қоректік заттардың біртіндеп бөлінуіне және топырақтың агрохимиялық сипаттамаларының жақсаруына байланысты топырақ құнарлығын ұзақ уақыт сақтауға көмектеседі. Зертханалық тәжірибелер жалпы биомасса көрсеткіштерін, тамырлар мен ауа бөліктерінің массасын, жасыл жапырақтардың саны мен массасын, сондай-ақ өсімдік биіктігі мен сабақтың қалыңдығы сияқты морфометриялық параметрлерді зерттейді. Алынған нәтижелер ылғал тапшылығы және қатты тозып кеткен топырақ жағдайында әзірленген мелиорант-тыңайтқыштарды қолдану кезінде өсімдіктердің өсуінің айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді. Эксперимент нәтижесі бойынша тамыры бар жалпы биомасса кеңейтілген вермикулитті қолданғанда 57,3%-ға, гуминді заттарды қосқанда 80,7%-ға өскен. «ГумиВер» мелиорант-тыңайтқышын қолдану (топырақ: ГумиВер / 9:1) бақылаумен салыстырғанда биомассаны 127,6%-ға арттырды, бұл мелиорант-тыңайтқыштың компоненттері арасындағы синергетикалық әсерді растайды. «ГумиВер» мелиорант-тыңайтқышын қолдану кезінде өсімдіктің жер беті бөлігі массасының және тамыр массасының өсуі сәйкесінше 135,8 және 107,3% құрады.

Түйінді сөздер: мелиорант, биотыңайтқыш, топырақ, кеңейтілген вермикулит, гуминді заттар, биологиялық белсенді заттар.

РЕЗЮМЕ

А.Д. Газизов¹, А. Аманжолқызы^{1,2*}, Б.М. Амиров³, Г.А. Сапаров^{1,3}ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ-МЕЛИОРАНТОВ НА
ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ НА РОСТ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ.

ЧАСТЬ 1

¹Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды
Центральной Азии (Алматы), 050060, Алматы, аль-Фараби 75 В, Казахстан,
*e-mail: arai13_95@list.ru²Казахский Национальный университет имени аль-Фараби,
050040, Алматы, аль-Фараби 71, Казахстан³Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, Алматы, аль-Фараби, 75 В, Казахстан

В данной работе исследуется влияние вспученного вермикулита, гуминовых веществ и органоминаральных мелиорант-удобрений, полученных путем иммобилизации гуминовых веществ на вспученный вермикулит, на рост растений кукурузы.

Иммобилизация гуминовых веществ на природные алюмосиликаты, как вспученный вермикулит, позволяет достичь синергетического эффекта, объединяющего мелиорирующие свойства вспученного вермикулита, который улучшает структуру почвы и водоудерживающую способность, с удобряющими свойствами гуминовых веществ, стимулирующих рост растений и повышающих их устойчивость к стрессам. Кроме того, применение данного органоминерального мелиорант-удобрения пролонгированного действия способствует поддержанию плодородия почвы на длительный срок за счет постепенного высвобождения питательных веществ и улучшения агрохимических характеристик почвы. В лабораторных экспериментах рассматриваются показатели общей биомассы, массы корней и надземной части, количества и массы зеленых листьев, а также морфометрические параметры, такие как высота растений и толщина стеблей. Полученные результаты демонстрируют значительное улучшение роста растений при использовании разработанных мелиорант-удобрений в условиях дефицита влаги и сильно истощенных почв. По результатам эксперимента общая биомасса с корнями увеличилась на 57,3% при использовании вспученного вермикулита и на 80,7% при добавлении гуминовых веществ. Применение мелиорант-удобрения «ГумиВер» (почва:ГумиВер / 9:1) увеличило биомассу на 127,6% по сравнению с контролем, что подтверждает синергетический эффект между компонентами мелиорант-удобрения. Увеличение массы надземной части и массы корней при использовании мелиорант-удобрения «ГумиВер» составило 135,8 и 107,3% соответственно.

Ключевые слова: мелиорант, биоудобрение, почва, вспученный вермикулит, гуминовые вещества, биологически активные вещества.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

1. Gazizov Aidyn Doldashevich – head of the scientific research laboratory of the LLP “Research Centre of Ecology and Environment of Central Asia (Almaty)”, e-mail: gaziz.aydin@gmail.com

2. Amanzholkyzy Arailym – scientific secretary of the LLP “Research Centre of Ecology and Environment of Central Asia (Almaty)”, scientific researcher of the Al-Farabi Kazakh National University, Master of natural sciences, e-mail: arai13_95@list.ru .

3. Amirov Bakhytbek Mustafauly – Head of the agrochemistry department LLP “U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry”, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, e-mail: bak.amirov@gmail.com

4. Saparov Galymzhan Abdullayevich – Director General of the LLP “Research Centre of Ecology and Environment of Central Asia (Almaty)”, Head of the soil ecology department LLP “U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry”, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, e-mail: saparov.g@mail.ru

ГРНТИ 68.33.29

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_4_99

Е.В. Мамыкин^{1*}, Я.П. Наздрачёв¹, П.Е. Назарова¹**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**¹ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.

А.И. Бараева», 021601 Акмолинская обл., Шортандинский р-н,

п. Шортанды-1, ул. Бараева, 15, Казахстан,

*e-mail: mamykin_ev@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования по действию минеральных удобрений на уменьшении вариабельности урожая яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при различных гидротермических условиях. Пшеницу возделывали в плодосменном севообороте при традиционной и нулевой технологии обработки почвы на чернозёме южном карбонатном по гороховому предшественнику. Установлено, что максимальное содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом пшеницы по гороху наблюдалось в 2019 году, её количество при традиционной технологии составило 163,6 мм, при нулевой – 180 мм, минимальное в 2020 году – 112,4 и 84,5 мм соответственно. Максимальная урожайность яровой пшеницы в неудобренном варианте, была получена в 2019 году – 25,4 ц/га при традиционной технологии и 22,3 ц/га при нулевой. Минимальная урожайность отмечена в 2022 году – 14,1 и 8,8 ц/га соответственно. Применение аммофоса (Р20) в рядки при посеве обеспечивало в среднем за 2018-2022 гг. прирост урожая зерна пшеницы при традиционной технологии на 3,1 ц/га (контроль 19,2 ц/га). Поверхностное внесение аммиачной селитры (осенью или весной) совместно с аммофосом достоверно повышало урожайность пшеницы ещё на 3,0-3,3 ц/га. При нулевой технологии аммофос увеличивал сбор зерна на 3,5 ц/га (контроль 15,8 ц/га), дополнительное внесение аммиачной селитры обеспечивало аналогичный эффект. В условиях традиционной технологии получена наименьшая вариабельность урожайности яровой пшеницы в варианте с ежегодным припосевным внесением аммофоса в дозе Р20 (19,0%). При нулевой технологии коэффициент вариации был высоким во всех вариантах, особенно сильно это проявлялось в варианте рядкового внесения аммиачной селитры в дозе N30 – 47,3%.

Ключевые слова: азот, фосфор, коэффициент вариации, традиционная обработка почвы, No-till, яровая пшеница.

ВВЕДЕНИЕ

Северный Казахстан характеризуется неустойчивостью гидротермических условий в период вегетации сельскохозяйственных культур, что выражается в неравномерном распределении атмосферных осадков и широком варьировании температурного режима [1, 2]. Поэтому в данном регионе необходимо тщательно выбирать технологию выращивания различных культур, обеспечивающую максимальную реализацию их продуктивности [3]. Наиболее ценной и широко возделываемой культурой является яровая мягкая

пшеница (*Triticum aestivum* L.). Зерно яровой пшеницы имеет не только важное продовольственное значение, но и обеспечивает сырьем различные отрасли АПК, внося вклад в развитие экономики страны. Однако в силу своих биологических особенностей, продуктивность и качество продукции этой культуры очень сильно зависит от гидротермических условий [4-12]. Поэтому снижение продуктивности яровой пшеницы может отрицательно сказаться на продовольственной безопасности страны. Исходя из этого, одним из вариантов, снижающих

отрицательное влияние неблагоприятных погодных условий на урожайность яровой пшеницы, является применение минеральных удобрений [13, 14]. Однако, также имеются данные, что при экстремальных погодных условиях даже применение минеральных удобрений не всегда способствует сглаживанию отрицательного влияния погоды на продуктивность и качество зерна пшеницы [15]. Поэтому, для стабилизации урожайности пшеницы первостепенное значение имеет подбор не только технологии возделывания, но также доз и способ внесения удобрений. Совокупность систем обработки почвы и внесения удобрений позволит снизить не только экономические риски при возделывании пшеницы, но и уменьшить отрицательно влияние последствий изменения климата на её урожайность.

Новизна исследований заключалась в том, что в условиях Акмолинской области впервые было определено влияние различных видов и доз минеральных удобрений на вариабельность урожая яровой мягкой пшеницы, возделываемой по традиционной и нулевой технологии в плодосменных севооборотах.

Цель исследования: изучить влияние технологии возделывания, доз и способов внесения минеральных удобрений на снижение вариабельности урожая яровой мягкой пшеницы в различных гидротермических условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования по изучению вариабельности применения минеральных удобрений на урожай яровой мягкой пшеницы проводились в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». Опытные участки расположены в Шортандинском районе Акмолинской области (N51°36'35,62"; E71°02'31,70"). Полевые исследования проводились в течение пяти лет (с 2018 г. по 2022 г.). Математическая обработка результатов исследований

согласно цели работы была проведена в 2024 г. Почва опытного участка – чернозем южный карбонатный, с содержанием гумуса в пахотном слое (0-20 см) – 3,4%. Гранулометрический состав почвы – тяжелосуглинистый. Актуальная кислотность почвенного раствора слабощелочная (рН – 7,3). Сорты яровой мягкой пшеницы – «Астана». Севооборот четырёхпольный: горох-пшеница-лён-пшеница. Предшественником для посева яровой пшеницы был горох. Технология возделывания традиционная и нулевая (No-till). Варианты опыта заложены в 4-х кратной повторности и представлены в таблице 1. Площадь делянки 210 м² (4,3х50 м). Срок сева, глубина заделки и норма высева семян, рекомендованные для региона проведения исследований. За неделю до посева проводили борьбу с сорной растительностью: при традиционной технологии – обработка почвы сеялкой СКП-2,1 на 4-5 см; при нулевой – опрыскивание гербицидом сплошного действия Торнадо 540 вр, в дозе 2,0 л/га. Для защиты семян от вредителей и болезней, проводилась протравка семян инсекто-фунгицидными протравителями. В период вегетации пшеницы применялись средства защиты растений – гербициды, инсектициды, фунгициды. Посев пшеницы проводился сеялкой СКП-2,1 с различными рабочими органами: культиваторная лапа (традиционная технология) и чизель (нулевая технология). В опыте изучалась эффективность аммиачной селитры (34-0-0) и аммофоса (11-46-0), а также смеси этих удобрений. Минеральные удобрения в почву вносили сеялками СКП-2,1, за исключением поверхностного внесения аммиачной селитры, которую вносили вручную. Аммофос в дозе Р20 вносили в рядки при посеве, а дозу Р80 вносили на глубину 12-14 см после уборки гороха (традиционная технология). Аммиачную селитру в дозе N30 вносили ежегодно осенью и весной

поверхностно (разбрасывали вручную) на всех технологиях, при нулевой технологии вносили в рядки при посеве.

Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы определяли по Бакаеву Н.И. и Васько И.А. [16]. Оценку запасов продуктивной влаги проводили по шкале Вадюниной А.Ф. и Корчагиной З.А. [17]. Учет урожая проводили способом прямого комбайнирования поделочно, с последующим взвешиванием и пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту. Математическая обработка данных проводилась по Доспехову Б.А. [18] в компьютерной программе «Snedecor». Оценку коэффициента вариации проводили по Саввичу В.И. [19].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Метеорологические условия в период вегетации яровой пшеницы в течение пяти лет исследований были различными. Количество атмосферных осадков, выпавших за три летних месяца, колебалось в широком диапазоне от 82,0 до 196,8 мм (рисунок 1). В четырех из пяти лет исследований уровень атмосферных осадков был ниже среднелетнего значения (134,7 мм).

Анализ гидротермических условий показывает, что формирование урожая пшеницы проходило в основном за счет запасов продуктивной почвенной влаги, накопленной в почве до посева пшеницы. Самым благоприятным по увлажнению годом, был 2018 год, когда выпавшие осадки на 62,1 мм превысили среднелетнюю норму, обеспечив высокую эффективность удобрений.

Среднесуточные температуры в период вегетации пшеницы так же различались по годам, так ниже среднелетних значений (18,5°C) они были в 2018 г., 2019 г. и 2020 г., а выше – в 2021 и 2022 годах. Можно отметить, что недобор атмосферных осадков в 2019 и 2020 годах, был компенсирован низкими температурами, а в 2021 и 2022 годах была обратная ситуация – когда развитие пшеницы проходило не только при дефиците влаги, но и при высоких температурах.

Независимо от метеорологических условий применение фосфорных и азотно-фосфорных удобрений всегда обеспечивали высокую прибавку урожая пшеницы.



Рисунок 1 – Характеристика метеорологических условий вегетационного периода (июнь-август) яровой пшеницы по годам проведения исследований

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом пшеницы имеет огромное значение для её продуктивности. В Северном Казахстане запасы почвенной влаги, особенно в засушливые годы, являются единственным источником воды, обеспечивающим продуктивность различных сельскохозяйственных культур [20]. С хорошим увлажнением почвенного профиля идет интенсивное развитие корневой системы пшеницы, позволяя им лучше использовать элементы питания из почвы и удобрений,

необходимые для роста и развития растений [21].

В 2018 и 2019 годах содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом пшеницы, независимо от технологии возделывания оценивалось как хорошее (130,0-142,1 мм) и очень хорошее (163,6-180,0 мм) (рисунок 2). В последующие три года (2020-2022 гг.) независимо от технологии возделывания оно оценивалось как удовлетворительное и изменялось от 84,5 мм до 117,1 мм.

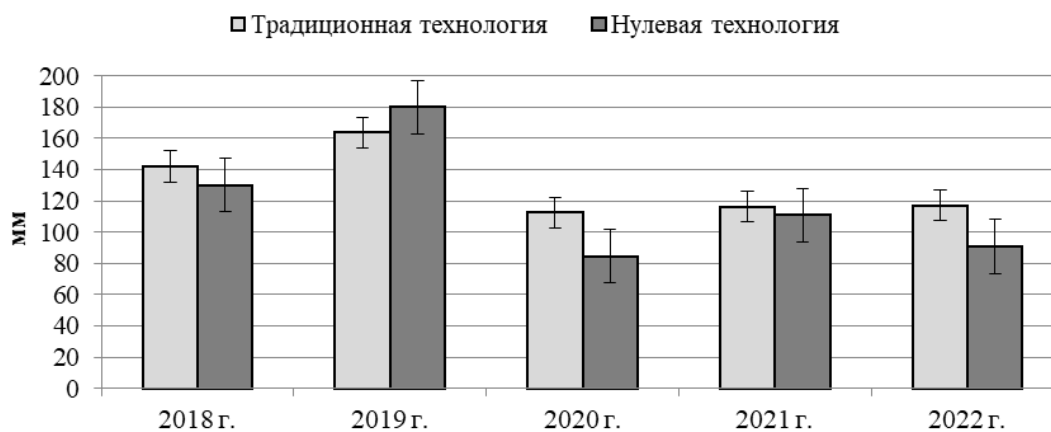


Рисунок 2 – Содержание продуктивной влаги перед посевом пшеницы в слое почвы 0-100 см

Следующим по важности фактором, влияющим на продуктивность яровой пшеницы, является содержание главных элементов питания в почве перед посевом. Анализ почвенных образцов, отобранных по различным технологиям обработки почвы до посева пшеницы, в 2018-2021 годы исследования показали, что количество

N-NO₃ в слое почвы 0-40 см соответствовало средней обеспеченности (по градации О.В. Сдобниковой [22]) и находилось в диапазоне от 6 до 10,0 мг/кг (рисунок 3). В 2022 году уровень азота нитратов был очень высоким (19,0-23,0 мг/кг почвы) и не зависел от технологии обработки почвы.

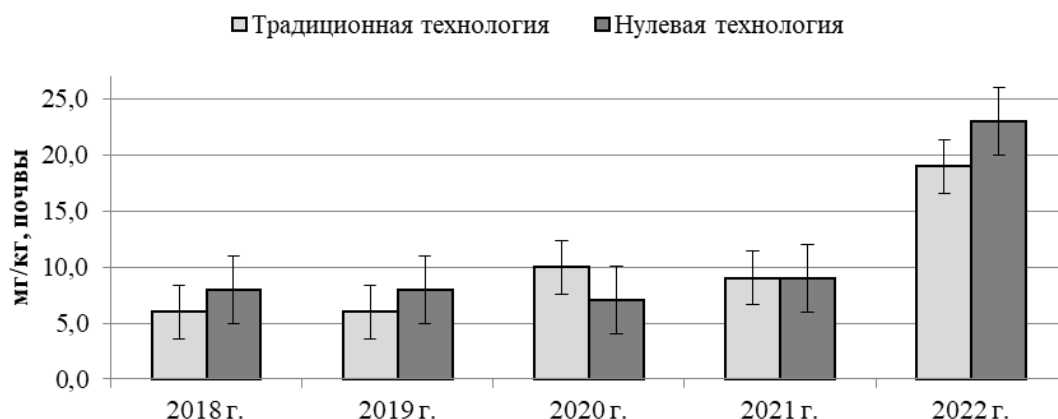


Рисунок 3 – Содержание в почве N-NO₃ в слое 0-40 см перед посевом пшеницы

Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см перед посевом пшеницы в 2018 году по двум изучаемым технологиям было одинаковым (37,0 мг/кг) и по градации Б.П. Мачигина [23] соответствовало повышенной обеспеченности (рисунок 4). В 2019 году количество P₂O₅ в почве на участке с традиционной технологией составляло – 21,0 мг/кг (средняя обеспеченность), при нулевой технологии – 14,0 мг/кг (низкая обеспеченность). Высокая обеспеченность почвы P₂O₅ была отмечена в 2020 году при

традиционной технологии обработки почвы – 44,0 мг/кг, при нулевой технологии его содержание составляло 37,0 мг/кг (повышенная обеспеченность). В 2021 году содержание P₂O₅ перед посевом пшеницы по традиционной технологии составило 17,0 мг/кг (средняя обеспеченность), при нулевой – 14,0 мг/кг (низкая обеспеченность). В 2022 году количество подвижного фосфора в почве по двум технологиям было на одном уровне (22,0-25,0 мг) и оценивалось как среднее.

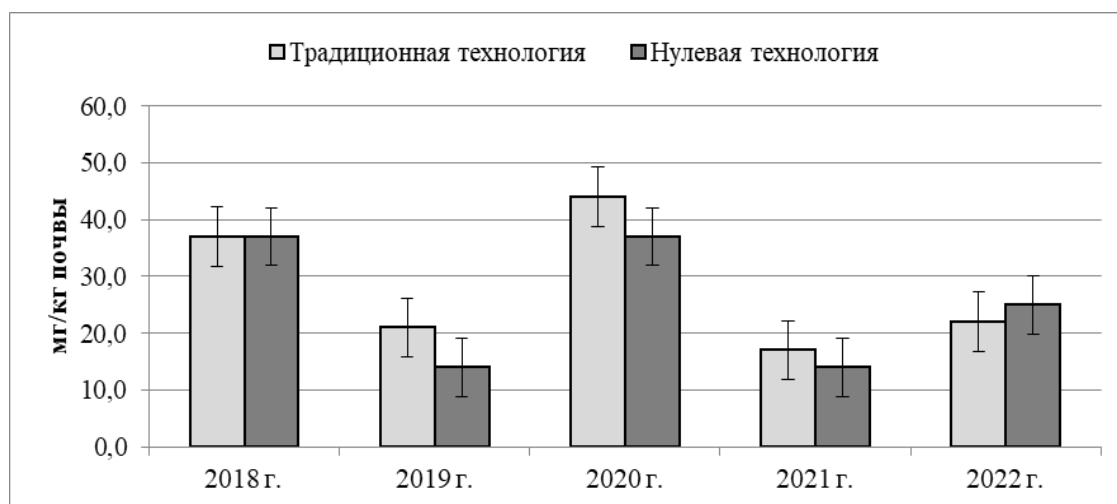


Рисунок 4 – Содержание P₂O₅ в слое почвы 0-20 см перед посевом пшеницы

В течении пяти лет исследований урожайность яровой пшеницы изменялась в широких пределах и зависела больше от изменяющихся метеорологических условий вегетационного периода. Максимальная урожайность пшеницы была отмечена в 2018 и 2019 годах, а минимальная – в 2022 году. Совместное внесение азота и фосфора в составе удобрений способствовало достоверному увеличению урожайности пшеницы по двум изучаемым технологиям. При традиционной технологии возделывания урожайность пшеницы в контроле варьировала от 14,1 ц/га до 25,4 ц/га (таблица 1). В аналогичном варианте при нулевой технологии она изменялась в еще более широких пределах – от 7,7 до 22,3 ц/га. Стоит отметить, что продуктивность пшеницы возделываемой при традиционной обработке почвы была достоверно выше (4-х годах из пяти), чем при нулевой технологии. Ежегодное применение аммофоса в рядки при посеве (P_{20}) обеспечивало достоверную прибавку в сравнении с неудобренным вариантом. В среднем за 2018-2022 гг. при традиционной технологии прибавка составила 3,1 ц/га, при нулевой технологии – 3,5 ц/га. Добавление азотного удобрения (поверхностное внесение аммиачной селитры осенью или весной) к аммофосу в условиях традиционной технологии повышало среднюю урожайность пшеницы ещё на 3,0-3,3 ц/га, но достоверным можно считать лишь вариант с весенним внесением азота. Внесение аммофоса дозой P_{80} в запас, обеспечивало преиму-

щество в урожайности в сравнении с припосевным P_{20} , только в 2018 году, но в среднем за пять лет различия были не достоверны. В условиях нулевой технологии дополнительное внесение аммиачной селитры в чистом виде и совместно с аммофосом было не эффективно.

