



ISSN 1999-740X (Print)
ISSN 2959-3433 (Online)
№ 2 (июнь) 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»*

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

№ 2 (июнь) 2024

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

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

№ 2 (июнь) 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), Э. Сальников (Сербия),
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 года.

Зарегистрирован в Министерстве культуры и информации Республики Казахстан. Свидетельство о регистрации № 8457 ЭК от 18.06.2007 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>

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

СОДЕРЖАНИЕ

Химия почв

- А. Ахатов, У. Нуралиев, С. Буриев, В. Нурматова** Показатели гумусного состояния целинных и орошаемых серо-бурых почв Хорезмского вилоята Узбекистана..... 5

Дегградация и охрана почв

- М. Тоқтар, А.А. Закиева, Э.Е. Кантарбаева, М.Б. Ахметов** Солтүстік Қазақстан облысы сілтісізденген қара топырақтарындағы гумустың жоғалу үрдістері..... 18

Агрохимия

- Т.К. Василина, А.М. Балгабаев, А.М. Шибикеева, Ж.Б. Бакенова, С.С. Наушабаева** Эффективность применения цеолита в овощеводстве в предгорной зоне юго-востока Казахстана 29
- П.Е. Назарова, Я.П. Наздрачев, Е.В. Мамыкин** Влияние различных доз аммиачной селитры на урожай и содержание белка в зерне яровой тритикале 39
- О.Д. Шойкин, Ж.М. Гумарова, А.А. Булекова, Н.В. Малицкая, М.А. Кузнецова, М.Ж. Әшірбеков** Қазақстанның солтүстік аймағында картопқа тыңайтқыштарды қолданудың биоэнергетикалық бағасы..... 54
- Б.Н. Хамзина, Е.Т. Нурманов** Особенности минерального питания горчицы в условиях степной зоны Северного Казахстана..... 65

Обзорные статьи

- O. Zhandybayev, A. Malimbayeva, R. Zhumabayeva** Review of modern methods for optimizing apple mineral nutrition to increase yield and fruit preservation..... 78
- М.А. Ибраева, А.А. Курманбаев** Актуальные проблемы почвенной науки Казахстана..... 94
- К.М. Пачикин, О.Г. Ерохина, А.К. Ершибулов, Е.Е. Сонгулов** Современные подходы к оценке земельных ресурсов (на примере Западного Казахстана)..... 105

Информация

- Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы охраны почв и устойчивого использования земельных ресурсов»..... 117

CONTENT

Soil chemistry

- A. Akhatov, U. Nuraliev, S. Buriev, V. Nurmatova** Indicators of humus state of virgin and irrigated gray-brown soils of khorezm vilayat of Uzbekistan.....5

Soil degradation and protection

- M. Toktar, A. Zakiyeva, E.E. Kantarbaeva. M.B. Akhmetov** Processes of humus loss in leached chernozem soils of the North Kazakhstan region 18

Agrochemistry

- T.K. Vassilina, A.M. Balgabaev, A.M. Shibikeeva, Zh.B. Bakenova, S.S. Naushabaeva** Effectiveness of use zeolite in vegetable growing in the footdown zone of southeast Kazakhstan29

- P.E. Nazarova, Ya.P. Nazdrachev, E.V. Mamykin** The effect of different doses of ammonium nitrate on the yield and protein content in spring triticales grain39

- O.D. Shoykin, Zh.M. Gumarova, A.A. Bulekova, N.V. Malitskaya, M.A. Kuznecova, M.Zh. Ashirbekov** Bioenergetic assessment of the use of fertilizers for potatoes in the northern region of Kazakhstan54

- B.N. Khamzina, E.T. Nurmanov** Features of mineral nutrition of mustard in the conditions of the steppe zone of Northern Kazakhstan65

Review articles

- O. Zhandybayev, A. Malimbayeva, R. Zhumabayeva** Review of modern methods for optimizing apple mineral nutrition to increase yield and fruit preservation78

- M.A. Ibrayeva, A.A. Kurmanbayev** Actual problems of soil science in Kazakhstan.....94

- K.M. Pachikin, O.G. Erokhina, A.K. Ershibulov, E.E. Songulov**

Modern approaches to land resources valuation (on the example of Western Kazakhstan).....105

Information

International scientific and practical conference "Modern problems of soil conservation and sustainable use of land resources»..... 117

ХИМИЯ ПОЧВ

МРНТИ 68.05.43

DOI: [10.51886/1999-740X.2024.2.5](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2024.2.5)А. Ахатов¹, У. Нуралиев¹, С. Буриев², В. Нурматова^{2*}**ПОКАЗАТЕЛИ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕЛИННЫХ И ОРОШАЕМЫХ
СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ ХОРЕЗМСКОГО ВИЛОЯТА УЗБЕКИСТАНА**¹Государственное учреждение "Центральная испытательная лаборатория",
100167, Ташкент, ул. Локомотивная, 10, Узбекистан,²Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных
технологий при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения
климата Республики Узбекистан, 100043, Ташкент, пр. Бунёдкор, 7 а, Узбекистан,*e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

Аннотация. Дана оценка содержания гумуса, элементного состава и оптической плотности гуминовых кислот в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского массива Хорезмского вилоята Узбекистана. Изученные пустынные целинные и орошаемые почвы характеризуются легким и среднесуглинистым гранулометрическим составом, пылевато-зернистой структурой, слабощелочной реакцией. Карбонаты присутствуют в небольших количествах - 3,10-10,60%. Общее содержание гумуса в верхних горизонтах варьирует от 0,19% до 0,76%. В целинных серо-бурых почвах тип гумуса – гуматно-фульватный, в освоенных почвах - гуматный. Степень гумификации органического вещества в новоорошаемых серо-буро-луговых и лугово-болотных почвах выше, чем в целинных серо-бурых и снижается вниз по профилю. Выявлено, что оптическая плотность гуминовых кислот целинной серо-бурой, орошаемых луговых и лугово-болотных почв характеризуется высокими показателями. Процент от суммы элементов гуминовых кислот мало отличается от целинных почв к староорошаемым луговым. В нижних горизонтах окисленность увеличивается в 1,02 раза по сравнению с другими исследуемыми почвами. Впервые определен элементный состав гуминовых кислот в целинных и орошаемых почвах пустынной зоны Ташсакинского массива Хорезмского вилоята. Элементный состав гуминовых кислот показал окисляемость гуминовых кислот, которая уменьшается сверху вниз по профилю, что связано с особенностями генезиса исследуемых почв, давностью орошения и степенью окультуренности этих почв.

Ключевые слова: гумус, гуминовые кислоты, элементный состав, степень гумификации, оптическая плотность, давность орошения.

ВВЕДЕНИЕ

Гумус является ключевым компонентом почвы, влияющим на продуктивность экосистем. Он контролирует широкий спектр процессов, включая потоки парниковых газов, круговорот питательных веществ, инфильтрацию и удержание воды [1, 2]. Вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот, их интенсивное использование обуславливает утрату почвенного плодородия [3-6].

Гумусное состояние почв - это совокупность различных форм, химического состава, процессов трансформа-

ции и миграции органического вещества в генетическом профиле почв. К достоинствам термина следует отнести его крайности и специфичность. Недостатком можно считать то, что более узкое понятие «гумусное» включает в себя весь комплекс процессов, признаков и свойств, охватывающих все органическое вещество почв. В сравнении с черноземами [7], содержание органического вещества в почвах лугового типа, характер его распределения по профилю, состав и свойства изучены слабее. Наиболее важными признаками устойчивости гумусного состояния почв

служат совокупность таких показателей, как содержание углерода (гумуса) и его природное варьирование, распределение гумуса по профилю, запасы гумуса, обогащенность азотом, биологическая активность почв, антропогенный фактор и другие. Степень гумификации органического вещества, это - очень важный показатель гумусного состояния почв. Достаточно надежного метода экспериментального определения степени гумификации до настоящего времени нет. Согласно смыслу самого понятия степени гумификации, оно должно характеризовать долю гумусовых веществ в составе органического вещества почв. В связи с тем доля «гумина» более или менее постоянна и зависит скорее от механического состава почв, чем от природы гумуса, и вряд ли целесообразно учитывать его при определении степени гумификации. Фульвокислоты также не могут быть критерием гумифицированности почв, так как они, обычно, несут в своем составе примесь неспецифических органических веществ, очистка от которых хотя и возможна, но достаточно трудоемка [8]. Наиболее целесообразно определять степень гумификации по доле гумусовых кислот в составе органического вещества почв, выражая ее в процентах. Обогащенность органического вещества азотом отчетливо показывает отношение C:N. Процесс трансформации органических остатков сопровождается обогащением гумусовых веществ азотом. Этот показатель дает суммарную характеристику, но не позволяет судить о формах азотосодержащих компонентов. В частности, на эту величину могут влиять как белковые компоненты микроорганизмов, так и фиксированный минералами аммонийный азот. Однако, характер изменения отношения C:N в процессе гумификации однозначен, и помимо резервов азота может харак-

теризовать и степень гумификации органического вещества.

Снижение темпов дегумификации почв и повышение эффективности сельскохозяйственного производства является актуальной проблемой в сфере управления земельными ресурсами, особенно в тех регионах, где наблюдается их дефицит в связи с неблагоприятными условиями климата или рельефа. Тематика гумусного состояния почв остается по-прежнему актуальной, учитывая современный тренд изменения климата в регионе [9]. Особенный интерес вызывает проблема истощения запасов гумуса, причин и факторов дегумификации целинных и орошаемых почв, которые широко распространены в Хорезмском вилояте Узбекистана и составляют существенную часть земельного фонда страны.

Цель исследования - оценка содержания гумуса, его распределение, элементный состав гумусовых кислот, их оптическая плотность в профиле целинных и орошаемых почв Ташсакинского массива Хорезмского вилоята Узбекистана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Районы и объекты исследования. Исследования проводились в Хорезмском вилояте республики Узбекистан в 2021-2023 гг. В качестве объекта исследования выбраны земли различные по степени давности орошения, используемые для выращивания сельскохозяйственных культур: целинная серо-бурая, новоорошаемая серо-бурая, новоорошаемая серо-буро-луговая, новоорошаемая лугово-болотная, староорошаемая луговая староречья Даудан.

Климатические условия района отличаются резкой континентальностью, абсолютный температурный максимум +45°C, абсолютный минимум -30°C. Суммарная радиация в горах до 7000 МДж/м². Количество осадков варьирует от 80 до 200 мм, отчетливо

выражен весенний максимум выпадения осадков до 200 мм, на летний период приходится минимум влаги (менее 100 мм). Зимы теплые, короткие, с незначительным и неустойчивым снежным покровом, наблюдаются и суровые зимы, когда замерзают реки, а минимальные температуры воздуха снижаются до -35°C . Весна – короткая и ранняя: в апреле устанавливается теплая погода, в мае наступает летний период. Лето на равнине – долгое, жаркое, безоблачное, сухое и пыльное. Самый жаркий месяц – июль, иногда август. Максимальная температура воздуха достигает 50°C . Осень наступает в сентябре: начинают выпадать дожди, температура воздуха понижается, в конце октября возможны заморозки [10].

Методы исследования. В задачи исследования входило полевое изучение морфологических профилей почв, отбор почвенных образцов, лабораторно-аналитические работы. Полевые исследования, отбор образцов и пробоподготовка выполнены в соответствии с общепринятыми методиками [11]. В образцах определяли общее содержание органического углерода и гумуса по методу И.В. Тюрина [12]; групповой состав гумуса по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [13]; качественный состав гумуса классифицировался согласно методических указаний С.Н. Рыжова и М.М. Ташкузиева [14]; гумусное состояние почв определялось по методике Л.А. Гришиной [15]; элементный состав гумусовых кислот определялся расчетным способом по методике А. Ахатова [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общее содержание гумуса в верхнем горизонте изученных серо-бурых почв варьирует от 0,1926 до 0,7661% (таблица 1). Тип гумуса определен как гуматно-фульватный в целинных серо-бурых почвах и гуматный в остальных почвенных разностях. Максимальное количество углерода сосредоточено в

верхнем слое от 0,1117 до 0,444%, при этом на глубине около 1 м количество гумуса варьирует от 0,066 до 0,379%.

Рассмотренные почвы имеют высокое содержание углерода и очень узкое отношение Н:С, что свидетельствует об участии полимеризованных ароматических структур в строении молекул гуминовых кислот. На 1 атом углерода приходится 1,005 атомов водорода, почти один к одному. Если смотреть на формулу $\text{C}_{187}\text{H}_{186}\text{O}_{89}$, препарат гуминовых кислот содержит 187 атомов углерода и 186 атомов водорода, из этого можно сделать вывод, что на один атом углерода в молекуле гуминовых кислот кроме водорода и другие элементы присоединяются как группы OH , NH_2 . В нижних горизонтах новоорошаемых лугово-болотных и серо-бурых почв заметно возрастает степень окисленности гуминовых кислот, которая выражается положительными величинами. Полученные данные показывают, что гуминовые кислоты лугово-болотных и серо-бурых почв представлены окисленными серыми гуминовыми кислотами, что вполне согласуется со сложившимися представлениями.

В сравнении с черноземами изученные почвы пустынной зоны отличаются по содержанию углерода и узкому отношению Н:С, что свидетельствует об участии полимеризованных ароматических структур в строении молекул гуминовых кислот последних. В исследуемых почвах степень окисленности гуминовых кислот почти стабильна. По данным Е.М. Самойловой и Л.М. Дмитракова [17], гуминовые кислоты типичных черноземов и черноземно-луговых почв в верхнем горизонте мало отличаются по элементному составу. Наши исследования показали, что элементный состав гуминовых кислот резко отличается в целинных и староорошаемых луговых почвах (таблица 1).

Степень гумификации органических веществ в некоторых почвах (це-

линия и новоорошаемые) снижается гумификация (50,0%) органического вещества наблюдается на глубине 22-36 см (таблица 2).

Таблица 1 - Элементный состав гуминовых кислот целинных и орошаемых почв Ташсакинского плато и староречья Даудан, (атомные проценты)

Глубина, см	Гумус, %	С общий, %	*ЭСГК, % к весу почвы				Н:С
			С	N	O	H	
Целинная серо-бурая, Р-1							
0-1	0,2017	0,1170	0,0302	0,00172	0,01950	0,00260	0,09
1-8	0,2174	0,1261	0,0272	0,00153	0,01725	0,00230	0,08
8-21	0,2293	0,1330	0,0176	0,00100	0,01117	0,00146	0,08
21-41	0,1660	0,0969	0,0220	0,00124	0,01400	0,00187	0,09
Новоорошаемая серо-бурая, Р-2							
0-26	0,5244	0,3042	0,0689	0,00387	0,04370	0,00571	0,08
26-40	0,3314	0,1922	0,0379	0,00213	0,02400	0,00314	0,08
40-70	0,0665	0,0386	0,0039	0,00022	0,00247	0,00032	0,08
Новоорошаемая серо-буро-луговая, Р-12							
0-22	0,4224	0,2450	0,0803	0,00451	0,05100	0,0067	0,08
22-36	0,1608	0,0933	0,0469	0,00363	0,02980	0,00389	0,08
36-60	0,1353	0,0785	0,0235	0,00132	0,01490	0,00195	0,08
Новоорошаемая лугово-болотная, Р-14							
0-30	0,1926	0,1117	0,0475	0,00267	0,03010	0,00394	0,08
30-40	0,1248	0,0724	0,0234	0,00181	0,01490	0,00194	0,08
40-82	0,1046	0,0607	0,0169	0,00096	0,01070	0,00140	0,08
Староорошаемая луговая староречье Даудан, Р-16							
0-30	0,7661	0,4440	0,1078	0,00605	0,06840	0,19120	0,08
30-70	0,5355	0,3106	0,0875	0,00492	0,05550	0,00726	0,08
70-85	0,3789	0,2197	0,0513	0,00288	0,03260	0,00425	0,08
Примечание: *ЭСГК - Элементный состав гуминовых кислот							

Таблица 2 - Содержание гумусовых кислот и гумификация органических веществ в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского плато и староречья Даудан

Глубина, см	Гумус, %	С общий, %	С к весу почвы, %		% от общего углевода		Сг. к. Сф. к.	Гумификация органических веществ, %
			С _{г.к}	С _{ф.к}	С _{г.к}	С _{ф.к}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Целинная серо-бурая, Р-1								
0-1	0,2017	0,117	0,0302	0,0347	25,81	29,7	0,87	27
1-8	0,2174	0,1261	0,0272	0,0453	21,56	35,9	0,60	22
8-21	0,2293	0,1330	0,0176	0,0568	13,23	42,7	0,31	13
21-41	0,1660	0,0969	0,0220	0,0060	12,71	27,18	0,60	23

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Новоорошаемая серо-бурая, Р-2								
0-26	0,5244	0,3042	0,0689	0.0339	22,65	11.16	2,03	23
26-40	0,3314	0,1922	0,0379	0.0230	19,72	12.18	0,88	20
40-70	0,0665	0,0386	0,0039	0.0044	10,08	11.45	0,88	10
Новоорошаемая серо-буро-луговая, Р-12								
0-22	0,4224	0,2450	0,0803	0.0464	32,77	18.94	1,73	33
22-36	0,1608	0,0933	0,0469	0.0366	50,27	39.27	1,28	50
36-60	0,1353	0,0785	0,0235	0.022	29,94	28.25	1,06	30
Новоорошаемая лугово-болотная, Р-14								
0-30	0,1926	0,1117	0,0475	0.0386	42,52	34.57	1,23	43
30-40	0,1248	0,0724	0,0234	0.0171	32,32	23.60	1,37	32
40-82	0,1046	0,0607	0,0169	0.0154	29,84	25.29	1,18	28
Староорошаемая луговая староречье, Даудан, Р-16								
0-30	0,7661	0,444	0,1078	0.0499	24,27	11.24	2,16	24
30-70	0,5355	0,3106	0,0875	0.0340	28,17	10.96	2,57	28
70-85	0,3789	0,2197	0,0513	0.0286	23,35	13.04	1,79	23

Степень гумификации органического вещества в целинных серо-бурых, новоорошаемых серо-бурых и староорошаемых луговых не очень высокая, и доля углерода гуминовых кислот от общего углерода составляет более 50,0%. По показателю (Сг.к.:Собщ.), принятому нами в системе показателей гумусного состояния почв [17] степень гумификации снижается с глубиной до 10%. В нижних горизонтах новоорошаемых лугово-болотных почв, степень процесса гумификации выше в 1,02 раза, чем в целинных серо-бурых и староорошаемых лугово-болотных почвах. Обращают на себя внимание полученные данные по степени гумификации органического вещества. Так, в целинной и новоорошаемых почвах (разрезы 1, 2, 12, 14) гумификация снижается с глубиной, а в староорошаемой (разрез 16), напротив, увеличивается, что согласуется с генезисом и давностью орошения этих почв (таблица 2).

Оптическая плотность гуминовых кислот не остается однозначной по всему профилю (таблица 3), причем характер профильных изменений оптической плотности целинной почвы отличается от новоорошаемой. Следовательно, состав гуминовых кислот не остается постоянным в профиле исследуемых почв. Д.С. Орлов [7] отмечал, что в более глубоких горизонтах создаются условия для длительного созревания гуминовых кислот. На глубине 35-45 см оптическая плотность резко возрастает, что может свидетельствовать о нарастании степени конденсированности сетки углеродных атомов. На это явление обратили внимание Е.М. Самойлова и Л.М. Дмитраков [17], получившие аналогичные характеристики изменения оптической плотности по профилю черноземно-луговой почвы. С другой стороны, в почвах, где идут процессы вертикальной миграции, возможно передвижение растворимых гуминовых кислот упрощенного строения вглубь по профилю.

Таблица 3 - Оптическая плотность гуминовых кислот в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского плато и староречья Даудан, %

Глубина, см	Гумус, %	С общ.	С гуминовых кислот	0,001% С Е 465см ⁻¹ оптическая плотность
Целинная серо-бурая почва, Р-1				
0-1	0,2017	0,117	0,0302	0,14
1-8	0,2174	0,1261	0,0272	0,13
8-21	0,2293	0,1330	0,0176	0,08
21-41	0,1660	0,0969	0,0220	0,10
Новоорошаемая серо-бурая почва Р-2				
0-26	0,5244	0,3042	0,0689	0,3
26-40	0,3314	0,1922	0,0379	0,17
40-70	0,0665	0,0386	0,0039	0,02
Новоорошаемая серо-буро-луговая почва Р-12				
0-22	0,4224	0,2450	0,0803	0,37
22-36	0,1608	0,0933	0,0469	0,22
36-60	0,1353	0,0785	0,0235	0,11
Новоорошаемая лугово-болотная почва, Р-14				
0-30	0,1926	0,1117	0,0475	0,22
30-40	0,1248	0,0724	0,0234	0,11
40-82	0,1046	0,0607	0,0169	0,08
Староорошаемая луговая почва староречье Даудан, Р-16				
0-30	0,7661	0,444	0,1078	0,50
30-70	0,5355	0,3106	0,0875	0,41
70-85	0,3789	0,2197	0,0513	0,24

Оптическая плотность растворов препаратов гуминовых кислот целинных и орошаемых луговых и лугово-болотных почв характеризуется наиболее высокими показателями из всех исследуемых почв. Полученные нами данные показывали, что Е-величины гуминовых кислот целинных серо-бурых почв Ташсакинского плато превышают средние показатели Е-величин, возможно, это может быть связано с типовыми особенностями, генезисом и давностью орошения.