Подобные исследования были проведены в засушливых условиях Северо Кулундинской опытной станции Новосибирской области, на черноземе южном солонцеватом легкосуглинистом, а также на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом Курганского НИИСХ. В которых было установлено, что эффективность фосфорных удобрений зависела в основном от содержания P_2O_5 в почве. При низком содержании подвижного фосфора, наиболее эффективным было внесение P_{30} при посеве. При увеличении его содержания в соответствии со средним и выше среднего уровня, дозы припосевного P_{20-30} и основного внесения P_{60} имели одинаковую эффективность [24, 25]. А проведённые исследования на стационаре ФГБНУ «Омский АНЦ», на лугово- черноземной среднесуглинистой почве в похожих агроклиматических условиях показали, что при возделывании яровой пшеницы по непаровому предшественнику наиболее результативным являлось применение азотно- фосфорных удобрений в дозах $N_{30-45}P_{30}$. Причем фактор внесения фосфорных удобрений в опыте определял итоговую продуктивность культуры [26].

Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы при различных технологиях возделывания и вариантах удобрений

Вариант (фактор В)	Урожайность в контроле и прибавки в вариантах к нему, ц/га					Средняя урожай- ность и прибавка, ц/га	Коэффи- циент вариации (Cv), %
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.		
Традиционная технология (фактор А)							
Контроль	21,6	25,4	17,8	16,7	14,4	19,2	22,6
P20 аф в рядки	+2,0	+3,5	+2,7	+4,3	+3,2	+3,1	19,0
P80 аф в запас после гороха	+10,3	+4,8	+3,9	+3,1	+5,1	+5,4	24,2
N30 аа осенью поверх -но + P20 аф в рядки	+12,9	+5,0	+3,6	+5,7	+4,9	+6,4	25,5
N30 аа весной поверх -но + P20 аф в рядки	+9,8	+6,4	+3,0	+6,4	+5,0	+6,1	23,3
Нулевая технология (фактор А)							
Контроль	21,0	22,3	13,5	14,6	7,7	15,8	36,3
P20 аф в рядки	+5,5	+5,4	+2,0	+2,4	+2,2	+3,5	38,3
N30 аа в рядки	+4,0	-1,6	-3,2	-0,6	-0,2	-0,3	47,3
N30 аа осенью поверх -но + P20 аф в рядки	+8,3	+5,4	+1,9	+3,4	+4,4	+4,7	33,7
N30 аа весной поверх -но + P20 аф в рядки	+6,7	+6,3	+2,3	+3,9	+4,2	+4,7	34,9
НСР05 фактор А, ц/га	1,6	1,3	1,3	1,2	1,4	1,1	-
НСР05 фактор В, ц/га	2,0	2,0	2,1	1,9	2,0	1,8	-
НСР05 А+В, ц/га	3,4	2,8	2,9	2,6	3,0	2,5	-

При оценке вариабельности урожаев от применения минеральных удобрений через показатель коэффициента вариации можно установить существенную изменчивость признака по годам [27-30].

Урожайность пшеницы возделываемой при традиционной и нулевой технологии в большинстве вариантов соответствовала средней степени варьирования (по Саввичу В.И.), где коэффициент вариации изменялся от 22,6% до 38,3%. Небольшая степень вариации урожайности пшеницы по годам исследования была отмечена в традиционной технологии при внесе-

нии аммофоса в дозе P20 – 19,0%. Высокой степенью вариабельности характеризовался чисто азотный вариант – 47,3%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среднем за пять лет исследований различий между традиционной и нулевой технологиями по содержанию продуктивной влаги и элементами питания в почве установлено не было. Применение аммофоса (P20) в рядки при посеве обеспечивало в среднем за 2018-2022 гг. прирост урожая зерна пшеницы при традиционной технологии – 3,1 ц/га (контроль 19,2 ц/га), при нулевой технологии – 3,5 ц/га (кон-

троль 15,8 ц/га). Поверхностное внесение аммиачной селитры (осенью или весной) совместно с аммофосом достоверно повышало урожайность пшеницы в сравнении с аммофосом, только в условиях традиционной технологии

ещё на 3,0-3,3 ц/га. Наименьшую вариативность урожайности яровой пшеницы за 2018-2022 годы обеспечивало ежегодное припосевное внесение аммофоса в дозе P20 – 19,0%.

Работа написана в рамках ПЦФ МСХ РК ИРН BR22885719: «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» на 2024-2026 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамирова К. Н. Физическая география Казахстана// Алматы. Қыздар университеті. – 2013. – С. 34-35.
2. Чередниченко А. В., Чередниченко В. С. Климатические колебания температуры и осадков в Северном Казахстане// Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 17-31.
3. Демчук Е. В., Союнов А. С. Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур// Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (22). – С. 242-246.
4. Байшоланов С.С., Байбазаров Д.К. Влияние изменения климата на урожайность яровой пшеницы// Гидрометеорология и экология. – 2023. – № 1. – С. 16-23.
5. Федюшкин А. В. Влияние минеральных удобрений и гидротермических условий периода вегетации на урожайность и качество зерна яровой пшеницы// Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 4 (40). – С. 227-240.
6. Бевз С. Я. Влияние погодных условий на биологическую урожайность яровой пшеницы в условиях Новгородской области Северо-Запада России/ Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 91. – С. 28-31.
7. Добротворская Н.И., Каличкин В.К., Сорокина О.Л. Влияние гидротермических условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Новосибирского Приобья// Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 16-18.
8. Самарин И.С., Галеев Р.Р. Особенности реализации биологического потенциала урожайности яровой мягкой пшеницы в зависимости от метеорологических условий лесостепи Западной Сибири/ Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 21-23 октября 2019. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос». – 2019. – С. 34-39.
9. Amanov O. A., Juraev D. T., Dilmurodov S. D. Dependence of Growth Period, Yield Elements and Grain Quality of Winter Bread Wheat Varieties and Lines on Different Soil and Climate Conditions// Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – Т. 25. – № 6. – С. 5146-5164.
10. Bakker M. M. et al. Variability in regional wheat yields as a function of climate, soil and economic variables: assessing the risk of confounding// Agriculture, ecosystems & environment. – 2005. – Т. 110. – № 3-4. – С. 195-209.
11. Faghih H. et al. Climate and rainfed wheat yield// Theoretical and Applied Climatology. – 2021. – Т. 144. – С. 13-24.

12. Luo Q., Kathuria A. Modelling the response of wheat grain yield to climate change: a sensitivity analysis// Theoretical and Applied Climatology. – 2013. – Т. 111. – № 1-2. – С. 173-182.
13. Семенова Е.А., Афанасьев Р.А. Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений под яровую пшеницу в условиях Зауралья// Плодородие. – 2019. – № 2 (107). – С. 11-13.
14. Гринец Л.В. Эффективность использования минеральных удобрений под зерновые культуры на черноземах обыкновенных Северного Казахстана в зависимости от их обеспеченности фосфором: дис. канд. с. - х. наук: 06.01.04// Троицк, – 2009. – 200 с.
15. Sinclair T. R. Mineral nutrition and plant growth response to climate change// Journal of Experimental Botany. – 1992. – Т. 43. – № 8. – С. 1141-1146.
16. Бакаев Н.И., Васько И.А. Методика определения влажности почвы в агротехнических опытах// Методические указания и рекомендации по вопросам земледелия. – Целиноград. – 1975. – С. 57-80.
17. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв. – Москва: Агропромиздат, – 1986. – 416 с.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.
19. Саввич В.И. Применение методов математической статистики в почвоведении. – М., 1972. – 103 с.
20. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Прогноз предикторов многомерной модели урожайности яровой пшеницы для оценки неблагоприятных условий вегетации: времени их наступления, интенсивности и продолжительности// Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2015. – № 3. – С. 1-13.
21. Самофалова И. А. Эффективность приемов внесения фосфорных удобрений под яровую пшеницу в зависимости от погодных условий в Северо-Кулундинской степи Западной Сибири// Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2013. – № 4. – С. 81-86.
22. Сдобникова О.В. Условия почвенного питания и применение удобрений в Северном Казахстане и Западной Сибири: автореф. дис. д-ра с.-х наук. – М., 1971. – 43 с.
23. ГОСТ 26205-91 Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.
24. Емельянов Ю. Я. и др. Эффективность доз и способов внесения фосфорного удобрения при систематическом применении под яровую пшеницу// Плодородие. – 2013. – № 4 (73). – С. 11-13.
25. Воронкова Н.А., Цыганова Н.А., Балабанова Н.Ф., и др. Применение азотных удобрений под яровую пшеницу на лугово-черноземной почве в Омском Прииртышье// Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2024. – Т. 19. – № 1. – С. 61-75.
26. [Электронный ресурс]: Чернаков Р.В., Ряскова О.М., Зайцева Г.А. Степень увлажнения почвы в зависимости от погодных условий// Наука и Образование. Режим доступа: (URL: <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/2215>), свободный.
27. Шмойлова Р. А. Общая теория статистики: Учебник. – М.: Финансы и статистика. – 2002. – С. 176-188.
28. Попова Л.В., Коробейников Д.А., Коробейникова О.М. Статистические методы анализа рисков в сельском хозяйстве// Вестник Дагестанского государственного университета. – 2016. – Т. 31. – № 4. – С. 30-34.