Оптическая плотность гуминовых кислот изученных почв имеет различные показатели по почвенному профилю. Состав гуминовых кислот не остается постоянным, в более глубоких горизонтах создаются условия для дли-

тельного созревания гуминовых кислот. В новоорошаемой серо-буро-луговой почве на глубине 22-36 см, оптическая плотность резко возрастает в подпахотных горизонтах исследуемых почв, что может свидетельствовать о нарастании степени конденсированности сетки углеродных атомов (таблица 3). С другой стороны, резкое изменение оптической плотности в подпахотном слое новоорошаемой серо-буро-луговой почвы может быть связано с облегчением механического состава почв, где идут процессы миграции растворенных гуминовых кислот упрощенного строения вглубь по профилю. Новоорошаемая серо-буро-луговая (Р-12) и староорошаемая луговая почва (Р-16) староречья Даудан отличаются от но-

воорошаемой лугово-болотной почвы резким снижением оптической плотности, которая объясняется тем, что в структуре гуминовых кислот новоорошаемой лугово-болотной почвы происходят изменения в ароматической сетке.

Увеличение или уменьшение оптической плотности растворов препа-рата гуминовых кислот зависит от степени процесса гумификации, окисленности и элементного состава гуминовых кислот, миграции растворенных гуминовых кислот. Снижение окисленности гуминовых кислот и приводит к уменьшению углерода из ароматической структуры в нижних слоях почвенного профиля, что обуславливает к снижению оптической плотности по генетическим горизонтам обследуемых почв.

Количество элементов в гумусе целинных серо-бурых почв, разбросанных по всему генетическому горизонту (таблица 4), уменьшается от верхнего слоя к нижнему, с накоплением в слоях 1-8, 8-21 см. В этом слое (*in situ*) в процессе внутрипочвенного выветривания накапливается гумусовый материал и соответственно накапливается и количество элементов (C, O, H, N). Резкое снижение наблюдается в нижнем слое 21-41 см по сравнению с верхними слоями, так как формирование почвы продолжается под влиянием природных факторов (*in situ*).

По мере снижения количества гумуса, в зависимости от давности орошения почвы, резко уменьшается и количество его элементов (C, O, H, N) вниз по профилю почвы (таблица 4).

Причина резкого снижения содержания углерода, азота, кислорода и водорода в слоях 30-40, 40-82 см новоорошаемых лугово-болотных почв (Р-14) заключается в выделении газов

CO₂, HN₃ из этих слоев в атмосферу. Количество элементов в процентах от массы почвы уменьшается.

Установлено, что в староорошаемой луговой почве (Р-16) количество гумуса увеличилось в 1,5-4,0 раза по сравнению с новоорошаемыми почвами (Р 2, 12, 14), также наблюдается медленная тенденция снижения содержания гумуса и количества его элементов в нижние слои. Если это влияние давности орошения, то из данных таблицы видно, что в более глубоком слое количество элементов значительно выше по сравнению с указанными выше почвами. Одной из основных причин является длительная продолжительность полива. Немаловажное значение имеет и увеличение количества илистой фракции в почвенном профиле. Процент элементов, содержащихся в гумусе староорошаемой луговой почвы староречья Даудан, в соотношении углерода к гумусу во всех горизонтах составляет 58% (в 100 г гумуса содержится 58 г углерода). Другие элементы (N, O, H) также практически не меняют качества гумуса.

Таким образом, можно сделать вывод, что независимо от типа почвы и содержания гумуса, соотношение его элементов не меняется. Среднее количество атомов элемента в гумусе целинной серо-бурой почвы выражено формулами:

Целинная серо-бурая почва - C₁₀O₂H₃₇N.

Новоорошаемая серо-бурая почва - C₂₅O₆H₉₇N_{2,5}.

Новоорошаемая серо-буро-луговая почва - C₂₁O₅H₇₇N₂.

Новоорошаемая лугово-болотная почва - C₉O₂H₃₆N.

Староорошаемая луговая почва - C₃₇O₈H₁₄₁N_{3,6}.

Таблица 4 - Элементный состав гумуса и число атомов в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского плато и староречья Даудан

Глубина, см	Гумус, %	Элементный состав гумуса, % к весу почвы				Сумма элементов, мг/кг	% от содержания гумуса				Число атомов элемента
		C	N	O	H		C	N	O	H	
Целинная серо-бурая почва, Р-1											
0-1	0,2017	0,1170	0,0134	0,0341	0,0372	2017	58,0	6,64	16,91	18,44	C ₁₀ O ₂ H ₃₇ N
1-8	0,2174	0,1261	0,0145	0,0367	0,0401	2174	58,0	6,67	16,88	18,45	C ₁₁ O ₂ H ₄₀ N
8-21	0,2293	0,1329	0,0152	0,0387	0,0423	2293	58,0	6,63	16,88	18,45	C ₁₁ O ₂ H ₄₂ N
21-41	0,1660	0,0963	0,0110	0,0280	0,0306	1660	58,0	6,63	16,87	18,43	C ₈ O ₂ H ₃₀ N
Новоорошаемая серо-бурая почва Р-2											
0-26	0,5244	0,3041	0,0349	0,0886	0,0967	5244	58,0	6,66	16,90	18,44	C ₂₅ O ₆ H ₉₇ N ₃
26-36	0,3314	0,1922	0,0220	0,0560	0,0611	3314	58,0	6,64	16,90	18,44	C ₁₆ O ₄ H ₆₁ N ₂
36-60	0,0665	0,0386	0,0044	0,0112	0,0123	665	58,0	6,62	16,89	18,50	C ₃ OH ₁₂ N
Новоорошаемая серо-буро-луговая почва Р-12											
0-22	0,4224	0,2450	0,0281	0,0713	0,0770	4224	58,0	6,65	16,88	18,23	C ₂₁ O ₅ H ₇₇ N ₂
22-36	0,1608	0,0933	0,0107	0,0272	0,0297	1608	58,0	6,65	16,92	18,47	C ₈ O ₂ H ₃₀ N
36-60	0,1353	0,0785	0,0090	0,0229	0,0250	1353	58,0	6,65	16,93	18,48	C ₇ O ₂ H ₂₅ N
Новоорошаемая лугово-болотная почва, Р-14											
0-30	0,1926	0,1117	0,0128	0,0325	0,0355	1926	58,0	6,65	16,89	18,43	C ₉ O ₂ H ₃₆ N
30-40	0,1248	0,0724	0,0083	0,0211	0,0230	1248	58,0	6,65	16,91	18,43	C ₆ O ₂ H ₂₃ N
40-82	0,1046	0,0607	0,0070	0,0177	0,0193	1046	58,0	6,69	16,92	18,45	C ₅ O H ₁₉ N
Староорошаемая луговая почва староречье Даудан, Р-16											
0-30	0,7661	0,444	0,0509	0,129	0,141	764,9	58,0	6,65	16,84	18,41	C ₃₇ O ₈ H ₁₄₁ N _{3,6}
30-70	0,5355	0,3106	0,0356	0,091	0,099	536,2	58,0	6,55	16,98	18,47	C ₂₆ O _{5,7} H ₉₁ N _{2,5}
70-85	0,3789	0,2197	0,0252	0,0640	0,070	378,9	58,0	6,55	16,89	18,47	C _{18,3} O ₄ H ₇₀ N ₂

Соотношение атомных чисел элементов, содержащихся в гумусе исследованных почв, практически не изменилось $H:C = 0,08$ (рисунок 1). Эти цифры подтверждают, что соотношение установлено неизменным независимо от количества гумуса в почве, одному

атому углерода соответствует $3,7^4$ атома водорода. Причина резкого уменьшения числа атомов углерода и водорода в новоорошаемых лугово-болотных почвах объясняется выделением из заболоченных земель газа метана CH_4 .

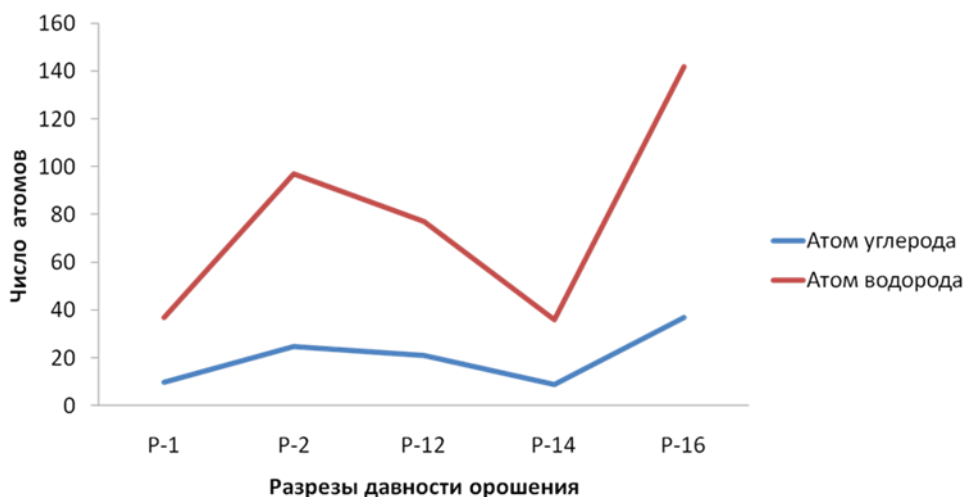


Рисунок 1 - Изменение числа атомов углерода и водорода в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского плато

Таким образом, в изученных целинных и орошаемых почвах Ташсакинского массива Хорезмского вилоята Узбекистана, общее содержание гумуса в верхнем горизонте может достигать 0,7661%. Почвы имеют высокое содержание углерода и очень узкое отношение $H:C$, что свидетельствует об участии полимеризованных ароматических структур в строении молекул гуминовых кислот. Оптическая плотность гуминовых кислот не остается однозначной по всему профилю с явным снижением к нижним слоям. На элементный состав гумуса могут влиять такие причины, как выделение газов CO_2 , HN_3 в атмосферу, длительная продолжительность орошения, увеличение количества илистой фракции в почвенном профиле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были изучены содержание гумуса, элементный состав и оптическая плотность гуминовых кислот в профиле целинных и орошаемых почв Ташсакинского массива Хорезмского вилоята Узбекистана. Исследования показали, что в целинных серо-бурых почвах тип гумуса – гуматно-фульватный, в освоенных почвах – гуматный. Степень гумификации изученных почв не очень высокая, и доля углерода гуминовых кислот от общего углерода составляет более 50,0%. Снижение окисленности гуминовых кислот приводит к уменьшению углерода из ароматической структуры в нижних слоях почвенного профиля, что влечет за собой снижение оптической плотности по генетическим горизонтам исследуемых почв. Это

является свидетельством того, что в составе гуминовых кислот происходят потери химических элементов с окислением в анаэробных процессах. В верхнем слое почв протекает аэробный процесс, в результате которого химические элементы гумуса окисляются до газов двууглекислого углерода, аммиака и др., что приводит к потере содержания гумуса почв и может быть основным

критерием при оценке гумусного состояния почв пустынной зоны. Дальнейшее изучение целинных и орошаемых почв Хорезмского вилоята Узбекистана, имеет важное значение для разработки рекомендаций по их рациональному использованию, противоэрозийной защите и увеличению продуктивности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lehmann J., Bossio D.A., Kogel-Knabner I., Rillig M.C. The concept and future prospects of soil health// *Nature Reviews Earth & Environment*. - 2020.- Т. 1. P. 544–553.
2. Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicsek D.F., Stewart B.A. Defining soil quality for a sustainable environment// *Soil Science Society of America Journal*. - 1994. - Vol.35.-P.3–21.
3. Guo L. B., Gifford R.M. Soil carbon stocks and landuse change: A metaanalysis// *Global Change Biology*. - 2002. - 8. - P. 345–360.
4. Franzluebbers A. Root-zone soil organic carbon enrichment is sensitive to land management across soil types and regions// *Soil Science Society of America Journal*. - 2022.- Т. 86. - P. 79–90.
5. Haddaway N.R., Hedlund K., Jackson L.E., Kätterer T., Lugato E., Thomsen I K., Jørgensen H.B., Isberg P.-E. Howdoes tillage intensity affect soil organic carbon// *A systematic review. Environmental Evidence*. - 2017. - Т. 6. - P. 30.
6. Chen T., Tang G., Yuan Y., et al. Unraveling the relative impacts of climate change and human activities on grassland productivity in Central Asia over last three decades// *Science of the Total Environment*. - 2020. - Vol. 743. - P.140649.
7. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. – Москва: МГУ, 1974. - 333 с.
8. Forsyth, W. G. C. Studies on the more soluble complexes of soil organic matter: 1. A method of fractionation// *Biochemical Journal*. - 1947. - Т. 41(2). – P. 176.
9. Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia// *Ecological Indicators*. - 2020. - Vol. 116. - P.106490.
10. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. Ташкент: НИГМИ, 2007.- 132 с.
11. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в полевых хлопковых районах. - Ташкент: СоюзНИХИ, 1963. - 440 с.
12. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии: учение о почвенном гумусе. - Москва: Сельхозгиз, 1937.- 289 с.
13. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Определение группового и фракционного состава гумуса по схеме И.В. Тюрин в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой// *Агрохимические методы исследования почв*. - 1975. – С. 47-55.
14. Рыжов, С. Н., & Ташкузиев, М. М. Состав и миграционный ряд основных химических элементов типичного серозема. - Ташкент: Фан, 1976. – 86-88 с.
15. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. Москва: МГУ, 1986. – 244 с.
16. Ахатов А., Нурматова В., Раббимкулова Ш. (2023) Определение гумусовых кислот в почве расчетным методом// *AGRO ILM*. – 2020. - 31(88). – С. 70-72.

17. Самойлова Е. М., Дмитраков Л. М. (1979). Особенности гумусообразования в луговых почвах европейской лесостепи// Почвы и продуктивность растительных сообществ. - 1979. - Т. 4. - С. 108.

REFERENCES

1. Lehmann J., Bossio D.A., Kogel-Knabner I., Rillig M.C. The concept and future prospects of soil health// *Nature Reviews Earth & Environment*. - 2020. - Т. 1. P. 544–553.
2. Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicsek D.F., Stewart B.A. Defining soil quality for a sustainable environment// *Soil Science Society of America Journal*. - 1994. - Vol.35. - P. 3–21.
3. Guo L. B., Gifford R.M. Soil carbon stocks and land use change: A metaanalysis// *Global Change Biology*. - 2002. - Т. 8. - P. 345–360.
4. Franzluebbers A. Root-zone soil organic carbon enrichment is sensitive to land management across soil types and regions// *Soil Science Society of America Journal*. - 2022. - Т. 86. - P. 79–90.
5. Haddaway N.R., Hedlund K., Jackson L.E., Kätterer T., Lugato E., Thomsen I K., Jørgensen H.B., Isberg P.-E. How does tillage intensity affect soil organic carbon// A systematic review. *Environmental Evidence*. - 2017. - Т. 6. - P. 30.
6. Chen T., Tang G., Yuan Y., et al. Unraveling the relative impacts of climate change and human activities on grassland productivity in Central Asia over last three decades// *Science of the Total Environment*. - 2020. - Vol. 743. - P.140649.
7. Orlov D.S. Humic acids of soils. – Moscow: MSU, 1974. - 333 p.
8. Forsyth, W. G. C. Studies on the more soluble complexes of soil organic matter: 1. A method of fractionation// *Biochemical Journal*. - 1947. Т. - 41(2). – P. 176.
9. Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia// *Ecological Indicators*. - 2020. - Vol. 116. - P.106490.
10. Chub, V.E. Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan. Tashkent: NIGMI. 2007, -132 p. .
11. Metody agrokhimicheskikh, agrofizicheskikh i mikrobiologicheskikh issledovaniy v polevykh khlopkovykh rayonakh. - Tashkent: SoyuzNIKHI, 1963. - 440 s.
12. Tyurin, I.V. Soil organic matter and its role in soil formation and fertility: the study of soil humus. - Moscow: Selkhozgiz, 1937.
13. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. Determination of the group and fractional composition of humus according to the scheme of I.V. Tyurin modified by V.V. Ponomareva and T.A. Plotnikova// *Agrochemical methods of soil research*. - Moscow: Science, 1975. – P. 47-55.
14. Ryzhov S.N., Tashkuziev M.M. Composition and migratory series of the main chemical elements of a typical serozem. - Tashkent: FAN, 1976, - 108 p.
15. Grishina L.A. Humus formation and humus state of soils. - Moscow: MGU, 1986. - 244 p.
16. Akhatov A., Nurmatova V., Rabbimkulova Sh. Determination of humic acids in soil by calculation method// *AGRO ILM*. – 2023. - Т. 31(88). – P. 70-72.
17. Samoilova E. M., Dmitrakov L. M. (1979). Features of humus formation in meadow soils of the European forest-steppe// *Soils and productivity of plant communities*. 1979. - Т. 4. - P. 108.

ТҮҮЙІН

А. Ахатов¹, У. Нуралиев¹, С. Буриев², В. Нурматова^{2*}ӨЗБЕКСТАННЫҢ ХОРЕЗМ АЙМАҒЫНЫҢ ТЫҢ ЖӘНЕ СУАРМАЛЫ СҰР-ҚҰБА
ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ГУМУСТЫҚ ЖАҒДАЙЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІ¹*«Орталық сынақ зертханасы» мемлекеттік мекемесі,**100167, Ташкент, Локомотивная көш., 10, Өзбекстан,*²*Республиканың экология, қоршаған ортаны қорғау және климаттың өзгеруі
министрлігі жанындағы қоршаған орта және табиғатты қорғау технологиялары
ғылыми-зерттеу институты, 100043, Ташкент, Бунёдкор даңғ., 7 а, Өзбекстан,***e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

Өзбекстанның Хорезм аймағының Ташсакинск алқабының тың және суармалы топырақтарындағы гумустың мөлшеріне, элементтік құрамына және гумин қышқылдарының оптикалық тығыздығына баға берілді. Зерттелген шөлді тың және суармалы топырақтар жеңіл және орташа сазды гранулометриялық құрамымен, шаңды-түйіршікті құрылымымен, әлсіз сілтілі реакциясымен сипатталады. Карбонаттар аз мөлшерде -3,10-10,60%. Жоғарғы қабаттардағы гумустың жалпы мөлшері 0,19% - дан 0,76% - ға дейін өзгереді. Тың сұр-құба топырақтарда гумустың түрі гуматты-фульватты, игерілген топырақтарда - гуматты. Жаңадан суарылған сұр-құба-шалғынды және шалғынды-батпақты топырақтардағы органикалық заттардың гумификация дәрежесі, тың сұр-құба топырақтарға қарағанда жоғары және кескін бойымен төмен қарай төмендейді. Тың сұр-құба, суармалы шалғынды және шалғынды-батпақты топырақтардың гумин қышқылдарының оптикалық тығыздығы жоғары көрсеткіштермен сипатталатыны анықталды. Тың топырақтардың гумин қышқылдарының элементтері қосындысының пайызы ескі суарылатын шалғынды топырақтардан аз ерекшеленеді. Төменгі қабаттарда тотығу басқа зерттелетін топырақтармен салыстырғанда 1,02 есе артады. Алғаш рет Хорезм аймағының Ташсакинск алқабының шөлді аймағының тың және суармалы топырақтарында гумин қышқылдарының элементтік құрамы анықталды. Гумин қышқылдарының элементтік құрамы кескін бойымен жоғарыдан төмен қарай төмендейтін гумин қышқылдарының тотығуын көрсетті, бұл зерттелетін топырақ генезисінің ерекшеліктеріне, суару мерзімінің ұзақтығына және осы топырақтардың құнарлылық дәрежесіне байланысты.

Түйінді сөздер: гумус, гумин қышқылдары, элементтік құрамы, гумификация дәрежесі, оптикалық тығыздығы, суару мерзімі.