29. Беляев В.И., Соколова Л.В. Изменчивость урожайности сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в восточно-кулундинской зоне алтайского края// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (126). – С. 16-21.

30. Мамеев В.В. Ториков В.Е. Изменчивость и прогнозирование урожайности озимой пшеницы в юго-западной части центрального региона России (на примере Брянской области)// Аграрный вестник Верхневолжья. – 2017. – №1(18). – С. 24-30.

REFERENCES

1. Mamirova K. N. Fizicheskaya geografiya Kazahstana// Almaty. Kyzdar universiteti. – 2013. – S. 34-35.

2. CHerednichenko A. V., CHerednichenko V. S. Klimaticheskie kolebaniya temperatury i osadkov v Severnom Kazahstane// Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. – 2019. – № 2. – S. 17-31.

3. Demchuk E. V., Soyunov A. S. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur// Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 2 (22). – S. 242-246.

4. Bajsholanov S.S., Bajbazarov D.K. Vliyanie izmeneniya klimata na urozhajnost' yarovoj pshenicy// Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2023. – №1. – S. 16-23.

5. Fedyushkin A. V. Vliyanie mineral'nykh udobrenij i gidrotermicheskikh uslovij perioda vegetatsii na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy// Nauchnyy zhurnal Rossijskogo NII problem melioratsii. – 2020. – № 4 (40). – S. 227-240.

6. Bezv S. YA. Vliyanie pogodnykh uslovij na biologicheskuyu urozhajnost' yarovoj pshenicy v usloviyakh Novgorodskoj oblasti Severo-Zapada Rossii// Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 91. – S. 28-31.

7. Dobrotvorskaya N.I., Kalichkin V.K., Sorokina O.L. Vliyanie gidrotermicheskikh uslovij na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v lesostepi Novosibirskogo Priob'ya// Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 12. – S. 16-18.

8. Samarin I.S., Galeev R.R. Osobennosti realizatsii biologicheskogo potentsiala urozhajnosti yarovoj myagkoj pshenicy v zavisimosti ot meteorologicheskikh uslovij lesostepi Zapadnoj Sibiri// Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa: sb. tr. nauch.-prakt. konf. prepodavatelej, aspirantov, magistrantov i studentov Novosibirskogo GAU, Novosibirsk, 21-23 oktyabrya 2019. Novosibirsk: IC NGAU «Zolotoj kolos». – 2019. – S. 34-39.

9. Amanov O. A., Juraev D. T., Dilmurodov S. D. Dependence of Growth Period, Yield Elements and Grain Quality of Winter Bread Wheat Varieties and Lines on Different Soil and Climate Conditions// Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – T. 25. – № 6. – S. 5146-5164.

10. Bakker M. M. et al. Variability in regional wheat yields as a function of climate, soil and economic variables: assessing the risk of confounding// Agriculture, ecosystems & environment. – 2005. – T. 110. – № 3-4. – S. 195-209.

11. Faghih H. et al. Climate and rainfed wheat yield// Theoretical and Applied Climatology. – 2021. – T. 144. – S. 13-24.

12. Luo Q., Kathuria A. Modelling the response of wheat grain yield to climate change: a sensitivity analysis// Theoretical and Applied Climatology. – 2013. – T. 111. – № 1-2. – S. 173-182.

13. Semenova E.A., Afanas'ev R.A. Agroekonomicheskaya effektivnost' primeneniya mineral'nykh udobrenij pod yarovuyu pshenicu v usloviyakh Zaural'ya// Plodorodie.

– 2019 g. – №2 (107). – S. 11-13

14. Grinec L.V. Effektivnost' ispol'zovaniya mineral'nyh udobrenij pod zernovye kul'tury na chernozemah obyknovennyh Severnogo Kazahstana v zavisimosti ot ih obespechennosti fosforom: dis. kand. s. - h. nauk: 06.01.04// Troick, – 2009. – 200 s.

15. Sinclair T. R. Mineral nutrition and plant growth response to climate change// Journal of Experimental Botany. – 1992. – T. 43. – №. 8. – S. 1141-1146.

16. Bakaev N.I., Vas'ko I.A. Metodika opredeleniya vlazhnosti pochvy v agrotekhnicheskikh opytah// Metodicheskie ukazaniya i rekomendacii po voprosam zemledeliya. – Celinograd. – 1975. – S. 57-80.

17. Vadyunina A.F. Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv pochv. – Moskva: Agropromizdat, – 1986. – 416 s.

18. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, – 1985. – 351 s.

19. Savvich V.I. Primenenie metodov matematicheskoy statistiki v pochvovedenii. – M., 1972. – 103 s.

20. Tihonov V.E., Neverov A.A. Prognoz prediktorov mnogomernoj modeli urozhajnosti yarovoj pshenicy dlya ocenki neblagopriyatnyh uslovij vegetacii: vremeni ih nastupleniya, intensivnosti i prodolzhitel'nosti// Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo centra UrO RAN. – 2015. – №3. – S. 1-13.

21. Samofalova I. A. Effektivnost' priemov vneseniya fosfornyh udobrenij pod yarovuyu pshenicu v zavisimosti ot pogodnyh uslovij v Severo-Kulundinskoj stepi Zapadnoj Sibiri// Sel'skohozyajstvennye nauki i agropromyshlennyj kompleks na rubezhe vekov. – 2013. – №. 4. – S. 81-86.

22. Sdobnikova O.V. Usloviya pochvennogo pitaniya i primenenie udobrenij v Severnom Kazahstane i Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis. d-ra s. – h. nauk. – M., 1971. – 43 s

23. GOST 26205-91 Opredelenie podvizhnyh soedinenij fosfora i kaliya po metodu Machigina v modifikacii CINA0.

24. Emel'yanov YU. YA. i dr. Effektivnost' doz i sposobov vneseniya fosforного udobreniya pri sistematicheskom primenenii pod yarovuyu pshenicu// Plodorodie. – 2013. – № 4 (73). – S. 11-13.

25. Voronkova N.A., Cyganova N.A., Balabanova N.F., i dr. Primenenie azotnyh udobrenij pod yarovuyu pshenicu na lugovo-chernozemnoj pochve v Omskom Priirtysh'e// Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. – 2024. – T. 19. – № 1. – С. 61-75.

26. [Elektronnyj resurs]: Chernakov R.V., Ryaskova O.M., Zajceva G.A. Stepen' uvlazhneniya pochvy v zavisimosti ot pogodnyh uslovij// Nauka i Obrazovanie. Rezhim dostupa; (URL: <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/2215>), free.

27. SHmojlova R. A. Obshchaya teoriya statistiki: Uchebnik. – M.: Finansy i statistika. – 2002. – S. 176-188.

28. Popova L.V., Korobejnikov D.A., Korobejnikova O.M. Statisticheskie metody analiza riskov v sel'skom hozyajstve// Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2016. – T. 31. – № 4. – S. 30-34.

29. Belyaev V.I., Sokolova L.V. Izmenchivost' urozhajnosti sortov yarovoj myagkoj pshenicy razlichnyh grupp spelosti v vostochno-kulundinskoj zone altajskogo kraja// Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – №4(126). – S. 16-21

30. Mameev V.V. Torikov V.E. Izmenchivost' i prognozirovanie urozhajnosti ozimoy pshenicy v yugo-zapadnoj chasti central'nogo regiona Rossii (na primere Bryanskoj oblasti)// Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. – 2017. – № 1(18). – S. 24-30.

ТҮЙІН

Е.В. Мамыкин^{1*}, Я.П. Наздрачев¹, П.Е. Назарова¹ӨСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ЕНГІЗУ ЖҮЙЕСІ ЖАЗДЫҚ
БИДАЙ ШЫҒЫМДЫЛЫҒЫНЫҢ ӨЗГЕРМЕЛІЛІГІН АЗАЙТУ ТӘСІЛІ РЕТІНДЕ¹ А.И. Бараев атындағы «Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы»
ЖШС.»,

021601 Ақмола облысы, Шортанды ауданы,

Шортанды-1, Бараева көшесі, 15, Қазақстан, *e-mail: mamykin_ev@mail.ru

Әртүрлі гидротермиялық жағдайларда жаздық жұмсақ бидайдың (*Triticum aestivum* L.) шығымдылығының өзгергіштігін төмендетуге минералды тыңайтқыштардың әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Бидай бұршақ алдыңғы арұылы арқылы оңтүстік карбонатты қара топырақта дәстүрлі және егіссіз технология бойынша ауыспалы егіспен өсірілді. Бидай мен бұршақ себу алдында топырақтың бір метрлік қабатындағы өнімді ылғалдың максималды мөлшері 2019 жылы байқалып, оның мөлшері дәстүрлі технологиямен 163,6 мм, нөлдік технологиямен – 180 мм, 2020 жылы ең төменгі көрсеткіш – 112,4 және 84 мм құрайтыны анықталды, 5 мм. Жаздық бидайдың тыңайтқышсыз нұсқадағы ең жоғары өнімділігі 2019 жылы алынды – дәстүрлі технологиямен 25,4 ц/га және нөлдік технологиямен 22,3 ц/га. Ең төменгі өнімділік 2022 жылы белгіленді – тиісінше 14,1 және 8,8 ц/га. Егіс кезінде қатарға аммофосты (P20) қолдану орта есеппен 2018-2022 жж. дәстүрлі технология бойынша бидай дәнінің өнімділігін 3,1 ц/га арттыру (бақылау 19,2 ц/га). Аммиак селитрасын (күзде немесе көктемде) аммофоспен бірге үстіңгі жағына қолдану бидай өнімділігін тағы 3,0-3,3 ц/га-ға айтарлықтай арттырды. Нөлдік технологиямен аммофос астық өнімділігін 3,5 ц/га арттырды (бақылау 15,8 ц/га), аммоний селитрасын қосымша қолдану осындай нәтиже берді. Дәстүрлі технология жағдайында жаздық бидай шығымының ең аз өзгергіштігі P20 (19,0%) дозасында аммофосты егіс алдында жыл сайын енгізген нұсқада алынды. Нөлдік технология кезінде вариация коэффициенті барлық нұсқаларда жоғары болды, бұл әсіресе аммоний селитрасын N30 – 47,3% дозада қатарлау нұсқасында айқын байқалды.

Түйінді сөздер: азот, фосфор, вариация коэффициенті, дәстүрлі өңдеу, Егістік, жаздық бидай.

SUMMARY

E.V. Mamykin^{1*}, Ya.P. Nazdrachev¹, P.E. Nazarova¹CULTIVATION TECHNOLOGY AND FERTILIZER APPLICATION SYSTEM AS A WAY TO
REDUCE THE VARIABILITY OF SPRING WHEAT YIELD¹LLP "Scientific and Production Center of Grain Farming named after A.I. Barayev",

021601 Akmola region, Shortandy district,

Shortandy-1, Barayev street, 15, Kazakhstan, *e-mail: mamykin_ev@mail.ru

The article presents the results of a study on the effect of mineral fertilizers on reducing the variability of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.) yield under various hydrothermal conditions. Wheat was grown in a crop rotation with traditional and no-till technology of soil cultivation on southern carbonate chernozem with a pea predecessor. It was established that the maximum content of productive moisture in the meter-thick soil layer before sowing wheat after peas was observed in 2019, its amount with traditional technology was 163,6 mm, with zero technology – 180 mm, the minimum in 2020 was 112,4 and 84,5 mm, respectively. The maximum yield of spring wheat in the unfertilized version was obtained in 2019 – 25,4 c/ha with traditional technology and 22,3 c/ha with zero technology. The minimum yield was noted in 2022 – 14,1 and 8,8 c/ha, respectively. The use of ammophos (P20) in rows during sowing provided an average increase in the wheat grain yield for 2018-2022 with traditional technology by 3.1 c/ha (control 19,2 c/ha). Surface application of ammonium nitrate (in autumn or spring) together with ammophos significantly increased wheat yield by another 3,0-3,3 c/ha. With no-till technology,

ammophos increased grain harvest by 3,5 c/ha (control 15,8 c/ha), additional application of ammonium nitrate provided a similar effect. Under traditional technology, the lowest variability in spring wheat yield was obtained in the variant with annual pre-sowing application of ammonium nitrate at a dose of P20 (19,0%). With no-till technology, the variation coefficient was high in all variants, especially pronounced in the variant with row application of ammonium nitrate at a dose of N30–47,3%.

Key words: nitrogen, phosphorus, variation coefficient, traditional soil cultivation, No-till, spring wheat.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Мамыкин Евгений Владимирович – научный сотрудник лаборатории «Агрохимии и удобрений», магистр, e-mail: mamykin_ev@mail.ru
2. Наздрачев Яков Павлович – кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: yakov.n.81@mail.ru
3. Назарова Перизат Ержанаткызы – старший научный сотрудник лаборатории «Агрохимии и удобрений», магистр, e-mail: nazarova_perizat@mail.ru

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

ГРНТИ 68.05.01; 68.05.29; 68.05.33; 68.05.37

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_4_112

С. Калдыбаев¹, Е. Абилдаев¹, М. Алламуратов^{2*}, Ж. Отеулиев², К. Мансурова^{1*}**ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И РЕСПУБЛИКИ
КАРАКАЛПАКСТАН (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН) И ПУТИ ИХ УЛУЧШЕНИЯ**¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
050010, Алматы, пр. Абая 8, Казахстан, *e-mail: mansurova_kamshat@mail.ru²Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, FJ2G+WV5,
Нукус, ул. Ч. Абдирова, 1, Узбекистан, *e-mail: m_allamuratov@mail.ru

Аннотация. В статье изложены закономерности распространения засоленных почв Казахстана и Республики Каракалпакстан, приведены особенности процессов соленакопления в зависимости от геологического развития и выделены почвенно-галогеохимические провинции. Рекомендованы мелиоративные мероприятия по их освоению. Наиболее эффективным приемом мелиорации сазовых гидроморфных луговых солончаков хлоридно-сульфатного типа засоления является промывка на фоне открытого глубокого горизонтального дренажа. Промывка луговых солончаков предгорной равнины Илийского Алатау нормой воды 5 тыс. м³/га обеспечивает рассоление почвенно-грунтовой толщи мощностью 0-80 см. Проведение дальнейших мелиоративных мероприятий с возделыванием люцерны три года приводят к уменьшению запасов солей на 29 т/га.

Ключевые слова: аридный ландшафт, соленакопление, почвенно-галогеохимические провинции, коллекторно-дренажная сеть, процессы рассоления.

В мире 50% сельскохозяйственных угодий подвергаются средней и сильной деградации, ежегодно из оборота выходит 12 млн га сельскохозяйственных земель. Земли, которые считаются источником средств к существованию миллионов людей, находятся под опасностью дальнейшего истощения, засоления, отчуждения, эрозии и других видов деградации. Почти 800 млн жителей страдают от хронического недоедания, что, в свою очередь, напрямую связано с резким увеличением масштабов деградации земель, снижением плодородия почв, чрезмерным использованием водных ресурсов, засухой и сокращением биоразнообразия земного шара. Согласно научным прогнозам, в результате усиления процессов деградации почв в течение следующих 25 лет производство продуктов питания в мировом масштабе может сократиться на 12%, что может привести к росту цен на продовольственные товары на 30%. Мелиоративное состояние орошаемых почв, их водно-солевой

режим зависят от ряда факторов, в том числе от параметров грунтовых вод, концентрации почвенного раствора, режима орошения, качества соленой и оросительной воды, гранулометрического состава почвенных грунтов, а также геоморфолого-литологического строения местности и климатических условий. Все факторы, влияющие на солевой режим определенных типов почв, тесно взаимосвязаны, изменение одного из них одновременно приводит к существенному изменению другого.

Известно, что засоленные почвы являются распространенным компонентом аридных ландшафтов. Они встречаются по всему миру на территории более чем 100 стран. В мире подвержены в той или иной степени засолению 900 млн га земель, что составляет ~ 6% от всех почв или около 20% всех освоенных территории [1-3]. По оценкам Massoud из пахотных земель (7×10⁹ га) 23% являются засоленными, а 37% - содовыми [4]. Более того, тенденция роста засоления почв сохра-

няется, особенно в орошаемых почвах сельскохозяйственного назначения [5], где половина площади подвержены высокой степени засоления.

Засоленные почвы в основном распространены в Центральной Азии и Казахстане, они есть также в Западной Сибири и Западном Китае. В силу физико-географических особенностей нашей республики здесь сосредоточено более 80% площадей засоленных почв бывшего СССР, что составляет более 111.5 млн га или 41% площади. Казахстан расположен в наиболее засоленной части суши планеты – Центральной Азии, на долю которой приходится 1/5 часть или 191 млн га засоленных почв мира (953 млн га), что равно площади подобных почв Африки и Америки вместе взятых [6, 7]. В северной и центральной частях царствуют солонцы и солонцеватые почвы, то в южной, юго-западной и юго-восточной господствуют солончаки и солончаковые почвы.

По данным Министерства сельского хозяйства Республики Каракалпакстан (2020 г.) общая площадь орошаемых земель составляет 460439 га, из которых 420958 га засолены в разной степени. Из общей площади орошаемых земель 2187 га (25 %) составляют незасоленные почвы, 2528 га (30,0 %) слабозасоленные, 3148 га (37 %) средnezасоленные, 110 га (8 %) сильнозасоленные почвы [4].

Полевые и лабораторные исследования проведены по общепринятым в Республиках Казахстан и Узбекистан методами. Был использован метод закладки почвенных разрезов, изучены морфолого-генетические свойства и отобраны почвенные образцы для анализа их химического и гранулометрического состава. В исследованиях также были использованы общепринятые в почвоведении методы изучения

агрохимических и агрофизических свойств почв. Степень и химизм минерализации грунтовых вод были определены в соответствии с модифицированной классификацией определения степени и химизма минерализации грунтовых вод.

Лабораторно-аналитические исследования почв проводились по общепринятым методикам [8].

В ходе полевых исследований закладывались полнопрофильные почвенные разрезы, описаны их морфологические признаки и отобраны образцы почв по генетическим горизонтам и определены химический состав. Почвенные анализы проведены в аккредитованных испытательных лабораториях.

Процессы засоления в Республике Каракалпакстан происходили под воздействием природных и антропогенных факторов. Основными причинами засоления почв данного региона являются повышение уровня грунтовых вод, разной степени минерализации, что в свою очередь является результатом неэффективного и чрезмерного использования водных ресурсов бассейна р. Амударьи. Нужно отметить и тот немаловажный факт, что на сегодняшний день природные условия в регионе резко ухудшились. За последние годы увеличилось число ураганных ветров со стороны высохшего Аральского моря, которые приносят с собой солёно-пылевато-песочные аэрозоли, которые оседают на орошаемые земли, тем самым ещё сильнее ухудшая их экологомелиоративное состояние.

По мере удаления от горных образований естественные и искусственно созданные при орошении потоки грунтовых вод закономерно меняют свой химизм от гидрокарбонатного через сульфатный к хлоридно-сульфатному и хлоридному (рисунок 1) [9].

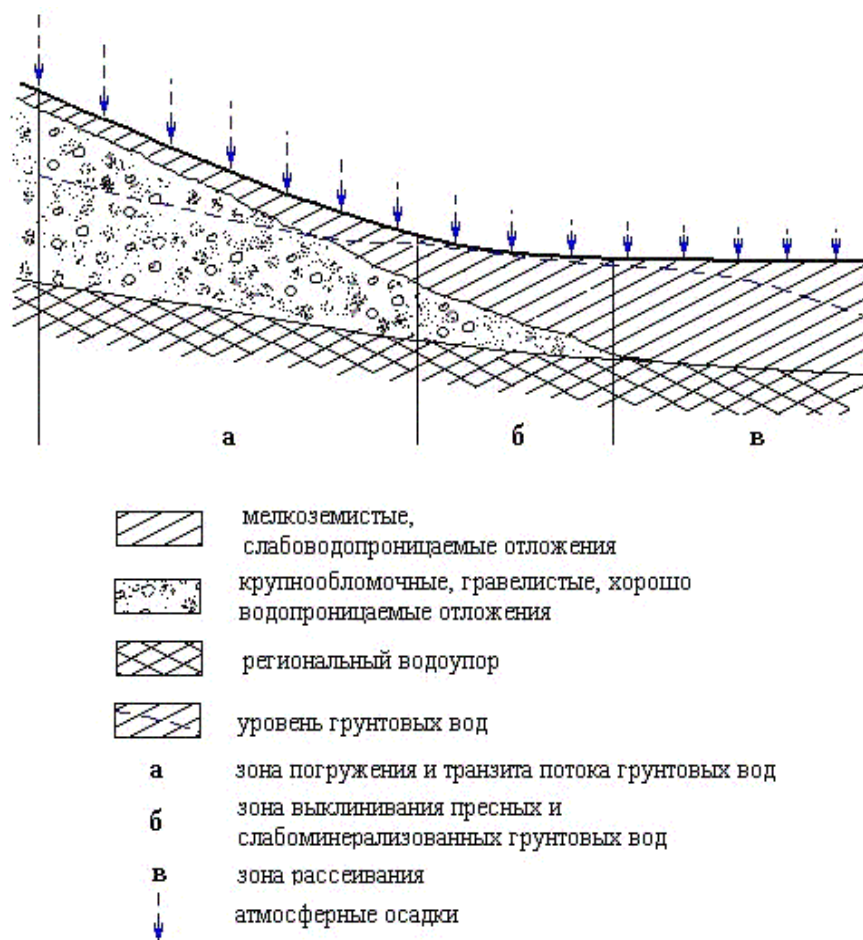


Рисунок 1 - Движение грунтовых вод в природных условиях и при орошении

Местность исследованных районов расположена в современной (живой) дельте р. Амударьи и состоит в основном из равнинных агроландшафтов. Так как почвенный покров имеет очень низкую дренированность без искусственного дренирования, грунтовые воды расходуются только на испарение. В зависимости от расположения и удалённости от речных и ирригационных стоков и интенсивности орошения почвы региона имеют гидроморфный, полугидроморфный и автоморфный водные режимы. В почвах непосредственной близости к речным и другим водным источникам образовался гидроморфный водный режим. А в террито-

риях, достаточно удалённых от основного русла реки и ирригационных сетей, образовался автоморфный водный режим.