SUMMARY

A. Akhatov¹, U. Nuraliev¹, S. Buriev², V. Nurmatova^{2*}INDICATORS OF HUMUS STATE OF VIRGIN AND IRRIGATED GRAY-BROWN SOILS OF
KHOREZM VILAYAT OF UZBEKISTAN¹*State institution "Central Testing Laboratory",**100167, Tashkent, st. Lokomotivnaya, 10, Uzbekistan,*²*Research Institute of Environment and Environmental Technologies under the
Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of
Uzbekistan, 100043, Tashkent, Bunyodkor Ave., 7a, Uzbekistan,***e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

The humus content, elemental composition and optical density of humic acids in virgin and irrigated soils of the Tashsakinsky massif of the Khorezm region of Uzbekistan were estimated. The studied desert virgin and irrigated soils have characterized by light and medium loamy granulometric composition, dusty-granular structure and slightly alkaline reaction. Carbonates

present in small quantities - 3.10-10.60%. The total humus content in the upper horizons varies from 0.19% to 0.76%. In virgin grey-brown soils the humus type is humate-fulvate, agriculture soils are humate. The degree of humification of organic matter in newly irrigated gray-brown-meadow and meadow-marsh soils is higher than in virgin gray-brown soils and decreases down the profile. It was revealed that the optical density of humic acids of virgin gray-brown, irrigated meadow and meadow-marsh soils is characterized by high values. The percentage of the sum of humic acid elements differs little from virgin soils to old-irrigated meadow soils. In the lower horizons, oxidation increases by 1.02 times compared to other studied soils. For the first time, the elemental composition of humic acids in virgin and irrigated soils of the desert zone of the Tashsakinsky massif of the Khorezm region was determined. The elemental composition of humic acids showed the oxidizability of humic acids, which decreases from top to bottom along the profile, which is associated with the features of the genesis of the studied soils, the age of irrigation and the degree of cultivation of these soils.

Key words: humus, humic acids, elemental composition, humification degree, optical density, age of irrigation.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Ахатов Абдусамад – научный сотрудник Государственного учреждения «Центральная испытательная лаборатория», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; e-mail: ekologiya58@mail.ru

2. Нуралиев Уйгун Кучкарович, директор Государственного учреждения «Центральная испытательная лаборатория»,
e-mail: markaziysinovlaboratoriyadm@gmail.com

3. Буриев Салимжан Самеджанович – заместитель директора, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан,
e-mail: eco_nii@uznature.uz

4. Нурматова Виктория Борисовна – младший научный сотрудник Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан, e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

ДЕГРАДАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.01:87.21.01

DOI: [10.51886/1999-740X.2024.2.18](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2024.2.18)**М. Тоқтар^{1*}, А.А.Закиева², Э.Е. Кантарбаева³, М.Б. Ахметов³****СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ СІЛТІСІЗДЕНГЕН ҚАРА
ТОПЫРАҚТАРЫНДАҒЫ ГУМУСТЫҢ ЖОҒАЛУ ҮРДІСТЕРІ***¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,***e-mail: murat-toktar@mail.ru**²«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ,**071412, Семей қ., Глинки көшесі 20а, Қазақстан, e-mail: araisyly@mail.ru**³М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті,**150000, Петропавл қ., Пушкин көшесі, 86, Қазақстан, e-mail: tompik.m@mail.ru*

Аннотация. Бұл мақалада Солтүстік Қазақстан облысы сілтісізденген қара топырақты егіншілік алқаптарының топырағындағы гумустың минерализациялану арқылы және эрозиялық үрдістердің нәтижесінде жоғалу мөлшері мен дегумификациялану үрдістері қарастырылған. Топырақтың дегумификациялануының қазіргі қарқыны ауылшаруашылық жерлерінің құнарлылығының төмендеуі мен өнімділіктің азаюына алып келеді, топырақ құнарлылығы құнды ресурс болып табылады. Органикалық заттардың ыдырау үрдісі мен оның дегумификациялануы тың топырақты жырту арқылы және оны ауылшаруашылық жағдайында дұрыс пайдаланбау салдарынан орын алады. Солтүстік Қазақстан облысында тың игеру жылдарынан кейін топырақтың қарқынды түрде дегумификациялану үрдістері кең таралған. Зерттеу нысанының сілтісізденген қара топырағындағы гумустың минерализациялану арқылы 0,69 т/га және эрозиялық үрдістердің нәтижесінде 0,011 т/га жоғалатындығы анықталынды. Ауылшаруашылық жерлерін ұзақ жылдар бойы егіншілікке пайдалану мен қорғау жұмыстарының дұрыс жолға қойылмауы, топырақтағы гумустың мөлшерін толықтыратын органикалық заттардың жетіспеушілігі гумустың баланстық тепе-теңдігін бұзады, ал органикалық заттар топырақ құрылымдарын бір-бірімен байланыстырып, қоршаған орта факторларына төзімділігін арттырады. Егіс алқаптарының жыртылатын топырақ қабатындағы топырақ құрылымдарының бұзылуы, шаңды құрылымдардың басымдығы, гумус қабатының жұқаруы мен эрозиялық үрдістердің орын алуы анықталынды.

Түйінді сөздер: дегумификация, гумификация, гумустың минерализациялануы, топырақ дегредациясы, сілтісізденген қара топырақ.

КІРІСПЕ

Топырақ құрылымдарының бұзылуы, топырақтың агроэкожүйесінің проблемаларының бірі болып табылады. Бүгінгі таңда 1954 жылдардан бастап, тың жерлерді игеруден кейінгі 70 жылдың көлемінде топырақтың дегумификациялануы Солтүстік Қазақстан өңірлерінде қарқынды түрде жүруде. Елдің негізгі ауыл шаруашылығының ресурсы болып табылатын Солтүстік Қазақстан облысының қара топырақтарында қарашіріктің теріс

балансы 620-дан 1650 кг/га-ға дейін құрады, қарашірік мөлшері 20-28 %-ға төмендеді. Генетикалық және агроөнеркәсіптік тұрғыдан толық зерттелінбеген топырақтар жыртылып, ауылшаруашылық айналымына енгізілді. Орман алқаптарын едәуір аудандарда кесу, соқа айналымымен өңдеу және тырмау үрдістері дефляцияның дамуына алып келді, нәтижесінде дегумификация үрдістері орын ала бастады. Солтүстік Қазақстан облысының ауыл шаруашылығында қара топырақты үздіксіз

пайдалануына байланысты, бұл топырақтағы А+В қабаттарының жұқаруын, топырақ құрылымының өзгеруін, негізгі қоректік заттардың азаюын туындатты, бұл топырақтағы эрозиялық үрдістерін үдетеді [1, 2]. Топырақтың ең белсенді органикалық заттары [3-5] егіс алқаптары жыртылғаннан кейінгі алғашқы жылдары ыдырау үрдістеріне қатысады. Мысалы, тың жерлерді жыртыудан кейінгі Украинаның қалың қабатты қара топырағын 100 жылдық пайдалану кезінде гумустың орташа жылдық шығындары алғашқы 12 жыл ішінде 0,14%, келесі 25 жылда 0,08%, содан кейін 0,04% құрайды [6, 7]. Оңтүстік қара топырақтағы гумустың мөлшерінің жылдық төмендеу қарқыны келесідей байқалады: бірінші он жылдықта – 1 т/га, екінші он жылдықта – 0,5 т/га және үшінші он жылдықта – 0,4 т/га [8]. Яғни гумустың жоғалуы бастапқы кездерде өте қарқынды жүреді. Тың жер топырақтарында гумустың ыдырауы өсімдік қалдықтарын гумификациялау арқылы оның жаңа түзілімдеріне сәйкес жүреді. Осы тың жерлерді жыртыудан кейін тепе-теңдік бұзылады, топыраққа ауа қол жетімділігі артады, топырақтың органикалық заттарының тотығу үрдістері жылдамдайды, соның нәтижесінде топырақта гумустың жоғалу жылдамдығы артады. Сондықтан Солтүстік Қазақстанның қара топырақ жамылғысындағы гумустың мөлшері мен органикалық заттарының баланыстық қасиеттерін зерттеу және оны сақтау маңыздылыққа ие.

Солтүстік Қазақстан облысында ауылшаруашылық жерлерінің құрылымдық жағдайы бойынша егістік жерлер көлемі 5 млн 381,6 мың гектардан астамды құрайды. Оның ішінде, Қызылжар ауданының егістік жерлерінің құрылымы ауыл шаруашылығы алқаптарының 217,7 мың гектарын қамтиды.

Топырақтың органикалық заттары топырақтың статистикалық және

динамикалық қасиеттеріне шешуші әсер етеді, олардың өнімділігін, жіктелуін және генезисін анықтайды [9, 10]. Гумус - қара топырақ құрылымын қалыптастырудың негізгі факторы [11, 12]. Гумустық заттар топырақтың физика-химиялық қасиеттері мен қоректік режиміне үлкен әсер етеді [13]. Қара топырақтың сіңіру қабілеті топырақтағы гумустың мөлшерімен де анықталады. Гумустық заттар микроэлементтердің көзі ретінде қызмет етеді, микроорганизмдердің әртүрлі топтарының көбеюіне қолайлы орта болып табылады, олардың құрамында физиологиялық белсенді заттар болуымен ерекшеленеді [14] өсімдіктерінің минералды қоректенуіне элементтердің сіңімділігіне ықпал етеді [15-18].

Кейбір зерттеулерде ұзақ мерзімді 118 жылдан астам ауылшаруашылық мақсатта пайдаланудың әсерінен қара топырақтарындағы гумустың мөлшерінің өзгеруі тек егіс алқаптарының жоғарғы қабатында ғана емес, сонымен қатар төменгі қабаттарында да жүреді [19-24].

Гумус және оның құрамдас бөліктері – гумустық заттар топырақ құнарлылығының негізі болып табылады, олар өздері ауылшаруашылық дақылдарының өнім құрауына және топырақ құнарлылығының басқа жағдайлары мен факторларының тиімді болуына мүмкіндік береді. Жалпы қара топырақ – гумустың мөлшері мен қоры бойынша ең бай топырақ. Мысалы, В. В. Докучаев 19 ғасырдың тоқсаныншы жылдарының басында Ресейдің қара топырақты аймақтарында 3,6 миллион гектардан асатын гумус мөлшері 10 пайыздан жоғары егіс алқаптарын анықтаған. Қазіргі таңда мұндай топырақтардың бірде-бір гектары сақталмады. Сол себепті гумустың рөлі жаһандық экологиялық маңыздылыққа ие болып табылады [25]. Сондықтан, қазіргі уақытта топырақтағы гумусты сақтау және топырақтың құнарлылығын арттыру

басты маңыздылыққа ие. Солтүстік Қазақстан облысының топырақ жамылғысының басым бөлігін құрайтын қара топырақтың дегумификациялану үрдістері өзекті проблемалардың бірі болып табылады.

ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ МЕН МАТЕРИАЛДАР

Зерттеу нысаны. Солтүстік Қазақстан облысы Қызылжар ауданы егіс алқаптары. Ауданның аумағында ауаның ылғалдану коэффициенті $K=1,0-1,2$ мәнге ие $2200-2300^{\circ}\text{C}$ аралығындағы 10°C жоғары температура мөлшерімен сипатталады. Жылдық орташа жауын-шашын мөлшері – $370-420$ мм [26]. Зерттеу нысанының топырақ типі сілтісізденген қара топырақты жаздық бидай егіс алқабы ($54^{\circ}84'50.82''$ N; $69^{\circ}08'13.65''$ E).

Зерттеу нысаны болып табылатын Қызылжар ауданы Солтүстік Қазақстан облысындағы ауылшаруашылық өндірісі мен егін шаруашылығындағы негізгі аудандардың бірі. Жалпы жер көлемі $6,15$ мың км^2 аумақты құрайды.

Зерттеу нысанының топырақ түзуші жыныстар лессті құмбалшықтар мен құмды саздақтардан тұрады.

Солтүстік Қазақстан облысының негізгі топырақ жамылғысы шалғынды қара топырақ, әдеттегі қара топырақ оңтүстік-шығыс бөліктерінде кебірленген әдеттегі қара топырақ, солтүстік бөліктерінде орманның сұр шақатты топырақтары, сілтісізденген қара топырақ, солтүстік шеткі бөліктерінде ірі кебірленген массивті топырақтары таралады. Гранулометриялық құрамы бойынша балшықты, ауыр құм балшықты, орташа және жеңіл құм балшықты, құмдақ топырақтар кездеседі [27, 28].

Сілтісізденген қара топырақты жаздық бидай егіс алқабының өңделетін топырақ қабатында тығыздығы $1,20$ г/см³ төменгі қабаттарға қарай $1,27$ ден $1,50$ г/см³ дейін артады. Топырақтағы гумус мөлшері $0-25$ см қабатында $3,55\%$, рН ортасы $7,4$, сіңіру

негіздерінің қосындысы 23 мг-экв, топырақтағы жылжымалы азот 30 мг/кг, жылжымалы фосфор 100 мг/кг, жылжымалы калий 620 мг/кг құрайды.

Зерттеу әдістері. Топырақтың құрамындағы жалпы қарашірінді И.В. Тюриннің әдісімен анықталынды [31]. Топырақтың морфологиялық сипаттамасы жалпы топырақтану әдістемелері бойынша жүргізілді. Топырақ тығыздылығы бойынша цилиндр арқылы алынған топырақ үлгілері кептіргіш шкафта 105°C температурада 6 сағат бойы кептіріп, эксикаторда салқындату арқылы анықталынды.

ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Топырақ кескіні сілтісізденген қара топырақты жаздық бидай егіс алқабына салынып, топырақ қабаттары бойынша морфологиялық сипаттамалар мен зерттеулер жүргізілді (сурет 1).

$0-11$ см, күңгірт-сұр түсті, құрғақ, борпылдақ, кесекті-шаңды құрылым, жеңіл құм-балшықты, топырақ тығыздығы бойынша келесі қабатқа өтуі айқын.

$11-32$ см, күңгірт-сұр түсті, тығыздалған, ылғалды және дымқыл, кесекті-ұсақ түйіршікті-шаңды құрылым, орташа құмбалшық, жәндіктердің іздері мен жауын құрттар кездеседі, келесі қабатқа өтуі біркелкі емес.

$32-45$ см, сұр-қоңыр түсті, тығыздалған, кесекті, ылғалды және дымқыл, жауын құрттарының копролиттері кездеседі, жіңішке жіп тәрізді өсімдік тамырлары таралады, келесі қабатқа өтуі айқын.

$45-66$ см, ашық-сұр түсті, ылғалды және дымқыл, аздап тығыздалған, жаңғақты-шаңды құрылым, орташа құм балшық, жіңішке жіп тәрізді өсімдік тамырлары кездеседі, келесі қабатқа өтуі айқын.

$66-92$ см, сарғыш-қоңыр, ылғалды және дымқыл, тығыз, жіңішке жіп тәрізді өсімдік тамырлары кездеседі, HCl тұз қышқылында күшті көпіршиді.

92-123 см, сарғыш-қоңыр түсті, құрылымсыз, тығыз, жеңіл құм балшықты, тығыз, ылғалды, жіңішке тамырлар өта аз мөлшерде кездеседі HCl тұз қышқылында күшті көпіршиді.

Топырақ кескіндерінің жоғарығы қабаттары күңгірт-сұр түстен ең төменгі қабаттарға сарғыш-қоңыр түске қарай ауысады. Топырақ кескінінің жоғарғы 0-11 см қабаты жеңіл құмбалшықты шаңды құрылым басым, борпылдақ болып келеді, яғни эрозиялық үрдістерге өте бейім. HCl (10%) тұз қышқылында 66 см қабатынан бастап күшті көпіршиді.

Жаздық бидай егіс алқабында сілтісізденген қара топырақты ұзақ

мерзімді егіншілікке пайдлану, топырақ қорғау шараларының дұрыс жолға қойылмауынан, топырақты қамтамасыз ететін органикалық заттардың азаюы, гумустың минерализациялану арқылы жоғалуы, соның нәтижесінде органикалық заттардың тапшылығынан топырақтың эрозияға ұшырау қаупі артады. Топырақтың гумусты қабатында біртіндеп жұқару үрдістері орын алады. Зерттеу нысанының топырағының жоғарғы 0-25 см топырақ қабатындағы гумустың минерализациялану арқылы жоғалуы және эрозиялық үрдістермен жоғалуының себебі мен нәтижелері қарастырылды.



Сурет 1 – Зерттеу нысанының топырақ кескіні

Гумустың минерализациялануы арқылы органикалық қалдықтар соңғы өнімдеріне дейін ыдырайды. Минералдану нәтижесінде органикалық қалдықтарда бекітілген әртүрлі элементтердің минералды формаларға ауысуы жүреді.

Топырақ кескіні бойынша гумус мөлшері 0-92 см қабатқа дейін кездеседі. 0-11 см қабатында 3,66%, 11-32 см топырақ қабатында 2,84% құрайды, төменгі қабаттарға қарай біртіндеп азаяды. Топырақ қабаттары бойынша 3,66-0,48% аралығында кездеседі. Топырақ-

тың тығыздылығы жоғары қабаттардан төменгі қабаттарға қарай артады. Яғни 1,2-1,50 г/см³ (кесте 1). Топырақтың минерализациялану арқылы жоғалу мөлшерін анықтау үшін жыртылатын топырақ қабаты (0-25 см) бойынша гумус мөлшері 3,55% құрайды. Ал, топырақ тығыздылығы 1,2 құрайды (кесте 1). 1-кестеде берілген мәліметтері бойынша топырақтың жыртылатын қабатындағы (0-25 см) гумус қоры 106,5 т/га құрайды. Жалпы топырақтағы гумустық заттар өсімдіктер үшін топырақ-

тың көптеген физикалық қасиеттерін оңтайландырады. Топырақтағы органикалық заттардың мөлшері неғұрлым жоғары болса, физикалық қасиеттері соғұрлым тиімді болады. Топырақтың жоғары қабатының кесекті құрылымы бұзылып, төменгі қабаттарға қарай

тығыздалуы, топыраққа түсетін органикалық заттардың аздығы және топырақ құрылымдарының өзгеріске ұшырауы байқалады. Нәтижесінде гумустың минерализациялану арқылы жоғалуы үрдістері қарқынды түрде орын алады.

Кесте 1 - Сілтісізденген қара топырақ құрамындағы гумус мөлшері мен топырақ тығыздылығы, 2022 жыл

Тереңдігі, см	Гумус, %	Топырақ тығыздылығы, г/см ³
Топырақ кескінінің қабаттары бойынша		
0-11	3,66	1,2
11-32	2,84	1,27
32-66	0,9	1,37
66-92	0,48	1,46
92-123	-	1,48
123-140	-	1,50
Жыртылатын топырақ қабаты бойынша		
0-25	3,55	1,2

Гумустың минерализациялану мөлшері егістік қабатындағы гумустың жалпы мөлшерімен, топырақты өңдеудің белгілі бір жүйесіндегі оның тұрақтылық дәрежесімен, климаттық жағдайлармен анықталады. Минерализациялану арқылы гумустың жоғалуы формула (1) бойынша есептелінді:

$$Пм = Г \cdot h \cdot d \cdot Км \cdot Кк \quad (1)$$

Пм - минерализациялану арқылы гумустың жоғалуы;

Г - топырақтағы гумустың мөлшері;

h - егістік қабатының қалыңдығы;

d - топырақтың көлемдік массасы;

Км - гумустың минерализациялану коэффициенті;

Кк - биологиялық өнімділіктің салыстырмалы индексі.

Кесте 2 - Сілтісізденген қара топырақтағы гумустың мөлшері (0-25 см) және минерализациялану мәндері, 2022 жыл

Г (%)	h (см)	d (г/см ³)	Км	Кк	Пм (т/га)
3,55	25	1,25	0,0052	1,2	0,69

Зерттеу нысаны бойынша Солтүстік Қазақстан облысының сілтісізденген қара топырақтарында орташа жылдық гумустың минерализациялануы арқылы жоғалуы 0,69 т/га құрайды (кесте 2). Топырақта бір уақытта органикалық заттардың өзгеруіне байланысты екі қарама-қарсы бағытталған үрдістер жүреді - минерализация және гумификация. Топыраққа жаңа органи-

калық заттарды енгізген кезде, оның массасының 70-80%-ы 2 жыл ішінде минерализацияланады. Қалған 20-30% гумификациядан өтеді [30]. Бүгінгі таңда егістік жерлерді қарқынды түрде пайдалануға байланысты топыраққа түсетін органикалық заттардың мөлшері азайып минерализациялану мен гумификациялану үрдістеріндегі баланстық тепе-теңдіктің бұзылу жағдай-

лары орын алуда, бұл үрдістер топырақтың дегумификациялануын жылдамдатады.

Сілтісізденген қара топырақтағы гумустың жоғалуы эрозиялық үрдістің әсерінен - органикалық заттардың, атап айтқанда гумустың қорының жоғалуы қара топырақты егіс алқаптары үшін егіншіліктен туындаған қолайсыз өзгерістердің бірі болып табылады. В.В. Докучаев, П.А. Костычев және В.А. Ковда, Н.Ф. Ганжара және басқа зерттеушілер [31-35] атап өткендей, гумустың оң тепе-теңдігін және жалпы қара топырақтың құнарлылығын сақтау үшін, олар органикалық заттарды үнемі қабылдауды қажет етеді. Органикалық заттармен қамтамасыз ету гумустың қара топырақтағы жоғалу қаупін төмендетеді. Қазіргі уақытта бұл өзекті проблемаға айналды, егіншілік бағытындағы 70 жылдың ішінде гумустың минерализациялануының жоғарылауы және егістіктің топырағына органикалық заттардың түсуінің төмендеуі нәтижесінде

қара топырақтарда қарашірік қабаттарының қалыңдығы да, гумустың жалпы мөлшері де айтарлықтай төмендеді.

Топырақ эрозиясы нәтижесінде гумустың мөлшерінің төмендеуі жергілікті әртүрлі топырақ климат жағдайларына және оның даму дәрежесі мен сыртқы факторлардың әсеріне байланысты. Сондықтан топырақтың дегумификациялану барысында эрозиялық үрдістерді анықтау мен бағалау топырақ жамылғысының шайылу дәрежесіне сәйкес жүргізіледі [36, 37].

Топырақтан шайылу нәтижесінде эрозияға ұшыраған егіс алқаптарынан гумустың мөлшерінің төмендеуі үрдістері формула (2) бойынша анықталынды:

$$Пэ = СС \cdot Г / 100 \quad (2)$$

Пэ - эрозия нәтижесінде гумустың мөлшерінің төмендеуі;

СС - топырақтың орташа жылдық шайылуы;

Г - топырақтағы гумустың мөлшері.

Кесте 3- Сілтісізденген қара топырақтағы гумус мөлшері және топырақтың орташа жылдық шайылуы мәні, 2022 жыл

СС (т/га)	Г (%)	Пэ (т/га)
0,30	3,55	0,011

Сілтісізденген қара топырақтың жоғарғы қабатының құрылымдарының бұзылуына байланысты және ауылшаруашылығында топырақты қорғау шараларының дұрыс жүргізілмеуінен, топыраққа түсетін органикалық заттардың азаюынан эрозия нәтижесінде гумустың жоғалуы 0,011 т/га құрайды (кесте 3). Егіс алқаптарындағы топырақта орын алған эрозиялық үрдістер мен гумустың жоғалуы топырақ жамылғысының деградациясы мен ауылшаруашылық өнімділігінің төмендеуінің басым себебі болып табылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу нысанының жыртылатын топырақ қабатының топырақ құрылымдарының бұзылуы, шаңды құрылымдардың басым болуы, гумус қабатының жұқаруы мен эрозиялық үрдістердің орын алуына байланысты дегумификациялық үрдістер қарқынды түрде орын алған.

Солтүстік Қазақстан облысының сілтісізденген қара топырақтарында минерализациялану мен гумификациялану үрдістеріндегі баланыстық тепе-теңдік бұзылуынан орташа жылдық

гумустың минерализациялануы арқы- топырақта эрозия үрдістерінен гумус-
лы жоғалуы 0,69 т/га құрайды. Ал, тың жоғалуы 0,011 т/га құрайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Кененбаев С.Б. Сохранение плодородия почв - важнейшая проблема сельского хозяйства// Вестник С.-х. Наука Казахстана. - 2003. - № 12. - С. 25-26.
2. Сапаров А.С., Рамазанова Р.К. Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почв в рыночных условиях// Вестник С.-х. науки Казахстана. - 2002. - № 1. - С. 27-29.
3. Сейдалиева К.Х. Современное состояние плодородия черноземных почв Северного Казахстана. Диссертация, Тюмень. – 2009. - 7 с.
4. Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО / под ред. А. П. Шербакова, И. И. Васенева. – Курск, 1996. – 326 с.
5. Беляев А.Б. Трансформация гумусного состояния черноземов целинных при длительном сельскохозяйственном использовании// Черноземы России: экологическое состояние и почвенные процессы. – Изд-во Воронеж. Ун-та, 2006. – С. 301–305.
6. Когут Б.М. Сезонная динамика гумуса и его лабильных форм при сельскохозяйственном использовании черноземов// Вестник МГУ. Сер.почвовед. – 1987. – №4. – С. 14–19.
7. Носко, Б.С. Гумусовое состояние почв Украины и пути его регулирования// Почвоведение. – 1992. – №10. – С. 33–39.
8. Носко, Б.С. Изменение гумусного состояния чернозема типичного под влиянием удобрений// Почвоведение. – 1987. – №5. – С. 26–32.
9. Адрихин П.Г. Гумус южных и обыкновенных черноземов ЦЧО и изменение его в условиях сельскохозяйственного производства// Труды ВГУ. – 1968. – Вып. 1., Т. 65. – С. 67–80.
10. Александрова И.В. Органическое вещество почвы и азотное питание растений// Почвоведение. – 1977. – №5. – С. 31–38.
11. Вальков В.Ф. Генезис почв Северного Кавказа / Ростов-Дон, 1976. – 160 с.
12. Ковда В.А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана / – М.: Наука, 1981. – 184 с.
13. Слюсарев В.Н. Сравнительная характеристика физико-химических свойств чернозема выщелоченного Западного Предкавказья в системе агроэкологического мониторинга// КубГАУ. – 2011. – № 4 (31) – С. 168–171.
14. Алиев С.А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. – Баку, 1978. – 253 с.
15. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв – М., 1986. – 243 с.
16. Звягинцев, Д.Г. Биология почв: учебник / – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
17. Кононова М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения / – М., 1951. – 392 с.
18. Минеев В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 20 с.
19. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 287 с.
20. Барановская, А.В. К вопросу изучения процессов гумусообразования в

черноземных и каштановых почвах Ставрополя// Сборник науч.-иссл. работ молодых ученых Ставроп. НИИСХ. – Ставрополь, 1968. – Вып. 1. – С. 126–138.

21. Русанов А.М. Гумусообразование и гумус лесостепных и степных чернозёмов Южного Предуралья// Почвоведение. – 2009. – №10. – С. 1184–1191.

22. Сиухина М.С. Влияние сельскохозяйственного использования на гумусовое состояние чернозема выщелоченного Новосибирского Приобья// научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург, 29-30 янв, 2009. – С. 139–142.

23. Кононова, М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. – 1951. – 392 с.

24. Коробской Н.Ф. Изменение органического вещества почв Западного Предкавказья при землепользовании// Докл. Рос.акад. с.-х. наук. – 1995. – № 6. – С. 20–22.

25. Ефремов Е.Н. Совершенствование мониторинга почв земель сельскохозяйственного назначения и учет состояния их плодородия// Плодородие. – 2011. – №3 (60). – С. 42–44.

26. Агроклиматические ресурсы Северо-Казахстанской области научно-прикладной справочник. Астана, 2017. - С. 45.

27. Федорин Ю.В. Почвы Казахской ССР. Выпуск 1. Северо-Казахстанская область/ Алмата, 1960. – С. 39.

28. Дурасов А.М., Тазабеков Т.Т., Почвы Казахстана. Алматы, 1981. – С. 118.

29. Аринушкина Е.В. Методы определения общего содержания гумуса в почвах. Книга. Руководство по химическому анализу почв. 1961. - С. 130-139.

30. Жуков А.И., Попов П.Д., Регулирование баланса гумуса в почве. 1988. - С. 19-34.

31. Бижоев, В. М. Динамика гумуса в черноземе при длительном удобрении и орошении// Плодородие. – 2006. – №6. – С. 32–34.

32. Ганжара, Н. Ф. Сезонная и многолетняя динамика содержания органических веществ в дерново-подзолистых почвах 105 Смоленской области// Известия ТСХА. – 1978. – № 6. – С. 95–101.

33. Громовик, А. И. Трансформация и динамика активных компонентов в составе гумуса черноземов, выщелоченных при разных антропогенных нагрузках// Докл. Рос.акад. с.-х. наук. – 2012. – №1. – С. 30–33.

34. Ковда, В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. – М.: Наука, 1981. – 184 с.

35. Лозановская, И. Н. Теория и практика использования органических удобрений. – М., 1987. – 95 с.

36. Методические указания по определению баланса питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. М.: ЦИНАО, 2000. - 40 с.

37. Титова В.И. Баланс гумуса в земледелии: Метод. пособ. Н. Новгород: НГСХА, 1999. - 23 с.

REFERENCES

1. Kenenbaev S.B. Soil fertility preservation is the most important problem of agriculture// Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan. - 2003. - № 12. - P. 25-26.

2. Saparov A.S., Ramazanova R.K. Ways to increase crop yields and soil fertility in

- market conditions// Bulletin of Agricultural science of Kazakhstan. - 2002. - №1. - P. 27-29.
3. Seidalina K.H. The current state of fertility of chernozem soils of Northern Kazakhstan. Dissertation, Tyumen. - 2009. - 7 p.
 4. Agroecological state of chernozems of the Central Agricultural District / Edited by A. P. Sherbakov, I. I. Vasenev. Kursk, 1996. - 326 p.
 5. Belyaev A.B. Transformation of the humus state of virgin chernozems with prolonged agricultural use// Chernozems of Russia: ecological status and soil processes. - Voronezh Publishing House. Unita, 2006. - P. 301-305.
 6. Kogut B.M. Seasonal dynamics of humus and its labile forms in the agricultural use of chernozems// Bulletin of the Moscow State University. Ser.soil Scientist. - 1987. - №4. - P. 14-19.
 7. Nosko, B.S. Humus state of soils of Ukraine and ways of its regulation// Soil science. - 1992. - № 10. - P. 33-39.
 8. Nosko, B.S. Change in the humus state of typical chernozem under the influence of fertilizers// Soil science. - 1987. - № 5. - P. 26-32.
 9. Aderichin P.G. Humus of southern and ordinary chernozems of the Central Agricultural District and its change in conditions of agricultural production// Proceedings of the VSU. - 1968. - Issue 1.- Vol. 65. - P. 67-80.
 10. Alexandrova I.V. Soil organic matter and nitrogen nutrition of plants// Soil science. - 1977. - № 5. - P. 31-38.
 11. Valkov V.F. Genesis of soils of the North Caucasus / Rostov-Don, 1976. - 160 p.
 12. Kovda V.A. Soil cover, its improvement, use and protection / - M.: Nauka, 1981. - 184 p.
 13. Slyusarev V.N. Comparative characteristics of the physico-chemical properties of leached chernozem of the Western Caucasus in the system of agroecological monitoring// KubGAU. - 2011. - № 4 (31) - P. 168-171.
 14. Aliyev S.A. Ecology and energetics of biochemical processes of transformation of organic matter of soils. Baku, 1978. - 253 p.
 15. Grishina L.A. Humus formation and humus state of soils. - M., 1986. - 243 p.
 16. Zvyagintsev, D.G. Soil biology: textbook / Zenova. - 3rd ed., ispr. and additional. - M.: Publishing House of Moscow State University, 2005. - 445 p.
 17. Kononova M.M. The problem of soil humus and modern tasks of its study/ - M., 1951. - 392 p.
 18. Mineev V.G. Agrochemistry, biology and ecology of soil. - M.: Rosagropromizdat, 1990. - 20 p.
 19. Alexandrova L.N. Soil organic matter and its transformation processes. - L.: Nauka, 1980. - 287 p.
 20. Baranovskaya, A.V. On the issue of studying the processes of humus formation in chernozem and chestnut soils of Stavropol territory// Collection of scientific research. the works of young scientists in Stavropol. NIISHa. - Stavropol, 1968. - Issue 1. - P. 126-138.
 21. Rusanov A.M. Humus formation and humus of forest-steppe and steppe chernozems of the Southern Urals// Soil science. - 2009. - № 10. - P. 1184-1191.
 22. Siukhina M.S. The influence of agricultural use on the humus state of the leached chernozem of the Novosibirsk Ob region// Scientific support for the development of agriculture in the conditions of reform: Materials of the scientific conference of the teaching staff, researchers and graduate students of St. Peter-sburg State Agrarian University. - 2009. - P. 139-142.

23. Kononova, M.M. The problem of soil humus and modern tasks of its study. – 1951. – 392 p.
24. Korobskoy N.F. Changes in the organic matter of soils of the Western Caucasus in land use// Dokl. Russian Academy of Sciences. – 1995. – № 6. – P. 20-22.
25. Efremov E.N. Improving soil monitoring of agricultural lands and taking into account the state of their fertility// Fertility. – 2011. – №3 (60). – P. 42-44.
26. Agro-climatic resources of the North Kazakhstan region scientific and applied reference book. Astana, 2017. - P. 45.
27. Fedorin Yu.V. Soils of the Kazakh SSR. Issue 1. North Kazakhstan region/ Almaty, 1960. – P. 39.
28. Durasov A.M., Tazabekov T.T., Soils of Kazakhstan. Almaty, 1981. – P. 118.
29. Arinushkina E.V. Methods for determining the total humus content in soils. Book. Manual of chemical analysis of soils. - 1961. - P. 130-139.
30. Zhukov A.I., Popov P.D., Regulation of humus balance in soil. 1988.– P. 19-34.
31. Bizhoyev, V. M. Dynamics of humus in chernozem with prolonged fertilization and irrigation// Fertility. - 2006. – № 6. – P. 32-34.
32. Ganzhara, N. F. Seasonal and long-term dynamics of organic matter content in sodpodzolic soils of the Smolensk region 105// Izvestiya TSKhA.–1978.–№6. - P. 95-101.
33. Gromovik, A. I. Transformation and dynamics of active components in the humus of chernozems, leached at different anthropogenic loads// Dokl. Russian Academy of Sciences. – 2012. – № 1. – P. 30-33.
34. Kovda, V. A. Soil cover, its improvement, use and protection . – M.: Nauka, 1981. – 184 p.
35. Lozanovskaya, I. N. Theory and practice of using organic fertilizers.- 1987. –95 p.
36. Methodological guidelines for determining the balance of nutrients nitrogen, phosphorus, potassium, humus, calcium. M.: TSINAO, 2000. 40 p.
37. Titova V.I. Humus balance in agriculture: Method. N. Novgorod: NGSNA, 1999. - 23 p.

РЕЗЮМЕ

М. Тоқтар^{1*}, А. Закиева², Э.Е. Кантарбаева³. М.Б. Ахметов³.
ПРОЦЕССЫ ПОТЕРИ ГУМУСА В ВЫЩЕЛОЧНЫХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ
СЕВЕРНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, Алматы, аль-Фараби, 75 В, Казахстан,

*e-mail: murat-toktar@mail.ru

² НАО «Университет имени Шакарима города Семей», 071412, г.Семей,
ул. Глинки 20 а, Казахстан, e-mail: araisyly@mail.ru

³Северо-Казахстанский университет имени М.Козыбаева,
150000, г. Петропавловск, улица Пушкина, 86, Казахстан,
e-mail: tompik.m@mail.ru

В данной статье рассмотрены процессы дегумификации и потери гумуса в выщелоченных черноземных почвах сельскохозяйственных угодий Северо-Казахстанской области за счет минерализации и в результате эрозионных процессов. Современные темпы дегумификации почв приводят к снижению плодородия сельскохозяйственных угодий и снижению урожайности, плодородие почв является ценным ресурсом. Интенсивный процесс разложения органического вещества и его дегумификация происходит в результате вспашки целинной почвы и вследствие неправильного ее использования в сельскохозяйственных условиях. В Северо-Казахстанской области после

освоения целины широко распространены тенденции интенсивной дегумификации почв. Установлено, что объект исследования, выщелаченный чернозем, теряет гумус путем минерализации 0,69 т/га и в результате эрозионных процессов 0,011 т/га. Из-за многолетнего земледельческого использования земли, неправильного построения почвозащитных работ, нехватки органических веществ, дополняющих гумусный состав почвы нарушается баланс гумуса, а органические вещества соединяют структуры почвы друг с другом, повышая устойчивость к факторам внешней среды. Выявлены разрушения почвенных структур вспахиваемого почвенного слоя, преобладание пылеватых структур, уменьшение гумусового слоя и интенсивность эрозионных процессов.

Ключевые слова: дегумификация, гумификация, минерализация гумуса, деградация почвы, выщелочный чернозем.

SUMMARY

M. Toktar^{1*}, A. Zakiyeva², E.E. Kantarbaeva³. M.B. Akhmetov³.

PROCESSES OF HUMUS LOSS IN LEACHED CHERNOZEM SOILS OF THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

¹*Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after U.U. Usanov, 050060, Almaty, al-Farabi avenue, 75 B, Kazakhstan,*

**e-mail: murat-toktar@mail.ru*

²*NAO «Shakarim University of Semey», 071412, Semey, Glinki str., 20 a, Kazakhstan, e-mail: araisyly@mail.ru*

³*North Kazakhstan University named after M. Kozybayev, 150000, Petropavl city, Pushkinstreet, 86, Kazakhstan, e-mail: tompik.m@mail.ru*

This article discusses the processes of dehumification and loss of humus in leached chernozem soils of agricultural lands of the North Kazakhstan region due to mineralization and as a result of erosion processes. Modern rates of soil dehumification lead to a decrease in the fertility of agricultural land and a decrease in yields, soil fertility is a valuable resource. The intensive process of decomposition of organic matter and its dehumidification occurs as a result of plowing virgin soil and as a result of its improper use in agricultural conditions. In the North Kazakhstan region, after the development of virgin lands, trends of intensive soil dehumidification are widespread. It was found that the object of study, leached chernozem, loses 0.69 t/ha by mineralization of humus and 0.011 t/ha as a result of erosion processes. Due to the long-term agricultural use of the land, improper construction of soil protection works, lack of organic substances that complement the humus composition of the soil, the balance of humus is disturbed, and organic substances connect soil structures with each other, increasing resistance to environmental factors. The destruction of soil structures of the plowed soil layer, the predominance of dust structures, thinning of the humus layer and the intensity of erosion processes were revealed.

Key words: dehumification, humification, mineralization of humus, soil degradation, leached chernozem.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

1. Тоқтар Мұрат - топырақ экологиясы бөлімінің аға ғылыми қызметкері, PhD, e-mail: murat-toktar@mail.ru

2. Закиева Арайлы Аленхановна - Шәкәрім атындағы университеті, PhD, Ауыл шаруашылығы және биоресурстар кафедрасының қауымдастырылған профессоры, e-mail: araisyly@mail.ru

3. Кантарбаева Эльмира Ерболовна - Агрономия және орман шаруашылығы кафедрасының аға оқытушысы, PhD, e-mail: elnara.ahmetovaa@mail.ru

4. Ахметов Мурат Бейбутович - Агрономия және орман шаруашылығы кафедрасының аға оқытушысы, магистр, e-mail: tompik.m@mail.ru

АГРОХИМИЯ

ГРНТИ 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2024.2.29](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2024.2.29)Т.К. Василина¹, А.М. Балгабаев¹, А.М. Шибикеева^{1*},Ж.Б. Бакенова¹, С.С. Наушабаева¹**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕОЛИТА В ОВОЩЕВОДСТВЕ
В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА**¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет,050021, Алматы, Абая, 8, Казахстан, *e-mail: shm.aigerim@mail.ru

Аннотация. Природный цеолит Шанканайского месторождения является эффективным для применения в качестве добавки к минеральным удобрениям при выращивании овощных культур в предгорной зоне юго-востока Казахстана. Цеолит, внесённый с минеральными удобрениями в почву, приводит к улучшению водно-физических свойств темно-каштановой почвы. Водопроницаемость на вариантах с внесением 2 т цеолита и минеральных удобрений (одинарной и двойной дозы) заметно повысилась. Применение цеолита и удобрений способствует повышению подвижных форм питательных элементов в почве. Внесение цеолита снижает концентрации подвижных форм ТМ в исследуемой темно-каштановой почве. Так, концентрация кадмия в почвенном слое 0-20 см под посевом свеклы столовой при применении 2 тонн цеолита уменьшилась на 50% при величине на контроле 1,0 мг/кг, что не превышает ПДК. Выявлен положительный эффект цеолитного удобрения на продуктивность овощных культур, позволяющей повысить общую урожайность корнеплодов столовой свеклы от 42,8 т/га на контроле, до 43,3-62,7 т/га на удобренных вариантах с прибавкой урожая от 4,4 т/га до 19,9 т/га. Урожайность капусты составила на контроле 25,7 т/га, на удобренных вариантах увеличилась на 6,5-16,5 т/га. Применение цеолита и удобрений способствуют получению овощей с хорошими и высокими качественными показателями. Внесение как цеолита, так и удобрений увеличивало содержание сухого вещества, сахара и витамина С в изучаемых культурах. Количество нитратов в продукции уменьшалось при внесении цеолита и повышалось на остальных вариантах опыта, но не превышало ПДК. Так, на контрольном варианте содержание нитратов в кочанах капусты составило 223 мг/кг сырой массы, на вариантах с цеолитом 2 т /га – 205 мг/кг, в корнеплодах свеклы столовой – 248 мг/кг и 195 мг/кг соответственно.