В Республике Каракалпакстан (15 районов) из 460,04 тыс. гектаров от общей площади орошаемых земель 420,9 тыс. гектаров (91,4%) в различной степени засолены. Из них 142,6 тыс. га (31%) слабозасоленные, 139,5 тыс. га (30,3%) средnezасоленные, 69,4 тыс. га (15,1%) сильнозасоленные и 69,5 тыс. га (15,1%) очень сильнозасоленные. В пахотном горизонте содержание гумуса колеблется от 0,5-0,8% до 1,1-1,5%, вниз по профилю уменьшается до 0,2-0,5%, в погребенных горизонтах иногда дости-

гают до 1,5-2,1%. В пахотном горизонте общий азот 0,01-0,09%. В слабозасоленных и промытых почвах углекислый азот в пределах 4-8, в сильнозасоленных достигает до 11-15, что показывает о слабой минерализации органических веществ. CO₂ карбонатов в пределах от

6,3% до 8,3%. В почвах гипса мало (0,1-0,5%). Староорошаемые аллювиальные почвы в большинстве случаев засолены, среди них встречаются кроме незасоленных (соли промыты), еще слабо-, средне- и сильнозасоленные почвы (таблица 1).

Таблица 1 - Состояние засоления и характеристика орошаемых почв Республики Каракалпакстан

№	Название районов	Площадь орошаемых земель, га	Засоленные земли		Из них средне-, сильно и очень сильно засоленные		
					общей площади орошаемых земель		общей площади засоленных земель
			га	%	га	%	%
1	Амударья	33 979,0	27 739,0	81,6	13 766,8	40,5	49,6
2	Беруний	29 645,0	29 645,0	100,0	24 457,1	82,5	82,5
3	Нукус	27 263,0	25 065,6	91,9	14 114,1	51,8	56,3
4	Кунград	38 592,0	36 289,4	94,0	22 266,5	57,7	61,4
5	Канликоль	33 512,0	30 367,0	90,6	18 268,2	54,5	60,2
6	Караузек	32 704,0	32 566,0	99,6	23 677,3	72,4	72,7
7	Кегейли	50 666,0	46 206,5	91,2	29 911,8	59,0	64,7
8	Торткуль	26 556,0	22 662,6	85,3	10 404,2	39,2	45,9
9	Ходжейли	26 271,0	23 845,8	90,8	12 267,1	46,7	51,4
10	Чимбай	46 910,0	41 576,8	88,6	26 211,5	55,9	63,0
11	Ерликкала	29 708,0	20 685,3	69,6	10 023,1	33,7	48,5
12	Шуманай	26 604,0	26 603,9	100,0	21 064,8	79,2	79,2
13	Г.Нукус	189,0	189,0	100,0	137,4	72,7	72,7
14	Тахта-копир	32 767,0	32 443,6	99,0	26 730,4	81,6	82,4
15	Муйнак	25 073,0	25 073,0	100,0	25 073,0	100,0	100,0
Общее		460 439,0	420 958,4	91,4	278 373,1	60,5	66,1

Степень засоления орошаемых земель представлен в таблице 2.

Засоление почв и их степень засоления зависит от химизма засоле-

ния, глубины расположения засоленных горизонтов и глубины грунтовых вод.

Таблица 2 – Характеристика орошаемых почв Республики Каракалпакстан по степени засоления

Степень засоления	Общие орошаемые земли	Не засоленные	Слабо засоленные	Средне засоленные	Сильно засоленные	Очень сильно засоленные
Площадь, га	460 439,0	39 480,6	142 585,3	139 499,1	69 385,7	69 466,3
Площадь, %	100	8,6	31	30,3	30,3	15,1

Площадь незасоленных почв Республики Каракалпакстан составляет 39 480,9 гектаров (8,6%) от общей площади орошаемых земель. Слабозасоленные почвы составляют 142 585,0 гектаров орошаемых земель (31,0%), распространены почти повсеместно во всех районах. Среднезасоленные почвы составляют 139 499,1 гектаров, а это 30,0% общих орошаемых земель. Тип засоления в основном хлоридно-сульфатное и сульфатное. Среднезасоленные почвы распространены во всех районах Республики. А сильнозасоленные почвы 69 385,7 гектаров, что составляет 15,0% от общей площади орошаемых земель Республики. Тип засоления в основном хлоридно-сульфатный и сульфатный, встречается в основном во всех районах. Очень сильнозасоленные почвы 69 488,6 гектаров, это 15,1% орошаемых земель республики. Тип засоления так же хлоридно-сульфатный и сульфатный.

В Казахстане значительная часть межгорных впадин и предгорных равнин Алматинской области занята (2,7 млн га или 12,2%) засоленными почвами, где доля слабо, средне, сильно и очень сильно засоленных видов соответственно составляет 30, 20, 37, 13%. Они по химизму засоления относятся к содово-сульфатной провинции. Площади и значение их в связи глобальной аридизацией планеты, продолжающейся со второй половины XIX века имеет тенденцию устойчивого роста как по степени засоления, так и по площади распространения.

Данные анализа изменения температуры приземного слоя воздуха предгорной равнины Северного Тянь-Шаня за 1935-1995 гг. показали повышение ее среднегодовой величины на 1,4°C, за вегетационный период на 1°C и на 2°C за октябрь-март месяцы, т.е. лето стало жарче, а зима теплее. Главными факторами, обуславливающими почти повсеместное распространение засоленных почв в Илийской впадине, являются низкий гидротермический коэффициент (0.5-0.7), характеризующий высокий уровень сухости, высокая сумма активных температур (выше 10°C 3500) и слабая дренированность территории при близком залегании (1.0-4.0 м) грунтовых вод. Гидрологический разрез исследуемой территории представлен на рисунке 2.

Основным приемом мелиорации засоленных почв впадины является промывка на фоне искусственного дренажа. Согласно отчету о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2022 год в стране насчитывается 35,8 млн га засоленных почв [10].

На солончаки приходится небольшая доля от общей площади засоленных почв Казахстана. Их доленое участие в структуре почвенного покрова несколько повышается только в южной половине республики, которая представляет замкнутую внутриматериковую область, не имеющую свободного стока в открытые океанические бассейны. В свою очередь эта область

подразделяется на 3 обширные самостоятельные внутриконтинентальные впадины, со своими замкнутыми бассейнами стока и крупными озерными котловинами в гипсометрически наиболее низких частях. Это Прикаспийская низменность с Каспийским морем, Туранская низменность с Аральским

морем и Балхаш-Алакульская и Илийская впадины с озером Балхаш. Во всех трех впадинах по мере продвижения стока к конечному бассейну его минерализация возрастает, увеличивается количество засоленных почв, достигающее максимума на его побережьях.

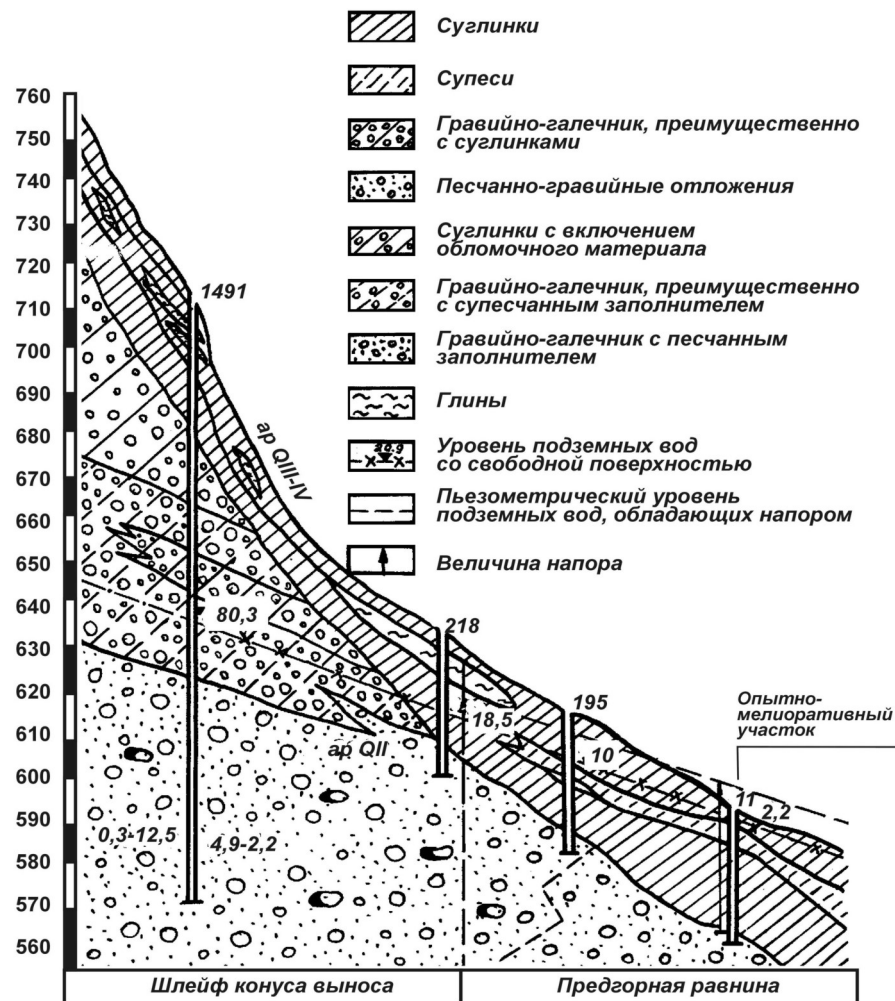


Рисунок 2 - Гидрогеологический разрез исследуемой территории

Особенности геологического развития Казахстана создают следующие предпосылки для широкого распространения процессов соленакопления:

- формирование обширных бессточных равнин с плохим естественным дренажом;

- преобладание в осадочных комплексах рыхлых пород с низкими коэффициентами фильтрации и слабой водоотдачей, загипсованных карбонатных с остаточным засолением;

- образование на юго-востоке массивов гор, для которых равнины Казах-

стана служат базисом аккумуляции растворимых продуктов.