Ключевые слова: свекла столовая, капуста, цеолит, минеральные удобрения, урожайность, качество.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из причин загрязнения почв является чрезмерное применение минеральных удобрений, способствующих вымыванию из почвы кальция, магния, цинка, ее уплотнению и подкислению – все это, в первую очередь, влияет на процессы фотосинтеза и снижает устойчивость растений к заболеваниям. Кроме того, химические вещества, содержащиеся в минеральных удобрениях, вместе с продукцией сельского хозяйства попадают в организм челове-

ка и провоцируют некоторые заболевания [1-9].

Это актуально в настоящее время, так как, несмотря на принимаемые меры по поддержанию экономики АПК РК, не происходит значительного роста производства основных видов экологически чистой овощной продукции, обеспечивающей продовольственную безопасность республики.

При систематическом внесении удобрений в повышенных дозах балластные элементы могут накапливаться

в почве в значительных количествах, отрицательно влияя на ее свойства и плодородие, на урожай и его качество; мигрируя в грунтовые воды, они могут повышать концентрацию солей.

Известно, что органические удобрения являются лучшим средством для питания растений и повышения плодородия почвы. Основные питательные вещества, необходимые для растения хорошо сбалансированы в таких удобрениях. Однако при использовании одно-, двух- или трехкомпонентных удобрений, особенно в больших количествах, возможно, что некоторые питательные элементы блокируются другими или растения чрезмерно удобряются [10].

Вопросам выявления и создания новых дешевых нетрадиционных видов удобрений отводится важная роль не только в повышении продуктивности культур, но и в сохранении благоприятной экологической обстановки в регионе.

Одним из таких видов удобрений могут являться удобрения с природными цеолитами. Запасы цеолитового туфа на территории Шанканайского месторождения Казахстана огромны. Характерная особенность цеолитов давать катионзамещенные формы позволяющие обогащать их минеральными удобрениями, регулируя поступление необходимых элементов в почву. Важное отличие ионного обмена на обогащенном природном цеолите - резкая адсорбционная селективность к таким катионам, как калий и аммоний. Это определяет их способность задерживать основные элементы питания растений в пахотном слое, препятствуя их выносу атмосферными осадками в более глубокие слои почвы, продлевая действия удобрений. Значительный интерес представляет способность цеолитов удерживать влагу, влиять на режим увлажнения почвы. Целью данной работы являлось изучение действия модифицированного цеолит-

ного удобрения на урожайность и качество овощных культур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в условиях полевого опыта Казахского научно-исследовательского института плодовоовощеводства, заложенного в 3-кратной повторности, на темно-каштановой почве в 2022-2023 годы. Почва (рН=8,36) опытного участка темно-каштановая, содержание гумуса в пахотном слое - 2,27%, валового азота - 0,098%, фосфора, калия - 0,225 и 2,4% соответственно.

Климатические условия юго-восточного предгорного района Казахстана (Алматинская область) резко континентальные. Средняя температура воздуха в июле 24-26°C тепла, в январе - 8-12°C мороза. Сумма положительных температур 3450 - 3750°C. Сумма активных температур 3100 - 3400°C. Количество годовых осадков 350 - 600 мм. Среди них количество осадков за вегетацию составляет 120 - 300 мм.

Объектом исследования являлись районированные сорта капусты поздней - Неженка и свеклы столовой сорта Кызылкопыр. В исследованиях использованы цеолит типа клиноптилолит месторождения Шанканай (Казахстан) с минералогическим составом клиноптилолит - 75-77% и удобрения, вносимые в интенсивном овощном севообороте: аммиачная селитра (34% д.в.), аммофос (N-12%, P-52% д.в.), сульфат калия (50 % д.в.). По химическому составу цеолит включает (%): SiO₂ - 68,6; Al₂O₃ - 18,5; CaO - 8,6; MgO - 2,2; Na₂O - 1,5.

Схема внесения удобрений: 1. Контроль (без удобрений). 2. Цеолит (2 т/га). 3. N₄₅P₄₅K₄₅ (одинарная доза). 4. N₉₀P₉₀K₉₀ (двойная доза). 5. Цеолит + N₄₅P₄₅K₄₅. 6. Цеолит + N₉₀P₉₀K₉₀. Площадь учетной делянки 63 м².

При проведении агрохимических анализов почвы в динамике по фазам развития были определены: рН солевой вытяжки, азот нитратный - ионоселек-

тивным методом, фосфор подвижный по Мачигину, обменный калий - на пламенном фотометре, тяжелые металлы методом атомной абсорбции на спектрофотометре (ГОСТ 30178-96). В растительных образцах определены: биохимический состав продукции, сухое вещество - весовым методом (ГОСТ 28561-90), общий сахар - по Бертрану (ГОСТ 13192-73), витамин С - по Мурри (ГОСТ 24556-89), нитраты - потенциометрически 1%-м раствором дифениламина (ГОСТ 29270-95).

Агротехника в опыте - общепринятая для юго-востока Казахстана. Цеолит измельчен до фракции с размерами менее 100 нм в планетарной шаровой мельнице. Цеолит и минеральные удобрения вносили вручную осенью 2022 г. под перепахку согласно схеме опыта. Уборку культур осуществляли вручную. Экспериментальные данные обработаны математически с использованием методов дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов с помощью Microsoft Office Excel 2010 и по методике Б.А. Доспехова [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследования установлено, что применение цеолитного удобрения оказывает положительное влияние на показатели плодородия темно-каштановой почвы. Применение модифицированного цеолитного удобрения позволяет обеспечить более выравненное распределение плотности в пахотном горизонте (1,18-1,20 г/см³).

Исследованные нами предгорные темно-каштановые почвы опытного участка по гранулометрическому составу, согласно классификации Качинского, содержат незначительное количество песчаных частиц. Сумма частиц <0,001 мм (ил) составляет 18,676% и возрастает при применении цеолита и удобрений, что в некоторых случаях также вносит свой вклад в гранулометрический состав и общие физические свойства почвы. Как видно из дан-

ных таблицы 1, сумма частиц <0,01 мм (физическая глина) составила от 43,037% до 48,522% и существенно увеличивается при внесении смеси цеолита с расчетной дозой минеральных удобрений.

Цеолиты способны удерживать воду и предоставлять ее по мере необходимости корням растений. Это особенно важно в периоды засухи, когда растения испытывают дефицит влаги, и в периоды сильных дождей, когда может происходить затопление. В наших исследованиях водопроницаемость за 1 час опыта равнялась на контроле 49,0 мм, а на вариантах с применением цеолита и удобрений варьировала в широком диапазоне - 60,9-89,2 мм.

Нитратная форма азота является важным источником азотного питания растений. Нитратный азот не поглощается почвенно-поглощающим комплексом, и его концентрация зависит от обеспеченности почвы органическим веществом, температуры и влажности почвы, реакции почвенного раствора [12]. В результате анализа динамики содержания нитратного азота в почве под посевами изучаемых овощных культур, было отмечено увеличение его содержания во всех вариантах, кроме контроля как в пахотном, так и в подпахотном слое почвы. Минимальное содержание нитратного азота характерно для периода уборки корнеплодов (в пахотном слое под посевом капусты: 24,1-28,3 мг/кг; свеклы: 19,8- 25,9 мг/кг; в подпахотном: 20,2-23,3 мг/кг и 17,5-22,7 мг/кг соответственно).

Наибольшее количество выявлено в период всходов со снижением в 2 раза в фазе полной спелости. За период вегетации содержание нитратного азота под влиянием цеолита и цеолитного удобрения возрастало с наибольшими показателями при совместном внесении цеолита и N₉₀P₉₀K₉₀.

Методом корреляционно-регрессионного анализа установлено, между содержанием нитратного азота в период всходов и уборки и урожайностью капусты существует тесная корреляционная связь ($r_1=0,87$; $r_2=0,89$), которая сочетается с очень высоким критерием существенности. Установлена линейная регрессия, которая выражается следующим уравнением:

$$y=0,34x_1+0,61x_2-33,1,$$

где y – урожайность, т/га;

x_1 и x_2 – содержание нитратного азота в слое 0-20 см в период всходов и уборки, мг/кг почвы.

Такая же закономерность прослеживается при корреляционно-регрессионном анализе между содержанием нитратного азота в 0-20 см слое почвы и урожайностью свеклы столовой.

По данным исследований, содержание подвижного фосфора характеризовалось наибольшим количеством в период всходов со снижением в период полной спелости за счет его интенсивного потребления. При внесении цеолита и минерального удобрения под посевом капусты произошло значительное увеличение концентрации подвижного фосфора в слое 0-20 см от 32,5 мг/кг на контроле до 106,2 мг/кг на варианте цеолит, 2 т/га + $N_{45}P_{45}K_{45}$ и 131,5 мг/кг на цеолите, 2 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$ соответственно. Такая же тенденция наблюдается и под посевами свеклы столовой. Внесение в почву кремниевых соединений, содержащихся в цеолите, способствует трансформированию недоступного растениям фосфора в подвижный, тем самым улучшая фосфорное питание растений.

Методом корреляционно-регрессионного анализа установлена зависимость, которая выражается следующими уравнениями:

$$y=0,22x_1+0,66x_2+18,6,$$

где y – урожайность капусты, т/га;

x_1 и x_2 – содержание подвижного фос-

фора в слое 0-20 см в период всходов и уборки, мг/кг почвы.

Коэффициент корреляции $r=0,94>0,88$ (r^2), связь между изучаемыми признаками тесная.

Клиноптилолит является мощным резервом пополнения доступных для питания растений соединений калия. Клиноптилолит, внесенный в почву, приводит к повышению количества обменных катионов калия. При внесении в почву в различной степени измельченного цеолита, с увеличением дисперсности материала относительное содержание в ней активной минеральной фракции с высокими ионообменными свойствами естественно возрастает, вследствие чего увеличивается содержание обменных катионов [13]. В наших исследованиях действие цеолита и минеральных удобрений положительно повлияло на содержание обменного калия в слоях 0-20 и 20-40 см, величина которого 240 мг/кг на контроле под посевом капусты и 300 мг/кг под посевом свеклы столовой.

Под исследуемые культуры внесены минеральные удобрения. С этими удобрениями в почву поступает некоторое количество тяжелых металлов: кадмий (Cd); свинец (Pb); цинк (Zn); медь (Cu). Определены тяжелые металлы в исследуемой темно-каштановой почве. Полученные опытные данные свидетельствуют о том, что содержания подвижных форм микроэлементов (Zn, Cu, Cd, Pb) в слое 0-20 см почвы под посевом капусты на контроле 2,50; 0,70; 1,20; 0,40 и под посевом свеклы 2,50; 0,70; 1,20; 0,40 соответственно. В зависимости от применения цеолита некоторые величины уменьшились. Так, концентрация кадмия в почве в слое 0-20 см почвы под посевом свеклы столовой при применении цеолита уменьшилась на 50%. Это возможно связано с тем, что цеолиты обладают способностью обменивать катионы с растворенными в почве ионами.

Тяжелые металлы, такие как свинец, кадмий, медь, и другие, могут быть прочно связаны с цеолитом и тем самым временно изолированы от растений и почвенного раствора.

Одним из основных условий получения высокого урожая овощных культур является обеспечение ее питательными веществами в течение всего периода вегетации. Уменьшение нормы внесения удобрений в почву приводит к снижению урожайности овощей, а чрезмерное увеличение их количества может давать прибавку урожая, не окупающую затраты на удобрения. Поэтому необходимо изучение реакции капусты и свеклы столовой на цеолит и сочетание минеральных удобрений с цеолитом, с целью создания благоприятных условий для роста и развития овощных культур с учётом её биологических особенностей и применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям зоны. Весна

2023 года была довольно холодной, что послужило причиной позднего посева овощных культур. Этот год был относительно благоприятным как по распределению осадков, так и температуре воздуха и почвы в период вегетации изучаемых культур. Урожайные данные по овощным культурам приведены в таблице 1. Они показывают, что внесение как цеолита, так и минеральных удобрений дало положительный эффект на величину урожайности капусты и свеклы столовой. Под влиянием цеолита и удобрений урожайность капусты составила на контроле 25,7 т/га, на удобренных вариантах увеличилась на 6,5-16,5 т/га. Свекла столовая на контроле - 42,8 т/га, на удобренных вариантах - 4,4-19,9 т/га. Совместное внесение цеолита и минеральных удобрений высоко эффективно: более чем в 1,5 раза повышает сбор урожая.

Таблица 1 – Урожайность овощных культур в зависимости от цеолита и удобрений, т/га

Вариант	Капуста			Свекла столовая		
	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Товарная урожайность, т/га	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Товарная урожайность, т/га
Контроль	25,7	-	24,7	42,8	-	40,2
Цеолит, 2 т/га	32,2	6,5	27,5	47,2	4,4	43,1
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	34,7	9,0	30,5	43,3	0,5	40,1
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	35,1	9,4	33,7	50,1	7,3	46,9
Цеолит, 2 т/га + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	37,8	12,1	37,2	59,3	16,5	50,4
Цеолит, 2 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	42,2	16,5	38,7	62,7	19,9	54,8
НСР _{0,5} , т/га	3,57			4,96		

Применение цеолитов обеспечило не только рост урожайности, но и позволило повысить качество производимой продукции: при оптимальном питании резко снижалась опасность чрезмерного накопления нитратов в кочанах капусты и плодах свеклы

столовой, а также повышалось накопление в них сухого вещества. Необходимо отметить, что внесение 2 т/га цеолита снижало содержание нитратов на 8% или 18 мг/кг по сравнению с контролем. Количество нитратов в продукции при применении расчетных

доз минеральных удобрений увеличилось на 33% и более, что может отрицательно отражаться на качестве

овощных культур, но эти значения не превышали ПДК (таблица 2, 3).

Таблица 2 – Влияние цеолита и удобрений на качество кочанов капусты (сорт Неженка)

Вариант опыта	Сухое вещество, %	Витамин С, мг%	Общий сахар, %	Нитраты, мг/кг
Контроль (без удобрений)	9,5	17,21	4,9	223
Цеолит, 2 т/га	10,7	17,5	5,1	205
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	11,6	17,51	4,9	335
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11,1	17,35	5,5	344
Цеолит, 2 т/га + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	11,0	18,12	5,3	282
Цеолит, 2 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11,9	18,16	5,5	312

Внесение цеолита и минеральных удобрений повышало содержание общего сахара в кочанах капусты. Самым эффективным при накоплении сахаров было применение двойной дозы мине-

ральных удобрений и цеолит + N₉₀P₉₀K₉₀. Внесение цеолита и расчетных доз удобрений незначительно уменьшало концентрацию общего сахара.

Таблица 3 – Влияние цеолита и удобрений на качество свеклы столовой (сорт Кызылкопыр)

Вариант опыта	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Нитраты, мг/кг
Контроль (без удобрений)	19,5	11,0	248
Цеолит, 2 т/га	20,7	10,2	195
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	21,6	11,1	525
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	21,1	10,9	664
Цеолит, 2 т/га + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	21,0	10,3	251
Цеолит, 2 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	21,9	10,6	302

Из таблицы 3 видно, что содержание сухого вещества в корнеплодах свеклы зависит от цеолита и доз вносимых минеральных удобрений. С увеличением доз азотных удобрений наблюдалось повышение содержания сухого вещества от 19,5% на контрольном варианте, до 21,9% при внесении 2 т цеолита и двойной дозы NPK. Минеральные удобрения и цеолит, оказывали положительное действие на накопление сухого вещества ($r=0,96$). Величина сахара является основной составной частью сухого вещества. На их накопление в корнеплодах свеклы

виды удобрений оказывают несхожее с капустой влияние — на цеолите и удобрениях содержание сахара снижалось и изменялось незначительно. Данные по содержанию нитратов в свёкле свидетельствуют, что минеральные удобрения повышали содержание нитратов почти в 2 раза. Варьирование содержания нитратов в вариантах опыта было от 195 до 664 мг/кг против 248 мг/кг контроля. Внесение цеолита снижало содержание нитратов в корнеплодах свеклы. Это подтверждается и по результатам корреляционного анализа ($r=-0,56$).

ВЫВОДЫ

Использование цеолита в качестве добавки к удобрениям в овощеводстве на юго-востоке Казахстана оказалось достаточно эффективным:

1. Внесенные в почву удобрения с цеолитом, значительно улучшили развитие корневой системы овощных культур и оказали положительное влияние на водно-физические свойства почвы.

2. Удобрения с использованием цеолита положительно влияли на содержание питательных веществ в почве, в особенности на их подвижные формы.

3. Цеолит служит барьером для миграции тяжелых металлов в почве, предотвращая их перемещение в нижние слои или подземные воды и снижает концентрацию их подвижных форм, что дает возможность получить экологически безопасную продукцию и улучшить состояние почвы.

4. Применение диспергированного модифицированного цеолита и расчетной дозы удобрений на предгорной темно-каштановой почве юго-востока Казахстана дает положительное влияние на продуктивность капусты и свеклы столовой.

Данная работа выполнена по проекту AP13068349: «Разработка приемов повышения продуктивности овощных культур путем применения наномодифицированного цеолитного удобрения на юго-востоке Казахстана».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузиев Р.К. Проблемы рационального использования орошаемых земель Узбекистана, Проблемы генезиса, плодородия, мелиорации, экологии почв, оценка земельных ресурсов. – Алматы, 2002. – С. 22-26.
2. Абитов Т. Защита почв от эрозии в горных условиях Кыргызстана, Состояние и перспективы развития почвоведения. – Алматы, 2005. – С. 17-18.
3. Борисов В.А. Совершенствование системы применения удобрений в овощеводстве, Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофелеводства. - Барнаул, 2007. – С. 325-332.
4. Evanylo G., et al. Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system// Agr Ecosyst Environ. - 2008, - T. 127(1-2). - P. 50-58.
5. Blair N., et al. Long-term management impacts on soil c, n and physical fertility: Part 1: Broadbalk Experiment// Soil Till Res. - 2006. - T. 91(1-2). - P. 30-38.
6. Tindall M. Mineral and organic fertilizing in cabbage and their residual effect for commercial cultivation on yield and quality performance of cabbage. - Hort Brass, 2000, - T. 6. - P. 15-20.
7. Tong Y., Ove E., Dianqing L., Harald G. Effect of organic manure and chemical fertilizers on nitrogen uptake and nitrate leaching in a Eum orthic anthrosols profile// Nutr Cycl Agroecosyst. - 1997. –T. 48(3). - P. 225-229.
8. Badgley C., Moghtader J., Quintero E., Zakern E., Chappell J., Avilés-Vázquez K., Samulon A., Perfecto I. Organic agriculture and the global food supply, Renew. Agric. Food Syst., 2007, - T. 22. - P. 86-108.
9. Kirchmann H.; Bergstrom L., Katterer T., Andren O., Andersson, R. Can organic crop production feed the world? In Organic Crop Production// Ambitions and Limitations; Springer: Doordrecht, The Netherlands. - 2008. - P. 39-74.

10. Janjghava N., Kardava M., Andronikashvili T. Increase in the Yield of Garlic without Using Traditional Fertilizers, 2002. - P. 42.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 изд., перераб. и доп. /– М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Булгакова Н.Н. Оптимизация минерального питания высокопродуктивных ценозов// Бюл. ВНИИ удобрений и агропочвоведений. - 2000. - № 113. - С. 31.
13. Середина В.П. Агроэкологические аспекты использования цеолитов как почвоулучшителей сорбционного типа и источника калия для растений. Известия Томского политехнического университета. - 2003. - Т. 306. - № 3. - С. 57-60.