Многолетние исследования позволили В.М. Боровскому (1982) на территории Казахстана выделить четыре почвенно-галогеохимические провинции [11]:

бассейн стока Каспийского моря с преобладанием сульфатно-хлоридного и хлоридного соленакопления;

бассейн стока Аральского моря с хлоридно-сульфатным типом соленакопления;

бассейн стока оз. Балхаш с содово-сульфатным засолением;

бассейн стока Карского моря с преобладанием, хлоридно-сульфатного соленакопления.

Три первых провинции относятся к замкнутым водоемам южной части республики, четвертая провинция сообщается с Мировым океаном через Карское море и охватывает северный, центральный и восточный Казахстан.

Для освоения гидроморфных луговых солончаков хлоридно-сульфатного типа сазовой полосы необходимо зало-

жение глубокого открытого горизонтального дренажа.

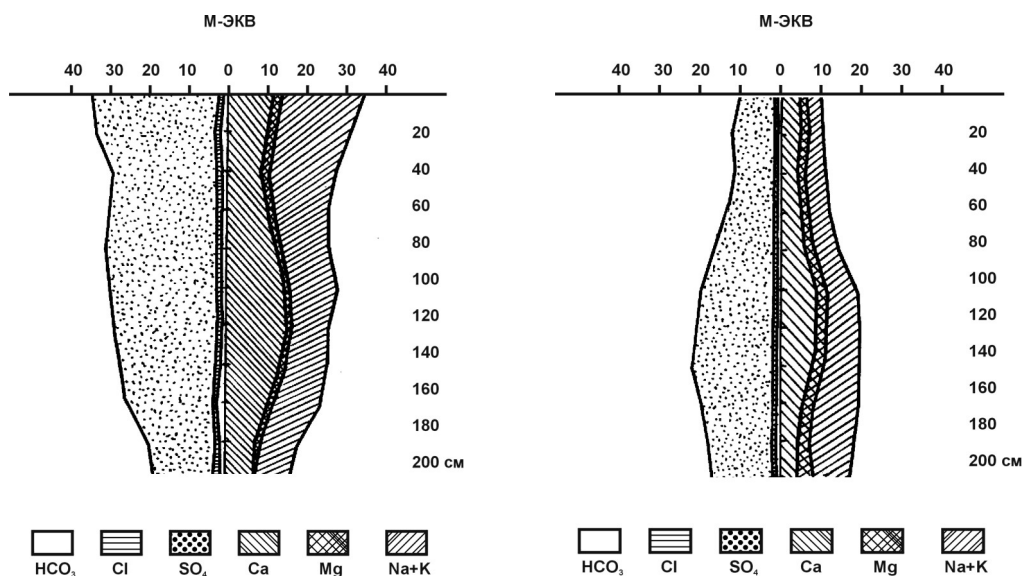
По результатам ранее проводимых исследований (1985-1991) после промывки с общей нормой 5000 м³/га (при глубине дрен 3-3,5 м), среднее содержание солей в слое 0-60 см уменьшилось с 2,131 до 0,722 %, а в метровой толще с 2,052 до 0,820 %, что в пересчете на суммы солей составляют соответственно 66 и 60% от исходного (рисунок 3). Содержание Cl⁻ в слое 0-60 см уменьшилось с 0,032 до 0,007 или на 79,2 % от исходного. Более чем на 65 % снизилось количество SO₄²⁻ и на 78,6 % количество Na⁺. Если до промывок в составе солей преобладала соль Na₂SO₄ и ее доля составляла в метровом слое 0,898-1,524 % от массы, то после промывок его количество резко сократилось до 0,229-0,505% (таблица 3). Возросло количество слаборастворимых солей (Ca(HCO₃)₂, CaSO₄) до 0,302-0,415 % (40-50% от суммы солей), из-за чего значительно снизилась суммарная токсичность солей в почве [12].

Таблица 3 - Изменение запасов солей в почвогрунте опытно-мелиоративного участка (в междурядьях 200 м после капитальной промывки с нормой 5000 м³/га)

Глубина, см	Содержание солей, т/га		Количество вынесенных солей	
	до промывки	после промывки	т/га	%
0-100	280	118,67	161,33	57,62
100-200	268	223,00	45,00	16,79
0-200	548	341,67	206,33	37,65

Запас солей в верхнем метровом слое уменьшился на 161,33 т/га или на 57,62%, а во втором метровом -

на 45,0 т/га или на 16,79% от исходного (рисунок 3).



а) до промывок (1986 г.) б) после промывок, нормой 5000 м³/га (1987 г.)

Рисунок 3 - Изменение солевого профиля луговых солончаков после промывки

Высокое содержание оставшихся солей в корнеобитаемом слое опытной почвы потребовало проведения дальнейших мелиоративных мероприятий, с целью улучшения солевого режима. Поэтому, весной 1987 г. (29 мая) на опытном участке был произведен посев люцерны. Орошение проводилось по схеме 75 и 85 % от НВ.

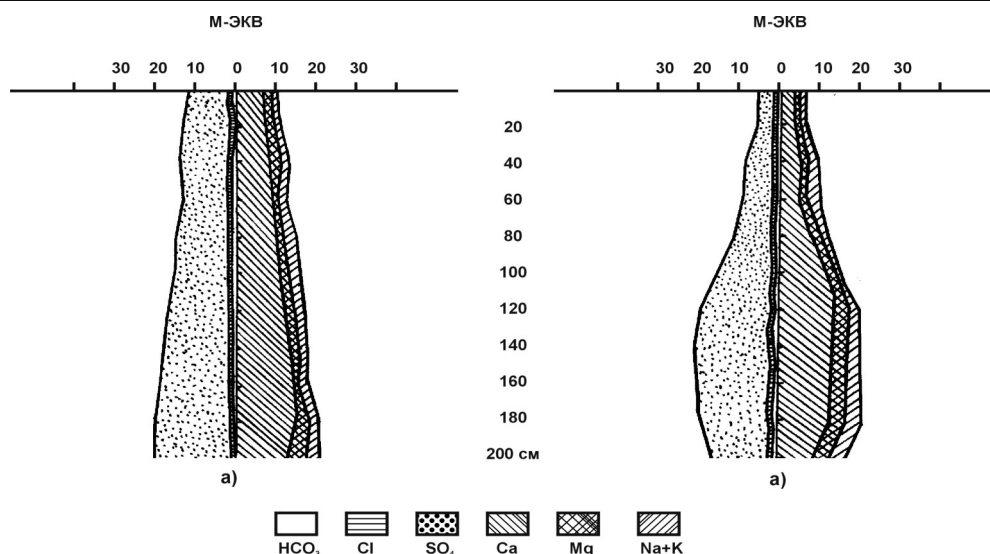
Водный режим по вариантам нашего опыта отличен тем, что при влажности 75 % (в отличие 85 %) от НВ наблюдается сокращение сроков полива, уменьшение их количества и увеличение сроков межполивного периода.

В 1987 г. на варианте с предполивной влажностью 85 % от НВ число поливов составило 8, а на 75 % от НВ - 5. Оросительные нормы соответственно составили 5240 и 4635 м³/га. Следует отметить, что посев люцерны был поздним, поэтому была меньшая оросительная норма за вегетацию.

В 1988 г. на варианте с 85 % от НВ число поливов составило 10, а на 75 % от НВ - 7. Оросительные нормы соответственно составили 6970 и 6210 м³/га.

В 1989 г. на варианте 85 % от НВ число поливов - 11, а на 75 % от НВ - 7. Оросительные нормы соответственно составили 7155 и 6005 м³/га.

За три года возделывания люцерны - в весенне-летний вегетационный период ее развития происходит уменьшение количества солей в почвах обоих вариантов (рассоление). После окончания поливов в осенне-зимний период происходит подъем солей к поверхности почвы из-за близости минерализованных (18-20 мг/л) грунтовых вод (рисунок 4). И как результат на варианте с предполивной влажностью 75% от НВ сезонное засоление почвы в невегетационный период превышает сезонное рассоление того же периода.



в) вариант 75 % от НВ г) вариант 85 % от НВ
Рисунок 4 - Изменение солевого профиля луговых солончаков
после 3-х лет возделывания люцерны

Запасы солей к концу 3-го года возделывания люцерны увеличились на 12,6 т/га. А на варианте с предполивной влажностью 85 % от НВ, наоборот, сезонное рассоление превысило сезонное засоление, с уменьшением запаса солей на 29 т/га.

Исследованиями выявлено, что грунтовые воды обследованных территории в различной степени минерализованы. В обеих республиках они залегают на глубине 120 и 200 см, имеют слабую и среднюю минерализацию и хлоридно-сульфатный химизм засоления. Данные химических анализов образцов почв показывают, что общее содержание воднорастворимых солей в отдельных горизонтах во всех орошаемых почвах обеих республик составляет от 0,210–0,321 до 2,037–3,518 %. А химизм засоления почв в основном на этих почвах относятся к хлоридно-сульфатному типу.

В природных недостаточно дренированных территориях Республики Казахстан и Республики Каракалпакстан для почв полугидроморфного и гидроморфного типов водного режима наиболее рациональным и экономичным, в отношении затраты воды, методом борьбы с засолением орошаемых земель является глубокий (3,0–3,5 м) горизонтальный открытый и закрытый дренаж, с междренными расстояниями 200–300 м, который позволяет удерживать уровень грунтовых вод ниже критической глубины в сезонном, годовом и многолетнем циклах, и тем самым предотвратить процесс вторичного засоления почв.