REFERENCES

1. Kuziev R.K. Problemy racional'nogo ispol'zovaniya oroshaemyh zemel' Uzbekistana, Problemy genezisa, plodorodiya, melioracii, ekologii pochv, ocenka zemel'nyh resursov. – Almaty, 2002. – S. 22-26.
2. Abitov T. Zashchita pochv ot erozii v gornyh usloviyah Kyrgyzstana, Sostoyanie i perspektivy razvitiya pochvovedeniya. – Almaty, 2005. – S. 17-18.
3. Borisov V.A. Sovershenstvovanie sistemy primeneniya udobrenij v ovoshchevodstve, Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya ovoshchevodstva i kartofelevodstva. - Barnaul, 2007. – S. 325-332.
4. Evanylo G., et al. Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system// Agr Ecosyst Environ. - 2008. - T. 127(1-2). - P. 50–58.
5. Blair N., et al. Long-term management impacts on soil c, n and physical fertility: Part 1: Broadbalk Experiment// Soil Till Res. - 2006. - T. 91(1-2). - P. 30–38.
6. Tindall M. Mineral and organic fertilizing in cabbage and their residual effect for commercial cultivation on yield and quality performance of cabbage. - Hort Brass, 2000, - T. 6. - P. 15–20.
7. Tong Y., Ove E., Dianquing L., Harald G. Effect of organic manure and chemical fertilizers on nitrogen uptake and nitrate leaching in a Eum orthic anthrosols profile// Nutr Cycl Agroecosyst. - 1997. - T. 48(3). - P. 225–229.
8. Badgley C., Moghtader J., Quintero E., Zakern E., Chappell J., Avilés-Vázquez K., Samulon A., Perfecto I. Organic agriculture and the global food supply, Renew. Agric. Food Syst., 2007. - T. 22. - P. 86–108.
9. Kirchmann H.; Bergstrom L., Katterer T., Andren O., Andersson, R. Can organic crop production feed the world? In Organic Crop Production// Ambitions and Limitations; Springer: Doordrecht, The Netherlands. - 2008, - P. 39–74.
10. Janjghava N., Kardava M., Andronikashvili T. Increase in the Yield of Garlic without Using Traditional Fertilizers, 2002. - P. 42.
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5 izd., pererab. i dop./ – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Bulgakova N.N. Optimizaciya mineral'nogo pitaniya vysokoproduktivnyh cenzov// Byul. VNII udobrenij i agropochvovedenij. - 2000. - № 113. - P. 31.
13. Seredina V.P. Agroekologicheskie aspekty ispol'zovaniya ceolitov kak pochvo-uluchshitelej sorbcionnogo tipa i istochnika kaliya dlya rastenij. Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. - 2003. - Т. 306. - № 3. - P. 57-60.

ТҮЙІН

Т.К. Василина¹, А.М. Балгабаев¹, А.М. Шибикеева^{1*},Ж.Б. Бакенова¹, С.С. Наушабаева¹ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНЫҢ ТАУ АЛДЫ АЙМАҒЫНЫҢ КӨКӨНІС
ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ЦЕОЛИТТИ ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,

050021, Алматы, Абай даңғылы, 8, Қазақстан, *e-mail: shm.aigerim@mail.ru

Қазақстанның оңтүстік-шығысының тау алды аймағында көкөніс дақылдарын өсіру кезінде, Шаңқанай кен орынынан өндірілген табиғи цеолитті минералдық тыңайтқыштарға қоспа ретінде қолданғанда тиімділігі жоғарылайды. Минералдық тыңайтқыштар мен бірге қолданылған цеолит күңгірт-қара қоңыр топырақтың су-физикалық қабілеттерін жоғарылатуға септігін тигізеді. Цеолит пен тыңайтқышты ұштастыра қолдану топырақтағы жылжымалы қоректік элементтердің мөлшерін арттырады. Зерттелген күңгірт-қара қоңыр топырақтағы ауыр металдардың концентрациясы цеолиттің әсерінен төмендейді. Асханалық қызылша егістігінде цеолиттің 2 т/га нормасын қолдану, топырақтың 0-20 см қабатында кадмийдің концентрациясын 50%-ға төмендетті, ал бақылаудағы мөлшері 1,0 мг/кг құрады және рұқсат етілген концентрациядан (РЕК) аспады. Цеолит тыңайтқыштарының көкөніс дақылдарының өнімділігін жоғарылатуда оң әсері айқындалды: асханалық қызылшаның бақылаудағы өнімділігі 42,8 ц/га болса, тыңайтылған варианттарда 43,3-62,7 ц/га жоғарылады, немесе 4,4 т/га-дан 19,9 т/га аралығында қосымша өнімді қамтамасыз етті. Бақылаудағы қырыққабат өнімділігі 25,7 ц/га құраса, ал тыңайтқыш қосылған варианттарда 6,5-16,5 ц/га артады. Цеолит пен тыңайтқыштарды қолдану жоғары сапалы көкөніс өнімдерін алуды қамтамасыз етеді. Тыңайтқыш пен цеолитті ұштастырып қолдану, зерттелген дақылдардың өнімінің құрамындағы құрғақ зат, қант және С дәруменінің мөлшерін жоғарылатады. Цеолитті қолдану кезінде өнімдегі нитраттардың мөлшері төмендесе, ал басқа варианттарда оның мөлшері біршама артып, РЕК аспады. Бақылау вариантында қырыққабаттың қауданындағы нитрат мөлшері 223 мг/кг болса, ал 2 т/га цеолит қолданған вариантта - 205 мг/кг құрады, асханалық қызылшаның тамыр жемісінде сәйкесінше, 248 мг/кг және 195 мг/кг аралығында өзгереді.

Түйінді сөздер: асханалық қызылша, қырыққабат, цеолит, минералдық тыңайтқыштар, өнімділік, сапа.

SUMMARY

T.K. Vassilina¹, A.M. Balgabaev¹, A.M. Shibikeeva^{1*},Zh.B. Bakenova¹, S.S. Naushabaeva¹EFFECTIVENESS OF USE OF ZEOLITE IN VEGETABLE GROWING
IN THE FOOTDOWN ZONE OF SOUTHEAST KAZAKHSTAN¹Kazakh National Agrarian Research University,

050021, Almaty, Abay avenue, 8, Kazakhstan, *e-mail: shm.aigerim@mail.ru

Natural zeolite from the Shankanay deposit is effective for use as an additive to mineral fertilizers when growing vegetable crops in the foothill zone of south-east Kazakhstan. Zeolite added to the soil with mineral fertilizers leads to an increase in the water-physical properties of dark chestnut soil. The water permeability of these options has increased noticeably. The use of zeolite and fertilizers helps to increase the mobile forms of nitrate nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium. The addition of zeolite reduces the concentrations of mobile forms of heavy metals in the dark chestnut soil under study. Thus, the concentration of cadmium in the soil in a 0-20 cm layer under sowing table beets when using 2 tons of zeolite decreased by 50% with a control value of 1.0 mg/kg, which does not exceed the maximum permissible concentration.

A positive effect of zeolite fertilizer on the productivity of vegetable crops was revealed, which makes it possible to increase the total yield of table beet roots from 42.8 t/ha in control to 43.3-62.7 t/ha in fertilized variants with an increase in yield from 4.4 t/ha up to 19.9 t/ha. The yield of cabbage was 25.7 t/ha on the control, and increased by 6.5-16.5 t/ha on the fertilized variants. The use of zeolite and fertilizers contributes to the production of vegetables with good and high quality indicators. Application of both zeolite and fertilizers increased the dry matter, sugar and vitamin C content of the studied crops. The amount of nitrates in the products decreased with the addition of zeolite and increased in other variants of the experiment, but did not exceed the maximum permissible concentration. Thus, in the control variant, the nitrate content in cabbage heads was 223 mg/kg wet weight, in the variants with zeolite 2t/ha - 205 mg/kg, in beetroots - 248 mg/kg and 195 mg/kg, respectively.

Key words: red beet, cabbage, zeolite, mineral fertilizers, yield, quality.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Василина Турсунай Кажымуратовна - PhD доктор,
e-mail: v_tursunai@mail.ru
2. Балгабаев Алимбай Мадиебекович - к.с.-х.н., ҚР ҰАҒА академигі,
e-mail: alimbai@bk.ru
3. Шибикеева Айгерим Мейрамбаевна, - PhD доктор,
e-mail: shm.aigerim@mail.ru
4. Бакенова Женисгуль Биржановна - PhD доктор, e-mail: bsb_83@mail.ru
5. Наушабаева Светлана Серікқызы - Магистр,
e-mail: sveta.naushabaeva@mail.ru

ГРНТИ 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X_2024_2_39](https://doi.org/10.51886/1999-740X_2024_2_39)

П. Е. Назарова^{1*}, Я. П. Наздрачев¹, Е. В. Мамыкин¹
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА УРОЖАЙ И
СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ

*¹ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени
А.И. Бараева», 021601, Акмолинская область, Шортандинский район,
п. Шортанды -1, ул. Бараева, 1, Казахстан, *e-mail: nazarova_perizat@mail.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты по изучению влияния различных доз азотнокислого аммония на урожай и содержание белка в зерне яровой тритикале. Многочисленными исследованиями по всему миру установлено, что азот является ключевым фактором, оказывающим влияние на продуктивность зерновых культур. В работе представлены результаты 5-го исследования (2018-2022 гг.), возделывания яровой тритикале по паровому и стерневому предшественникам. Азотное удобрение вносили при посеве в рядки в дозе от 20 до 80 кг/га в действующем веществе. Опыты проводились в Акмолинской области (ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева») на черноземе южном карбонатном. За пять лет исследований только 2018 г. характеризовался оптимальными гидротермическими условиями в период вегетации тритикале, остальные четыре года (2019-2022 гг.) были засушливыми. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом тритикале по пару составили – 119-138 мм, по стерне – 119-125 мм. Содержание N-NO₃ в слое почвы 0-40 см перед посевом тритикале по годам исследований было различным, так по пару оно изменялось от 11 до 28 мг/кг, а по стерне от 10 до 17 мг/кг почвы. Количество P₂O₅ перед посевом (в слое почвы 0-20 см) независимо от предшественника варьировало в пределах 24-37 мг/кг почвы. Достоверного влияния различных доз аммиачной селитры на урожай зерна и содержание белка в зерне тритикале по двум изучаемым предшественникам установить не удалось. Сильная корреляционная связь дозы азотного удобрения с урожайностью тритикале по паровому предшественнику установлена только в 2020 году ($r = 0,85$) и в 2021 году ($r = 0,83$). По стерневому предшественнику сильная положительная корреляция между дозами азота и урожаем была отмечена в 2019 году ($r = 0,78$), 2021 г. ($r = 0,79$) и 2022 г. ($r = 0,87$). Корреляционная связь между содержанием белка в зерне тритикале и дозами азота была установлена по паровому предшественнику в 2-х из 4-х лет ($r = 0,86...0,96$). По стерневому предшественнику сильная положительная связь отмечалась во все годы исследований ($r = 0,83...0,99$).

Ключевые слова: азотное удобрение; аммиачная селитра; белок; почва; пар; стерня; яровая тритикале.

ВВЕДЕНИЕ

Для наращивания производства продуктов питания актуальным является использование в производстве новых культур с высокой потенциальной урожайностью. По нашему мнению, такой новой культурой может являться яровая тритикале, возделывание которой в настоящее время становится популярным во всем мире. Данную культуру можно возделывать не только в продовольственных целях, но и на кормо-

вые цели для животноводства, птицеводства и рыбоводства [1].

Одним из наиболее важных элементов питания влияющим на рост и развитие растений, урожайность и качество получаемой продукции - является азот [2]. Промышленные азотные удобрения внесли огромный вклад в повышение урожайности сельскохозяйственных культур, что способствовало сокращению бедности и голода во всем мире [3]. С 1961 по 2014 год произ-

водство зерна в мире увеличилось в 3,2 раза, а объём использования азотных удобрений увеличилось в 9 раз. Азотное питание влияет не только на урожайность, но и на химический состав зерна многих сельскохозяйственных культур, в том числе и злаковых [4-6].

Многими исследователями отмечено положительное влияние различных минеральных удобрений на урожай зерна тритикале, где важная роль принадлежит именно азотным удобрениям [7-12]. Например, в исследованиях, проведенных в Польше, с сортом яровой тритикале Milewo было установлено, что наибольший выход урожая зерна получен при внесении азотных удобрений из расчета 120 кг/га – 7,33 т/га. Уменьшение вносимой дозы азота до 80 кг/га снижало урожайность тритикале до 6,05 т/га [12]. На дерново-подзолистых почвах (Российская Федерация) внесение высоких доз азота способствовало увеличению сбора зерна тритикале. Так, в засушливом 2014 году, в неудобренном варианте была получена урожайность тритикале 3,17 т/га, а внесение азотного удобрения дозой N150 повышало продуктивность до 3,93 т/га. При более благоприятных погодных условиях (2015 год), различия в урожайности тритикале между неудобренным (N0) и удобренным (N150) увеличивались, составив в первом случае 5,49 т/га, а во втором - 8,05 т/га [8].

Согласно литературным источникам в зерне тритикале может накапливаться до 14-18% белка [13, 14]. Белок зерна тритикале богат незаменимыми аминокислотами, такими как лизин, треонин и лейцин, а поскольку незаменимые аминокислоты не могут синтезироваться организмом человека, и в организм они должны поступать извне с продуктами питания. Исследования, проведенные на дерново-подзолистой почве, показали, что внесение азотного удобрения способствует увеличению содержания белка в зерне тритикале.

Так, в варианте, где удобрения не вносились содержание белка в зерне, составляло – 11%, внесение азота в дозах N120 и N150 достоверно повысило содержание белка в зерне до 13,1 и 13,2% [15]. Kumar et al. [16] пришли к выводу, что увеличение содержания белка в зерне при усиленном азотном питании связано с тем, что азот входит в состав разных аминокислот, образующих разные типы белка.

Гипотеза данного научного исследования в том, что интенсификация азотного питания посевов яровой тритикале приведет к увеличению урожая зерна и содержанию белка в нем.

Цель статьи – изучить действие различных доз аммиачной селитры на продуктивность и концентрацию белка в зерне яровой тритикале.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые и камеральные исследования проводились в течение пяти лет (с 2018 г. по 2022 г.) на чернозёмах южных в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» (N51° 36'44,47"; E71°02'40,27"). Почва опытного участка представлена черноземом южным карбонатным малогумусным и тяжелым гранулометрическим составом. Содержание гумуса в пахотном слое почвы (0-20 см) около 3,4%, валового азота и фосфора – 0,22 и 0,12, карбонатов – около 5%. Данный пахотный горизонт характеризуется слабощелочной реакцией водной вытяжки (pH=7,3).

В качестве объекта исследования использовался сорт яровой тритикале «Россика», которую возделывали по паровому и стерневому предшественникам, в трёхпольном севообороте (пар – тритикале – тритикале). Опыт заложен в четырехкратной повторности и развернут во времени и в пространстве. Площадь деланки составляет 129 м² (ширина – 4,3 м, длина – 30 м), учетная площадь – 100 м². Агротехника в опыте рекомендованная для зоны проведения исследований (срок сева 15 мая, глубина заделки семян 6-8 см, норма высева –

2,2 млн всхожих семян на 1 га). Подготовка парового предшественника и обработка стерневого проводились согласно требованиям традиционного почвозащитного земледелия [17, 18].

В период от посева до уборки яровой тритикале использовали пестициды различных групп – семена протравливали инсекто-фунгицидным протравителем – Юнта 1,75 л на тонну семян. В фазу кущения тритикале применяли баковую смесь гербицидов против двудольных многолетних и однолетних сорняков «Эстет» (600 г/л), 0,6 л/га + «Галлантный» (750 г/кг), 0,02 кг/га + Тренд 90 (ПАВ), 0,15 л/га. В фазу трубкования тритикале против однодольных сорняков использовали гербицид «Пума супер 100», 0,6 л/га. В фазу выхода в трубку-колошения использовали баковую смесь «Энжио 247», 0,12 л/га + «Рекс Дуо 49,7», 0,3 л/га - для контроля численности вредителей и снижения развития и распространения листовых болезней.

Перед посевом яровой тритикале в почве определяли содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см (ионометрическим методом) и подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см (по методу Мачигина). По паровому пред-

шественнику количество азота нитратов в почве в 2018 году оценивалось как повышенное, а в 2019-2021 годах – как очень высокое (таблица 1). По стерневому фону в 2019 году содержание N-NO₃ оценивалось как среднее, в 2020 и 2021 годах как высокое, а в 2022 году – как очень высокое [19]. Содержание P₂O₅ в почве перед посевом тритикале изменялось по годам исследований по двум изучаемым предшественникам от средней до повышенной обеспеченности.

Принимая во внимание, что почвы Северного Казахстана высоко обеспечены обменным калием, и его концентрация в почве не лимитирует урожайность сельскохозяйственных культур, то исследований с калийными удобрениями не проводилось [20].

Количество продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом определяли гравиметрическим методом по Н.М. Бакаеву [21]. Содержание почвенной влаги в метровом слое по двум изучаемым предшественникам (пар и стерня) были на одном уровне. Так, по пару запасы влаги оценивались как удовлетворительные (118,6 мм) и хорошие (134,4-137,8 мм), по стерне – как удовлетворительные (118,6-125,0 мм) [21].

Таблица 1 – Исходная обеспеченность изучаемых предшественников продуктивной влагой (слой почвы 0-100 см, в мм), азотом нитратов (слой почвы 0-40 см, в мг/кг почвы) и подвижным фосфором (слой почвы 0-20 см, в мг/кг почвы) перед посевом яровой тритикале

Год исследования	Паровой предшественник			Стерневой предшественник		
	продуктивная влага	N-NO ₃	P ₂ O ₅	продуктивная влага	N-NO ₃	P ₂ O ₅
2018	134,4	11 ± 1,2	35 ± 2,6	-	-	-
2019	137,8	24 ± 2,1	31 ± 2,0	125,0	10 ± 1,0	32 ± 2,1
2020	118,1	28 ± 2,3	34 ± 2,1	122,5	17 ± 1,5	28 ± 2,0
2021	118,6	23 ± 2,1	37 ± 2,0	118,6	16 ± 1,2	24 ± 1,9
2022	-	-	-	122,0	17 ± 1,7	25 ± 1,3

Определение урожая проводили поделяночно при помощи селекционного комбайна Wintersteiger Delta с последующим пересчётом на стандартную влажность (14%) и 100% чистоту.

Содержание белка в зерне определяли по Кьельдалю [22].

Аммофос (10-46-00) в физическом весе 87 кг вносили в запас в паровое поле по всему участку, создавая фон для изучения эффективности аммиачной селитры. Аммофос ($P_{40}N_9$) вносили на глубину 12-14 см согласно рекомендациям [23]. Аммиачную селитру (34-00-00) применяли при посеве в рядки вместе с семенами в различных дозах. Варианты опыта были следующие: 1. Контроль; 2. N20; 3. N40; 4. N60; 5. N80.

Погодные условия в период вегетации (июнь-август) яровой тритикале с 2018 по 2022 годы характеризовались значительной изменчивостью по температурному режиму, а атмосферные осадки - различным количеством и неравномерностью их выпадения по месяцам.

В 2018 году за три месяца вегетации (с июня по август) среднесуточная температура была на $1,1^{\circ}\text{C}$ ниже среднемноголетних значений ($17,4^{\circ}\text{C}$), с минимальными отмеченными показателями в июне и августе – $16,9$ и $15,3^{\circ}\text{C}$ (рисунок 1). В 2019 году температура воздуха за вегетацию была близка к норме в $18,1^{\circ}\text{C}$, июнь был прохладнее на $4,2^{\circ}\text{C}$, а июль и август превышали среднемесячный показатель на $2,1$ и $0,8^{\circ}\text{C}$. В 2020 году температурный режим вегетационного периода был на $0,8$ градуса меньше нормы ($17,7^{\circ}\text{C}$). Прохладными температурами отличались июнь и июль (ниже нормы на $2,5$ и $1,3^{\circ}\text{C}$), а самым жарким был август месяц (выше нормы на $2,3^{\circ}\text{C}$). Развитие яровой тритикале в 2021 году проходило в условиях повышенного температурного фона все три месяца её вегетации. Среднесуточная температура воздуха в июне и июле 2022 года была выше нормы на $1,9^{\circ}\text{C}$ и $1,2^{\circ}\text{C}$, в августе - на уровне среднемноголетнего показателя.

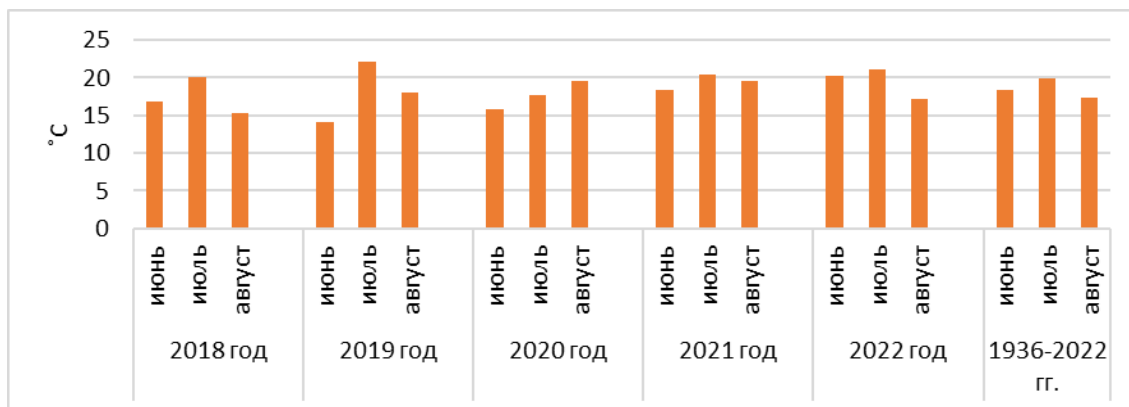


Рисунок 1 – Средняя температура в годы исследований в сравнении со среднемноголетней нормой (1936-2022 гг.), (метеорологический пост п. Шортанды).

Сумма выпавших атмосферных осадков за июнь-август в 2018 году была в 1,5 раза выше среднемноголетней нормы (134,7 мм), максимум отмечен в июне (69,3 мм) и августе (85,5 мм) (рисунок 2). В 2019 году дожди на

уровне среднемноголетних показателей выпали только в июне (40,5 мм), а в последующие два месяца их количество было в 1,5 и 3,7 раза меньше нормы. В 2020 году количество осадков за весь период вегетации было на 10% ниже

среднегодовым значениям, максимум которых пришелся на июнь. В 2021 году, так же, как и в предыдущем, наблюдалась нехватка атмосферных осадков в сравнении с многолетней нормой, недобор в июне составил 21,2 мм, в

июле - 25,1 и в августе - 2,0 мм. Недобор атмосферных осадков за вегетационный период был отмечен в 2022 году, составив в июне - 17,3 мм, в июле - 4,1 мм и в августе - 14,6 мм.

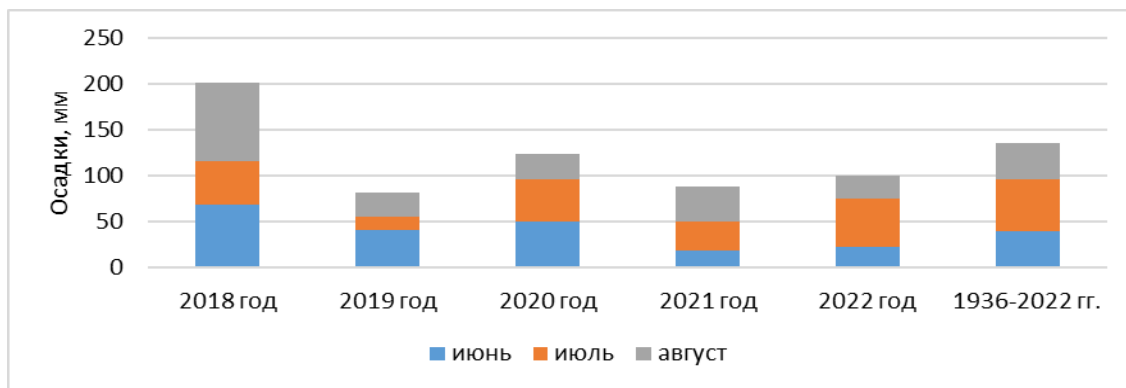


Рисунок 2 – Количество выпавших осадков в годы исследований в сравнении со среднегодовым значением (1936-2022 гг.), (метеорологический пост п. Шортанды)

Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа с применением специализированной программы для персонального компьютера «Snedecor» [24].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Продуктивность яровой тритикале возделываемой по паровому предшественнику в различные годы проведения исследований изменялась в широких пределах, к примеру, в контрольном варианте от 29,6 ц/га до 15,2 ц/га (рисунок 3). В предыдущих работах нами было установлено, что столь широкий размах в урожайности яровой тритикале обусловлен в первую очередь гидротермическими условиями в период её роста и развития [25, 26]. Максимальная урожайность тритикале в контроле была получена в 2018 году – 29,6 ц/га. В последующие годы, в результате ухудшения гидротермических условий вегетационного периода урожайность тритикале начинала снижаться. Так, в 2019 г. в контроле она уменьшилась на 10%, в 2020 г. – на 40%,

а в 2021 г. – 49%. Не зависимо от года исследования внесение различных доз аммиачной селитры достоверного влияния на урожайность тритикале возделываемой по пару не оказывало.

Продуктивность тритикале возделываемой по стерновому предшественнику также широко варьировала по годам исследований в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Максимальная урожайность в контрольном варианте была получена в 2019 г. – 22,6 ц/га, в последующие годы она снижалась. Так, по отношению к 2019 году она снизилась в 2020 году на 36%, а в 2021 г. и 2022 г. на 24 и 15% соответственно (рисунок 4). Внесение аммиачной селитры оказывало достоверное влияние на урожайность тритикале только в 2020 году, в варианте с внесением аммиачной селитры в дозе N20. Данная доза азота позволила получить прибавку зерна в 4,8 ц/га в сравнении с контролем (14,5 ц/га), дальнейшее увеличение дозы азота до 40-80 кг/га не имело достоверного преимущества в сравнении с N20.

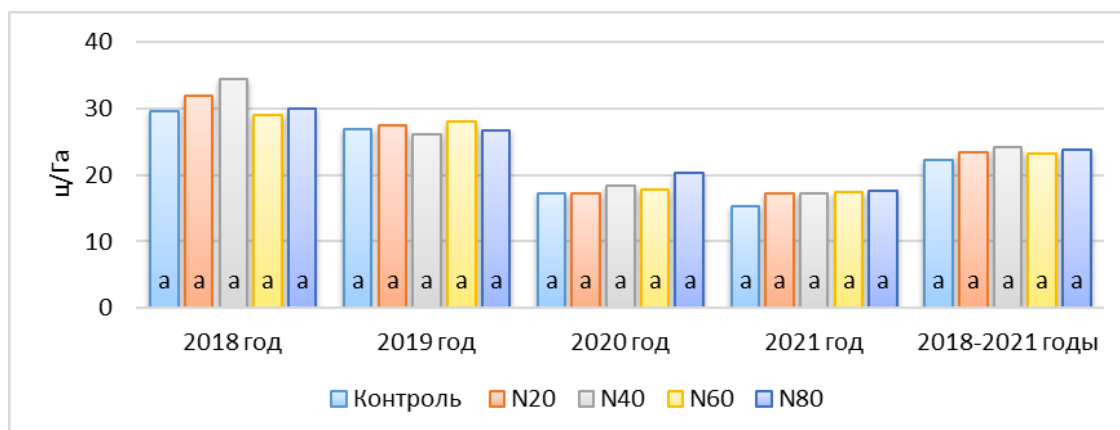


Рисунок 3 – Урожай зерна тритикале по паровому предшественнику, ц/га (значения в пределах одного года, за которым следует одна и та же буква, существенно не различаются между собой, НСР=0,05)

Анализ урожайных данных за 2018-2022 гг. показал отсутствие достоверного влияния аммиачной селитры на продуктивность яровой тритикале возделываемой как по пару, так и по стерне.

В исследованиях, проведенных в Хорватии, было установлено, что для получения максимально высокого уро-

жая зерна тритикале наиболее оптимально внесение азотного удобрения в дозе N120 [7]. В условиях Польши, при возделывании тритикале так же наиболее оптимальным было внесение азота дозой N120 [10]. В этих же условиях через пять лет удалось получить более высокий урожай зерна тритикале при увеличении дозы азота до N150 [27].

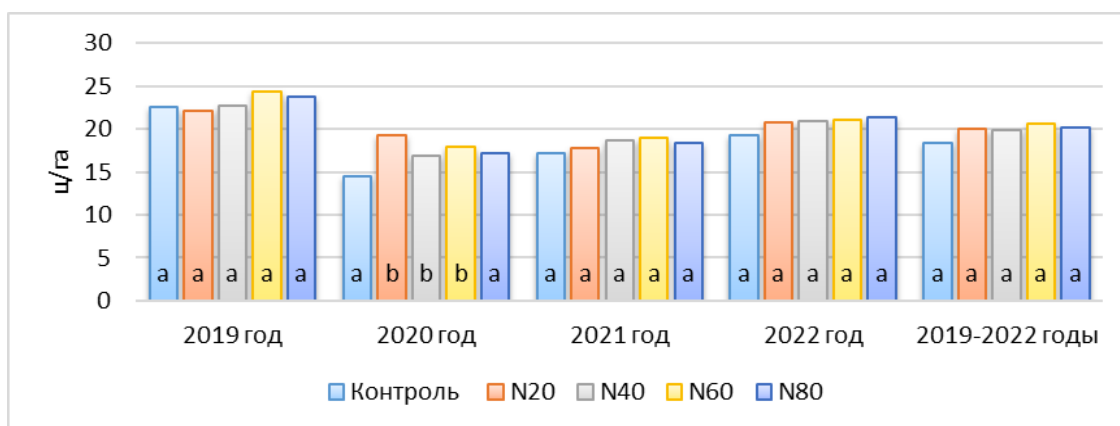


Рисунок 4 – Урожай зерна тритикале по стерневому предшественнику, ц/га (значения в пределах одного года, за которым следует одна и та же буква, существенно не различаются между собой, НСР=0,05)

В исследованиях, проведенных в Хорватии, было установлено, что для получения максимально высокого урожая зерна тритикале наиболее оптимально внесение азотного удобрения в

дозе N120 [7]. В условиях Польши, при возделывании тритикале так же наиболее оптимальным было внесение азота дозой N120 [10]. В этих же условиях через пять лет удалось получить более

высокий урожай зерна тритикале при увеличении дозы азота до N150 [27].

В нашем исследовании внесение аммиачной селитры, как по пару, так и по стерне не увеличивало урожайность тритикале, как в выше приведенных исследованиях. Сложившаяся ситуация может объясняться засушливыми гидротермическими условиями вегетационного периода, а также высоким содержанием минерального азота в почве перед посевом (10-28 мг/кг почвы). Ранее авторами было установлено, что в условиях региона данного количества азота достаточно для формирования высокой урожайности яровой пшеницы, без внесения дополнительного количества азота [28, 29]. Близкие результаты были получены в южной Австралии, в засушливых условиях на Северо-Западе Америки и в Сибири, где рекомендовано при посеве вносить небольшие дозы азота – N 15-35 кг/га [30-32]. Поэтому в условиях Северного Казахстана при высокой обеспеченности почвы азотом и жестких гидротермических условиях в период вегетации тритикале дополнительное применение азотных удобрений в посевах тритикале нецелесообразно.

Содержание белка в зерне тритикале по паровому предшественнику на контрольном варианте по годам исследования изменялось в пределах – 13,44-15,36% (рисунок 5). В засушливые годы была отмечена тенденция в увеличении с содержания белка в зерне тритикале.

В 2018 году по паровому предшественнику количество белка в зерне тритикале в контрольном варианте составляло 13,4 %, и только внесение аммиачной селитры в дозах N60 и N80 достоверно повышало концентрацию белка в зерне до 14,88 и 14,72%. В последующие два года (2019 и 2020 гг.) внесение азотного удобрения различными дозами достоверного влияние на количество протеина в зерне тритикале не оказывало, и все варианты были на уровне контроля (14,57% и 14,19 %). В 2021 году количество белка в зерне тритикале в контрольном варианте составляло 15,36 %, достоверное увеличение белка до 16,15% было отмечено в варианте N60. Увеличение дозы азота до N80 повышало концентрацию белка в зерне до 17,87%, что было достоверно выше контроля и варианта N60.

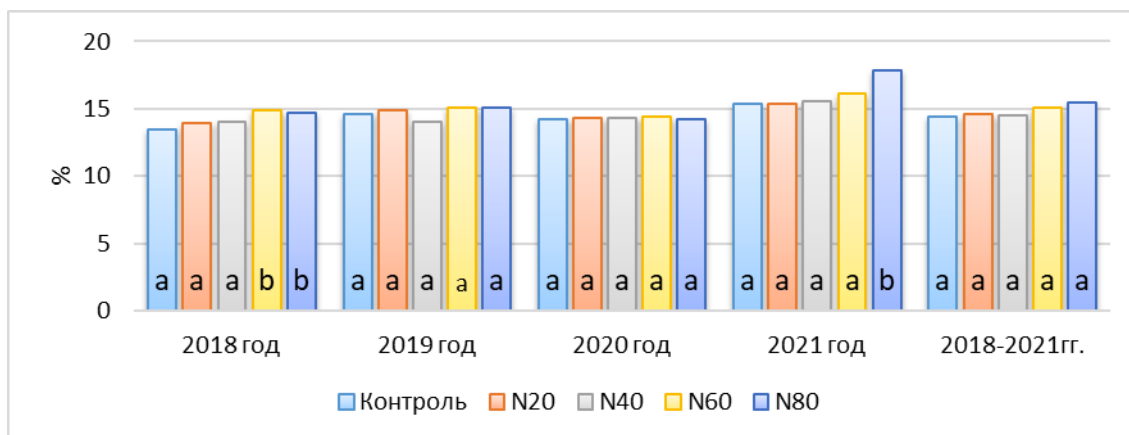


Рисунок 5 – Содержание белка в зерне тритикале по паровому предшественнику, % (значения в пределах одного года, за которым следует одна и та же буква, существенно не различаются между собой, НСР=0,05)

Влияние азотных удобрений на содержание белка в зерне тритикале возделываемой по стерневому фону было таким же, как и по паровому предшественнику (рисунок 6). В 2019 и 2022 гг. содержание белка в зерне тритикале в контрольном варианте составляло 14,87 и 13,97%, внесение аммиачной селитры различными дозами достоверного влияния на этот показатель не оказывало. В 2020 году в контрольном варианте протеина в

зерне содержалось – 12,84%, внесение аммиачной селитры дозой N20 достоверно повышало его содержание на 9%. Дальнейшее увеличение дозы азота было не эффективно. В 2021 году в контроле зерно содержало белка 15,68%, достоверное увеличение количества белка в зерне до 16,93% начиналось с дозы N40. Увеличение дозы азотного удобрения до N80 достоверно (по отношению к контролю и N20) повышало белок до 17,71%.

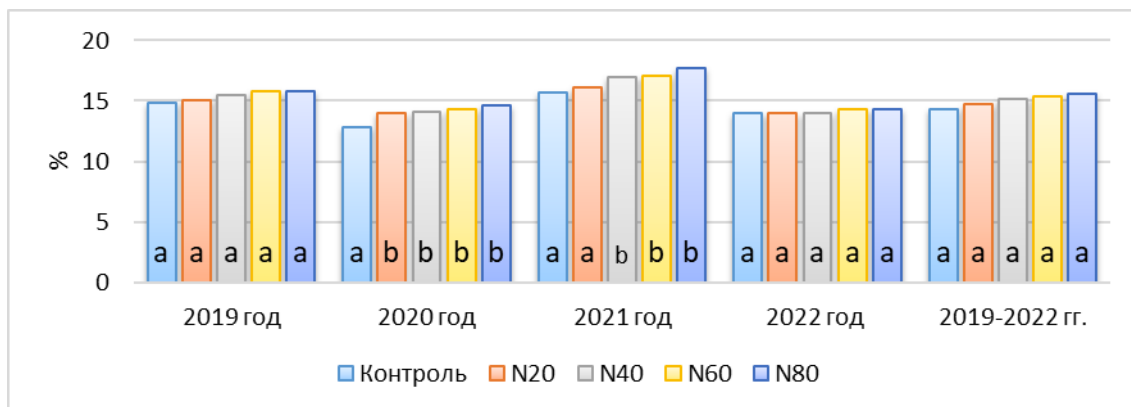


Рисунок 6 – Содержание белка в зерне тритикале по стерневому предшественнику, % (значения в пределах одного года, за которым следует одна и та же буква, существенно не различаются между собой, НСР=0,05)

В целом анализ приведенных данных за весь период исследований, показал отсутствие достоверного увеличения содержания белка в зерне тритикале при внесении азотного удобрения независимо от предшественника. Увеличение количества белка в зерне при внесении аммиачной селитры в различных дозах было на уровне тенденций. Для более точного определения влияния различных доз азота на урожайность тритикале и содержание белка в зерне нами был проведен корреляционный анализ.

Влияние дозы азотного удобрения на урожай зерна яровой тритикале по паровому предшественнику было зна-

чимым только в 2020 г. ($r = 0,85$) и в 2021 г. ($r = 0,83$) (таблица 2). По стерневому предшественнику сильная положительная корреляция между дозами азота и урожаем была отмечена в 2019 году ($r = 0,78$), а также в 2021 г. ($r = 0,79$) и 2022 г. ($r = 0,87$).

Содержание белка в зерне тритикале по паровому предшественнику в 50% изучаемых лет имело сильную положительную корреляционную связь с вносимыми дозами азота – $r = 0,86... 0,96$. По стерневому предшественнику во все годы исследования отмечалась сильная положительная связь ($r = 0,83... 0,99$) между азотом удобрения и содержанием белка в зерне тритикале.

Таблица 2 – Корреляционная связь (r) между дозами азота с урожайностью зерна яровой тритикале, и с содержанием белка в зерне.

r	Паровой предшественник				Стерневой предшественник			
	2018	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2022
С урожаем зерна	-0,17	0,04	0,85	0,83	0,78	0,34	0,79	0,87
С содержанием белка в зерне тритикале	0,93	0,45	0,15	0,86	0,96	0,91	0,99	0,83

Таким образом, в отдельные годы отмечался положительный эффект от внесения аммиачной селитры на содержание белка в зерне. По паровому предшественнику можно выделить вариант с внесением максимальной дозы азота N80, который в 50% случаев достоверно повышал содержание белка в зерне от 9 до 16% в сравнении с контролем. По стерневому предшественнику можно выделить варианты внесения аммиачной селитры в дозах N40-80, которые также в двух из четырех лет обеспечивали достоверное увеличение количества белка в зерне от 8 до 14% в сравнении с контролем. Отсутствие стабильного повышения белка в зерне от различных доз азота удобрения может объясняться, как и в случае с урожайностью засушливостью региона и высокой обеспеченности почвы азотом нитратов.

В ряде исследований так же имеются противоречивые выводы, в некоторых случаях содержание белка в зерне тритикале увеличивалось с увеличением дозы азота удобрений. Так, в исследованиях, проведенных в Поволжье, внесение азота дозой N90 обеспечило повышение белка в зерне

тритикале до 16,2 % при контрольных значениях в 13,8%. Уменьшение дозы азота удобрения до N30 и N60 приводило к снижению количества белка в зерне до 14,5 % и 15,1 % [33].

Гудинг и Дэвис [34] установили, что содержание белка в зерне тритикале не всегда зависит от дозы вносимого азотного удобрения. В исследованиях, проведенных в Турции, содержание белка в зерне тритикале увеличивалось с повышением уровня вносимого азота до дозы N80 и составляло 15%. Дальнейшее увеличение дозы азотного удобрения до N160 не имело преимуществ по содержанию белка в зерне в сравнении с вариантом N80 [35].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных пятилетних исследований на чернозёме южном в Северном Казахстане при возделывании яровой тритикале по пару и стерне применение азотных удобрений с целью повышения урожайности и содержания белка в зерне в настоящее время является нецелесообразным. Однако, по стерневому фону во все годы была получена сильная положительная корреляционная связь между дозами азота и содержанием белка.

Работа выполнена 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. Roy, K., Másilko, J., Kajgrova, L., Kuebutornye, F. K. A., Oberle, M., & Mraz, J. End-of-season supplementary feeding in European carp ponds with appropriate plant protein and carbohydrate combinations to ecologically boost productivity: lupine, rapeseed and, triticale// *Aquaculture*. – 2023. – Vol. 577. – P. 1-16.
2. Zhi Quan, Shanlong Li, Xin Zhang, Feifei Zhu, Peipei Li, Rong Sheng, Xin Chen, Li-Mei Zhang, Ji-Zheng He, Wenxue Wei, Yunting Fang. Fertilizer nitrogen use efficiency and fates in maize cropping systems across China: Field ¹⁵N tracer studies// *Soil Tillage Res.* – 2020, – Vol. 197. – P. 1-9.
3. Tilman D., Balzer C., Hill J., Befort B.L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture// *Proceedings of the national academy of sciences*, – 2011. – Vol.108 (50). – P. 20260-20264.
4. Wróbel E. Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość ziarna pszenicy jarego// *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. – 2005. – Vol. 507, № 2. P. 605-612.
5. Knapowski T., Kozera W., Majcherczak E., & Barczak B. (2010). Effect of nitrogen and zinc fertilisation on chemical composition and protein yield of spring triticale grain// *Fragmenta Agronomica*. – 2010. – Vol. 27 (4). - P. 45-55.
6. Abdelaal H. K., Bugaev P. D., Fomina T. N. Nitrogen fertilization effect on grain yield and quality of spring triticale varieties// *Indian Journal of Agricultural Research*. – 2019. – Vol. 53. - № 5. - P. 578-583.
7. Lalević D., Biberdžić M., Ilić Z., Milenković L., Tmušić N., & Stojiljković J. Effect of cultivar and increased nitrogen quantities on some productive traits of triticale// *Agriculture & Forestry*. – 2019. – Vol. 65. - № 4. – P. 127-136.
8. Shchuklina O., Alenicheva A., Klimenkova I., Kvitko V., & Zavgorodniy S. Morpho-physiological features of the reaction of the cv.× Triticosecale Wittm. ex. Camus on nitrogen fertilizers in contrasting agrometeorological conditions// *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. - IOP Publishing, 2022. – Vol. 1010. - № 1. – P. 012109.
9. Knapowski T., Ralcewicz M., Barczak B., Kozera W. Effect of nitrogen and zinc fertilizing on bread-making quality of spring triticale cultivated in Noteć Valley// *Polish Journal of Environmental Studies*. – 2009. – Vol. 18. - № 2. – P. 227-233.
10. Pecio A. Productivity of triticale affected by nitrogen fertilization and weather conditions// *Redaktor Naczelny-Executive Editor-Mariusz Fotyma*. – 2010. – № 40. – P.101-115.
11. Lestingi A., Bovera F., De Giorgio D., Ventrella D., Tateo A. Effects of tillage and nitrogen fertilisation on triticale grain yield, chemical composition and nutritive value// *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2010. – Vol. 90. - № 14. – P. 2440-2446.
12. Katarzyna W., Arkadiusz S., Małgorzata W., Agnieszka Markowska. Effect of nitrogen fertilization method on the yield and quality of Milewo variety spring triticale grain// *Polish journal of natural sciences* – 2015. – Vol. 30. - № 2. – P. 173-184.
13. Ишбердина Р. Р., Леонова С. А., Лещенко Н. И. Контроль качества и безопасность зерна тритикале// *Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства*. – 2019. – С. 70-73.
14. Мелешкина Е. П., Панкратьев И. А., Политуха О. В., Чиркова Л. В., Жильцова Н. С. Оценка качества зерна тритикале// *Хлебопродукты*. – 2015. – № 2. – С. 48-49.
15. Евтюхова Т. В., Абделаал Х. К. Использование зерна яровой тритикале для хлебопечения// *Инновационные сорта и технологии возделывания ярового тритикале: монография*. – 2017. – С. 275-285.
16. Kumar M., Pannu R.K., Kumar A., B Singh H., Dhaka A.K. Impacts of irrigation frequency and nitrogen rate on productivity, quality, nutrient uptake and nutrient use

efficiencies of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.)// Indian Journal of Agricultural Research. – 2018. – Vol. 52 (2). – P. 146-151.