Опыт промывки почв, проведенной в Казахстане применим и для засоленных почв Республики Каракалпакстан, так как происхождение их засоления и их химизм одинаковы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abdurakhmonov N.Y., Kuziev R.K. Land use in the lower reaches of the Amu Darya measures mitigating the impact of climate change// Uzbek biological journal. Tashkent. - 2017. - № 1. - P. 58-61.
2. Arzimbetov A.J., Raupova N.B. The soil of the territory of the Aral Sea and its current ecological and reclamation status Book Abstracts. International Symposium on Ecological Restoration and Management of the Aral Sea. 24–25 November. 2020. - P. 34.
3. Gafurova L.A., Razakov A.M., Mazirov M.M. Evolutionary-genetic aspects, classification, prospects for the use of soils in the Aral region of Uzbekistan. Book Abstracts. International Symposium on Ecological Restoration and Management of the Aral Sea. 24–25 November. - 2020. - P. 22.
4. Сводка о степени засоленности орошаемых земель Тахиаташского и Ходжейлийского районов / 3 приложение. Министерства Сельского хозяйства Республики Каракалпакстан, Нукус. 2020.
5. Хамзина Т.И., Мукимов Т.Х., Хасанханова Г.М., Абдуллаев У.В. Продвижение лучших практик устойчивого управления земельными ресурсами на затронутых засухой и засоленных землях Узбекистана. Управление земельными ресурсами и их оценка: новые подходы и инновационные решения: сборник статей Республиканской научно-практической конференции (22–24 апреля 2019 г.). М. – Ташкент, 2019. - С. 71–74.
6. Шакиров Н. О проводимых работах по борьбе с деградацией пастбищ в Узбекистане. Управление земельными ресурсами и их оценка: новые подходы и инновационные решения: сборник статей Республиканской научно-практической конференции (22–24 апреля 2019 г.). М. – Ташкент, 2019. - С. 15–18.
7. Шеримбетов В.Х. Засуха как главный элемент аридизации земель при определении основных индикаторов процессов опустынивания// Научно-практический журнал. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. Новочеркасск, 2016. - № 2 (62). - С. 170–174.
8. Тазабеков Т. и др. Практикум по почвоведению. Выпуск IV. Алма-ата 1970 г. -117 с.
9. Хасанов А.С. Особенности формирования химического состава подземных вод в засушливых районах и вопросы мелиорации земель. В кн. Влияние орошения на вторичное засоление, химический состав и режим грунтовых вод. М: Наука. - 1964. - 106 с.
10. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2023 год. Астана, 2023. – С. 102-104.
11. Боровский В.М. Формирование засоленных почв в галогеохимические провинции Казахстана. Алма-Ата. Изд-во «Наука». 1982. - 256 с.
12. Калдыбаев С. Засоленные почвы Казахстана и их мелиорация / Учебник, Алматы, 2014. – 484 с.

REFERENCES

1. Abdurakhmonov N.Y., Kuziev R.K. Land use in the lower reaches of the Amu Darya measures mitigating the impact of climate change// Uzbek biological journal. Tashkent. - 2017. - № 1. - R. 58–61.
2. Arzimbetov A.J., Raupova N.B. The soil of the territory of the Aral Sea and its current ecological and reclamation status Book Abstracts. International Symposium on Ecological Restoration and Management of the Aral Sea. 24–25 November. 2020. - P. 34.

3. Gafurova L.A., Razakov A.M., Mazirov M.M. Evolutionary-genetic aspects, classification, prospects for the use of soils in the Aral region of Uzbekistan. Book Abstracts. International Symposium on Ecological Restoration and Management of the Aral Sea. 24–25 November. 2020. - P. 22.

4. Svodka o stepeni zasolyonnosti oroshaemyh zemel' Tahiatahskogo i Hodzhejliskogo rajonov / 3 prilozhenie. Ministerstva Sel'skogo hozyajstva Respubliki Karakalpakstan, Nukus, - 2020 g.

5. Hamzina T.I., Mukimov T.H., Hasanhanova G.M., Abdullaev U.V. Prodvizhenie luchshih praktik ustojchivogo upravleniya zemel'nymi resursami na zatrunutyy zasuhoy i zasolennyh zemlyah Uzbekistana. Upravlenie zemel'nymi resursami i ih ocenka: novye podhody i innovatsionnye resheniya: sbornik statej Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferencii (22–24 aprelya 2019 g.). M. – Tashkent, 2019. - S. 71–74.

6. SHakirov N. O provodimyyh rabotah po bor'be s degradatsiej pastbishch v Uzbekistane. Upravlenie zemel'nymi resursami i ih ocenka: novye podhody i innovatsionnye resheniya: sbornik statej Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferencii (22–24 aprelya 2019 g.). M. – Tashkent, 2019. - S. 15–18.

7. SHerimbetov V.H. Zasuha kak glavnyj element aridizatsii zemel' pri opredelenii osnovnyh indikatorov processov opustynivaniya// Nauchno-prakticheskij zhurnal. Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. Novocherkassk, 2016, № 2 (62). - S. 170–174.

8. T. Tazabekov i dr. Praktikum po pochvovedeniyu. Vypusk IV. Alma-ata, 1970-117s.

9. Hasanov A.S. Osobennosti formirovaniya himicheskogo sostava podzemnyh vod v zasushlivyyh rajonah i voprosy melioratsii zemel'. V kn. Vliyanie orosheniya na vtorichnoe zasolenie, himicheskij sostav i rezhim gruntovyh vod. M: Nauka, - 1964, - 106 s.

10. Svodnyj analiticheskij otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazahstan za 2023. Astana, 2023. – S. 102-104.

11. Borovskij V.M. Formirovanie zasolennykh pochv v galogeokhimicheskie provintsii Kazakhstana. Alma-ata. Izd-vo: «Nauka», 1982. - 256 s.

12. Kaldybaev S. Zasolennye pochvy Kazakhstana i ih melioratsiya Uchebnik, Almaty, 2014. – 484 s.

ТҮЙІН

С. Калдыбаев¹, Е. Абилдаев¹, М. Алламуратов^{2*}, Ж. Отеулиев², К. Мансурова^{1*}

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ МЕН ҚАРАҚАЛПАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
(ӨЗБЕКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ) СОРТАҢ ТОПЫРАҚТАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖАҚСARTУ
ЖОЛДАРЫ

¹«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ,

050010, Алматы, Абай даңғылы 8, Қазақстан,

*e-mail: mansurova_kamshat@mail.ru

² Бердах атындағы Қарақалпақ мемлекеттік университеті, FJ2G+VV5, Нукус,

Ч. Абдиров, 1 көшесі, Өзбекстан, *e-mail: m_allamuratov@mail.ru

Мақалада Қазақстан мен Қарақалпақстан Республикасының тұзды топырақтарының таралу заңдылықтары баяндалған, геологиялық дамуына байланысты тұздану процестерінің ерекшеліктері келтірілген және топырақтық-галогеохимиялық провинциялар бөлінген. Оларды игеру бойынша мелиоративтік іс-шаралар ұсынылады. Тұзданудың хлорид-сульфат түріндегі сазды гидроморфты шалғынды сортаңдарды мелиорациялаудың ең тиімді әдісі ашық терең көлденең дренаж аясында жуу болып табылады. Іле Алатауының тау бөктеріндегі жазығының шалғынды сортаңдарын 5 мың м³/га

су нормасымен жуу қуаты 0-80 см топырақ-топырақ қалыңдығын қоныстандыруды қамтамасыз етеді. Жоңышқа өсіру арқылы одан әрі мелиорациялық іс-шаралар жүргізу үш жыл ішінде тұздар қорының 29 т/га азаюына алып келеді.

Түйінді сөздер: құрғақ ландшафт, тұз жинақтау, топырақтық-галогеохимиялық провинциялар, коллекторлық-дренаждық желі, тұзды процестер.

SUMMARY

S. Kaldybayev¹, E. Abildayev¹, M. Allamuratov^{2*}, J. Oteuliev², K. Mansurova^{1*}

SALINE SOILS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN (REPUBLIC OF UZBEKISTAN) AND WAYS TO IMPROVE THEM

¹NJSC «Kazakh National Agrarian Research University»,

050010, Almaty, Abay avenue 8, Kazakhstan, *e-mail: mansurova_kamshat@mail.ru

²Karakalpak State University named after Berdakh, FJ2G+VV5, Nukus, Ch. Abdirov, 1, Uzbekistan, *e-mail: m_allamuratov@mail.ru

In the article describes the patterns of distribution of saline soils of Kazakhstan and the Republic of Karakalpakstan, describes the features of salt accumulation processes depending on geological development and identifies soil-halgeochemical provinces. Reclamation measures for their development are recommended. The most effective method of reclamation of carp hydromorphic meadow salt marshes of the chloride-sulfate type of salinization is flushing against the background of open deep horizontal drainage. Flushing of meadow salt marshes of the foothill plain of the Trans-Ili Alatau with a water norm of 5 thousand m³/ha ensures the settlement of a soil-soil column with a capacity of 0-80 cm. Carrying out further reclamation measures with alfalfa cultivation for three years leads to a decrease in salt reserves by 29 tons/ha.

Key words: arid landscape, salt accumulation, soil-halgeochemical provinces, collector-drainage network, salinization processes.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Калдыбаев Сагынбай - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, e-mail: sagynbay@gmail.com

2. Абилдаев Ержан Советбекович – декан факультета Агробиологии, доктор PhD, e-mail: e-mail: e-abildaev@mail.ru

3. Алмуратов Махмут Омарович – заведующий кафедрой экологии и почвоведения, доктор PhD, e-mail: m_allamuratov@mail.ru

4. Отеулиев Жаксылык Бегдуллаевич – старший преподаватель кафедры экологии и почвоведения, доктор PhD, e-mail: oteuliev.jaksilik@mail.ru

5. Мансурова Камшат Алмабековна - докторант кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, e-mail: mansurova_kamshat@mail.ru

Главный редактор

Б.У. Сулейменов

Редакционная коллегия:

*Ц. Абдувайли (КНР), М.А. Ибраева,
Р. Кизилкая (Турция), А.В. Козлов (Россия), Ф.Е. Козыбаева,
А.А. Курманбаев, М.Г. Мустафаев (Азербайджан),
К.М. Пачикин (заместитель главного редактора), Э. Сальников (Сербия),
Г.А. Токсеитова (ответственный секретарь),
М.Т. Егізтай (компьютерная верстка)*

Тираж 200 экз.

Индекс 74197