17. Ismailov A.B., Sh Gimbatov A., Muslimov M.G., Radzhabov A.N., Mustafaeva Kh.D. Productivity of varieties of winter triticale with the use of nitrogen fertilizers in the flat irrigated zone of Dagestan// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. – Vol. 1045. - № 1. – P. 012060.

18. Zabolotskikh V.V., Nazdrachev Y.P., Zhurik S.A., Werner A.V. Influence of soil tillage and the preceding crop on certain indicators of soil fertility and yield of spring wheat under the conditions of the dry steppe of North Kazakhstan// Annals of the Romanian Society for Cell Biology – 2021. – P. 297-310.

19. Kurishbayev A.K., Chernenok V.G., Nurmanov Y.T., Persikova T.F., Zhanzakov B.Z., Kuzdanova R.S., Serikpaeva Z.K. Meaningful management of soil fertility and flax productivity// Arabian journal of geosciences. – 2020. – Vol. 13. – P. 1-11.

20. Сапаров А. С., Елешев Р. Е., Рамазанова С. Б., Айтбаев Т. Е., Базилжанов Е. К. Состояние агрохимического мониторинга плодородия почв республики Казахстан и продуктивность сельскохозяйственных культур// Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 3. – С. 45-54.

21. Бакаев Н. М., Васько И. А. Методика определения влажности почвы в агротехнических опытах / Методические указания и рекомендации по вопросам земледелия. – Целиноград, 1975. – С. 57-80.

22. ГОСТ 10846 – 91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.

23. Сохранение и повышение плодородия почвы путём минимализации обработки почвы и системы применения удобрений / рекомендации по завершённым разработкам научно-исследовательских работ РГП «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». – Шортанды, 2005. - 52с.

24. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд./ Новосибирск, 2012. – С. 282.

25. Назарова П.Е., Наздрачев Я. П., Мамыкин Е. В. Урожайность яровой тритикале в степной зоне Акмолинской области при традиционной и органической системах земледелия// Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата. – 2022. – №3 (62). – С. 236-250.

26. Назарова П. Е., Наздрачев Я. П. Влияние метеорологических условий на урожайность яровой// Материалы международной научнопрактической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века – эпоха трансформации » Сб. материал. Международ. науч. - практич. конф. - Астана. - 2022. – С. 13-16.

27. Bielski S. Yields of winter triticale under the influence of nitrogen fertilisation and fungicide application// Polish journal of natural sciences. - 2015.-Vol.30. - P. 337-348.

28. Назарова П. Е., Наздрачев Я. П., Филонов В. М., Мамыкин Е. В., Харитонов А. С. Влияние видов, сроков и способов внесения минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы в условиях Акмолинской области// Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 3. – С. 61-70.

29. Мамыкин Е. В., Наздрачев Я. П., Назарова П. Е. Влияние агроклиматических условий вегетационного периода на урожайность яровой мягкой пшеницы и вынос элементов питания// Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 3. – С. 46-59.

30. Le Champion A., Oury F.X., Heumez E., Rolland B. Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies// Organic Agriculture. – 2020. – Vol. 10. – P. 63-74.

31. Graham R.D., Geytenbeek P.E., Radcliffe B.C. Responses of triticale, wheat, rye and barley to nitrogen fertilizer// Australian Journal of Experimental Agriculture. – 1983. – Vol. 23 (120). – P. 73-79.
32. Sharkov I.N. Problems of intensification of technologies of cultivation grain crops in Siberia// Innovations and Food Safety. – 2016. – Vol. 1(11). – P. 24-32.
33. Кшникаткина А. Н. Тритикале. Перспективная культура// Фермер. Поволжье. – 2015. – № 4.- С. 40-41.
34. Gooding M. J, Davies W. P. Wheat production and utilization: systems, quality and the environment. – CAB international, 1997. - 355 p.
35. Gulmezoglu N., Aytac Z. Response of grain and protein yields of triticale varieties at different levels of applied nitrogen fertilizer// Afr. J. Agric. Res. – 2010. – Vol. 5. № 18. – P. 2563-2569.

REFERENCES

1. Roy, K., Másilko, J., Kajgrova, L., Kuebutornye, F. K. A., Oberle, M., & Mraz, J. End-of-season supplementary feeding in European carp ponds with appropriate plant protein and carbohydrate combinations to ecologically boost productivity: lupine, rapeseed and, triticale// Aquaculture. – 2023. – Vol. 577. – P. 1-16.
2. Zhi Quan, Shanlong Li, Xin Zhang, Feifei Zhu, Peipei Li, Rong Sheng, Xin Chen, Li-Mei Zhang, Ji-Zheng He, Wenxue Wei, Yunting Fang. Fertilizer nitrogen use efficiency and fates in maize cropping systems across China: Field ¹⁵N tracer studies// Soil Tillage Res. – 2020, – Vol. 197. – P. 1-9.
3. Tilman D., Balzer C., Hill J., Befort B.L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture// Proceedings of the national academy of sciences, – 2011. – Vol.108 (50). – P. 20260-20264.
4. Wróbel E. Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość ziarna pszenicy jarego// Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. – 2005. – Vol. 507. № 2. - P. 605-612.
5. Knapowski T., Kozera W., Majcherczak E., & Barczak B. (2010). Effect of nitrogen and zinc fertilisation on chemical composition and protein yield of spring triticale grain// Fragmenta Agronomica. – 2010. – Vol. 27 (4). - P. 45-55.
6. Abdelaal H. K., Bugaev P. D., Fomina T. N. Nitrogen fertilization effect on grain yield and quality of spring triticale varieties// Indian Journal of Agricultural Research. – 2019. – Vol. 53. - № 5. - P. 578-583.
7. Lalević D., Biberdžić M., Ilić Z., Milenković L., Tmušić N., & Stojiljković J. Effect of cultivar and increased nitrogen quantities on some productive traits of triticale// Agriculture & Forestry. – 2019. – Vol. 65. - № 4. – P. 127-136.
8. Shchuklina O., Alenicheva A., Klimenkova I., Kvitko V., & Zavgorodniy S. Morphophysiological features of the reaction of the cv.× Triticosecale Wittm. ex. Camus on nitrogen fertilizers in contrasting agrometeorological conditions// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2022. – Vol. 1010. - № 1. – P. 012109.
9. Knapowski T., Ralcewicz M., Barczak B., Kozera W. Effect of nitrogen and zinc fertilizing on bread-making quality of spring triticale cultivated in Noteć Valley// Polish Journal of Environmental Studies. – 2009. – Vol. 18. - № 2. – P. 227-233.
10. Pecio A. Productivity of triticale affected by nitrogen fertilization and weather conditions// Redaktor Naczelny-Executive Editor-Mariusz Fotyma. – 2010. – № 40. – P. 101-115.
11. Lestingi A., Bovera F., De Giorgio D., Ventrella D., Tateo A. Effects of tillage and nitrogen fertilisation on triticale grain yield, chemical composition and nutritive value//

Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2010. – Vol. 90. - № 14. – P. 2440-2446.

12. Katarzyna W., Arkadiusz S., Małgorzata W., Agnieszka Markowska. Effect of nitrogen fertilization method on the yield and quality of Milewo variety spring triticale grain// Polish journal of natural sciences. – 2015. – Vol. 30, - № 2. – P. 173-184.

13. Ishberdina R. R., Leonova S. A., Leshchenko N. I. Kontrol' kachestva i bezopasnost' zerna tritikale// Rol' molodyh uchenykh v innovacionnom razvitii sel'skogo hozyajstva. – 2019. – S. 70-73.

14. Meleshkina E. P., Pankrat'ev I. A., Polituha O. V., Chirkova L. V., ZHil'cova N. S. Ocenka kachestva zerna tritikale// Hleboprodukt. – 2015. – № 2. – P. 48-49.

15. Evtyuhova T. V., Abdelaal H. K. Ispol'zovanie zerna yarovoj tritikale dlya hlebopecheniya// Innovacionnye sorta i tekhnologii vzdelyvaniya yarovogo tritikale: monografiya. – 2017. – S. 275-285.

16. Kumar M., Pannu R.K., Kumar A., B Singh H., Dhaka A.K. Impacts of irrigation frequency and nitrogen rate on productivity, quality, nutrient uptake and nutrient use efficiencies of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.)// Indian Journal of Agricultural Research. – 2018. – Vol. 52 (2). – P. 146-151.

17. Ismailov A.B., Sh Gimbatov A., Muslimov M.G., Radzhabov A.N., Mustafaeva Kh.D. Productivity of varieties of winter triticale with the use of nitrogen fertilizers in the flat irrigated zone of Dagestan// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - IOP Publishing, 2022. – Vol. 1045. - № 1. – P. 012060.

18. Zabolotskikh V.V., Nazdrachev Y.P., Zhurik S.A., Werner A.V. Influence of soil tillage and the preceding crop on certain indicators of soil fertility and yield of spring wheat under the conditions of the dry steppe of North Kazakhstan// Annals of the Romanian Society for Cell Biology – 2021. – P. 297-310.

19. Kurishbayev A.K., Chernenok V.G., Nurmanov Y.T., Persikova T.F., Zhanzakov B.Z., Kuzdanova R.S., Serikpaeva Z.K. Meaningful management of soil fertility and flax productivity// Arabian journal of geosciences. – 2020. – Vol. 13. – P. 1-11.

20. Saparov A. S., Eleshev R. E., Ramazanov S. B., Ajtbaev T. E., Bazilzhanov E. K. Sostoyanie agrohimicheskogo monitoringa plodorodiya pochv respubliki Kazahstan i produktivnost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur// Pochvovedenie i agrohimiya. – 2011. – № 3. – S. 45-54.

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

22. GOST 10846 – 91. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya belka.

23. Sohranenie i povyshenie plodorodiya pochvy putyom minimalizacii obrabotki pochvy i sistemy primeneniya udobrenij / rekomendacii po zavershyonnym razrabotkam nauchno-issledovatel'skikh rabot RGP «NPCZKH im. A.I. Baraeva». - Shortandy, 2005. – 52 s.

24. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere. 2-e izd. / Novosibirsk, 2012 – 282 s.

25. Nazarova P.E., Nazdrachev YA. P., Mamykin E. V. Urozhajnost' yarovoj tritikale v stepnoj zone Akmolinskoj oblasti pri tradicionnoj i organicheskoj sistemah zemledeliya// Vestnik Kyzylordinskogo universiteta im. Korkyt Ata. – 2022. – №3 (62). – S. 236-250.

26. Nazarova P. E., Nazdrachev YA. P. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na urozhajnost' yarovoj// Materialy mezhdunarodnoj nauchnoprakticheskoj konferencii «Sejfullinskie chteniya – 18(2): «Nauka XXI veka – epoha transformacii ». Sb. material. Mezhdunarod. nauch. - praktich. konf. - Astana. - 2022. – S. 13-16.

27. Bielski S. Yields of winter triticale under the influence of nitrogen fertilisation

and fungicide application// Polish journal of natural sciences. - 2015.-Vol.30. - P. 337-348.

28. Nazarova P. E., Nazdrachev YA. P., Filonov V. M., Mamykin E. V., Haritonova A. S. Vliyanie vidov, srokov i sposobov vneseniya mineral'nyh udobrenij na produktivnost' yarovoj pshenicy v usloviyah Akmolinskoj oblasti// Pochvovedenie i agrokhimiya. - 2019. - № 3. - S. 61-70.

29. Mamykin E. V., Nazdrachev YA. P., Nazarova P. E. Vliyanie agroklimaticheskikh uslovij vegetacionnogo perioda na urozhajnost' yarovoj myagkoj pshenicy i vynos elementov pitaniya// Pochvovedenie i agrokhimiya. - 2022. - № 3. - S. 46-59.

30. Le Champion A., Oury F.X., Heumez E., Rolland B. Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies// Organic Agriculture. - 2020. - Vol. 10. - P. 63-74.

31. Graham R.D., Geytenbeek P.E., Radcliffe B.C. Responses of triticale, wheat, rye and barley to nitrogen fertilizer// Australian Journal of Experimental Agriculture. - 1983. - Vol. 23 (120). - P. 73-79.

32. Sharkov I.N. Problems of intensification of technologies of cultivation grain crops in Siberia// Innovations and Food Safety. - 2016. - Vol. 1(11). - P. 24-32.

33. Kshnikatkina A. N. Tritikale. Perspektivnaya kul'tura// Fermer. Povolzh'e. - 2015. - № 4. S. 40-41.

34. Gooding M. J., Davies W. P. Wheat production and utilization: systems, quality and the environment. - CAB international, 1997. - 355 p.

35. Gulmezoglu N., Aytac Z. Response of grain and protein yields of triticale varieties at different levels of applied nitrogen fertilizer// Afr. J. Agric. Res. - 2010. - Vol. 5. - № 18. - P. 2563-2569.

ТҮЙІН

П.Е. Назарова^{1*}, Я.П. Наздрачев¹, Е.В. Мамыкин¹

ЖАЗДЫҚ ТРИТИКАЛЕ ӨҢІМІНЕ ЖӘНЕ ДӘНІНДЕГІ АҚУЫЗ ҚҰРАМЫНА АММИАК СЕЛИТРАСЫНЫҢ ӘРТҮРЛІ ДОЗАЛАРЫНЫҢДА ЕНГІЗУ ӘСЕРІ

¹«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, 021601, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, Шортанды ауылы -1, Бараев көшесі, 1, Қазақстан, *e-mail: nazarova_perizat@mail.ru

Мақалада аммиак селитрасының әртүрлі дозаларының жаздық тритикале дәнінің шығымдылығына және ақуыз құрамына әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Дүние жүзіндегі көптеген зерттеулер азот дәнді дақылдардың өнімділігіне әсер ететін негізгі фактор екенін анықтады. Мақалада жаздық тритикалені сүрі жер және аңыз алғы егістер бойынша өсіру туралы 5 жылдық зерттеудің (2018-2022 жж.) нәтижелері берілген. Азотты тыңайтқыш белсенді затта 20-дан 80 кг/га дозада қатарлап егу кезіңде енгізілді. Тәжірибе Ақмола облысында («А.И. Бараев атындағы АШҒӨО» ЖШС) оңтүстік карбонатты қара топырақта жүргізілді. Бес жылдық зерттеу барысында тек 2018 жыл тритикаленің вегетациялық кезеңінде оңтайлы гидротермиялық жағдайлармен сипатталды, қалған төрт жыл (2019-2022 жж.) құрғақ болды. Топырақтың метрлік қабатындағы өнімді ылғалдың қоры сүрі жер бойынша тритикалені егу алдында 119-138 мм, аңыз бойынша - 119-125 мм құрады. Тритикалені егуге дейін 0-40 см топырақ қабатында N-NO₃ мөлшері зерттелген жылдарда өзгеріп отырды, сүрі жер бойынша - 11-28 мг/кг, ал аңыз бойынша - 10-17 мг/кг топыраққа өзгерді. Егіс алдындағы P₂O₅ мөлшері (0-20 см топырақ қабатында), алдыңғы егіске қарамастан - 24-37 мг/кг топыраққа өзгерді. Зерттелетін екі алдыңғы егіс бойынша, аммиак селитрасының әртүрлі дозаларының дән шығымдылығына және тритикале дәніндегі ақуыздың құрамына сенімді әсерін анықтау мүмкін болмады. Сүрі жер бойынша азот тыңайтқышының дозасы мен тритикале

шығымдылығы арасындағы күшті корреляция тек 2020 жылы ($r = 0,85$) және 2021 жылы ($r = 0,83$) анықталды. 0,99). Аңыз алдыңғы егіс бойынша азот дозалары мен шығымдылық арасындағы күшті оң корреляция 2019 ($r = 0,78$), 2021 ($r = 0,79$) және 2022 ($r = 0,87$) жылдары байқалды. Тритикале дәніндегі ақуыз мөлшері мен азот дозалары арасындағы корреляция 4 жылдың 2-інде ($r = 0,86...0,96$) сұр бойынша анықталды. Аңыз бойынша барлық зерттеулер жылдарында күшті оң байланыс байқалды ($r = 0,83...0,99$).

Түйінді сөздер: азот тыңайтқышы; аммоний нитраты; ақуыз; топырақ; сүрі жер; аңыз; жаздық тритикале.

SUMMARY

P.E. Nazarova^{1*}, Ya.P. Nazdrachev¹, E.V. Mamykin¹

THE EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF AMMONIUM NITRATE ON THE YIELD AND PROTEIN CONTENT IN SPRING TRITICALE GRAIN

*¹«Scientific-production center for grain farming named after A. I. Barayev» LLP,
021601, Akmola region, Shortandinsky district, Shortandy village -1,
st. Baraeva, 1, Kazakhstan, *e-mail: nazarova_perizat@mail.ru*

The article presents the results of studying the effect of various doses of ammonium nitrate on the yield and protein content in spring triticales grain. Numerous studies around the world have established that nitrogen is a key factor influencing the productivity of grain crops. The paper presents the results of a 5-year study (2018-2022) of cultivating spring triticales using fallow and stubble predecessors. Nitrogen fertilizer was applied when sowing in rows at a dose of 20 to 80 kg/ha in the active substance. The experiments were carried out in the Akmola region (LLP "SPCGF named after A. Barayev") on southern carbonate chernozem. Over the five years of research, only 2018 was characterized by optimal hydrothermal conditions during the triticales growing season, the remaining four years (2019-2022) were dry. The reserves of productive moisture in the meter layer of soil before sowing triticales in fallow were 119-138 mm, in stubble - 119-125 mm. The content of N-NO₃ in the soil layer 0-40 cm before sowing triticales varied according to the years of research, so for fallow it varied from 11 to 28 mg/kg, and for stubble from 10 to 17 mg/kg of soil. The amount of P₂O₅ before sowing (in the soil layer of 0-20 cm), regardless of the predecessor, varied within 24-37 mg/kg of soil. It was not possible to establish a reliable effect of different doses of ammonium nitrate on grain yield and protein content in triticales grain using the two studied precursors. A strong correlation between the dose of nitrogen fertilizer and the yield of triticales based on the steam predecessor was established only in 2020 ($r = 0.85$) and in 2021 ($r = 0.83$). For stubble, a strong positive correlation between nitrogen doses and yield was noted in 2019 ($r = 0.78$), 2021 ($r = 0.79$) and 2022 ($r = 0.87$). A correlation between the protein content in triticales grain and nitrogen doses was established based on the fallow in 2 of 4 years ($r = 0.86...0.96$). For the stubble, a strong positive relationship was noted in all years of research ($r = 0.83...0.99$).

Key words: nitrogen fertilizer; ammonium nitrate; protein; the soil; steam; stubble; spring triticales.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Назарова Перизат Ержанатқызы – старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и удобрений, e-mail: nazarova_perizat@mail.ru

2. Наздрачев Яков Павлович – заведующий лаборатории агрохимии и удобрений, e-mail: yakov.n.81@mail.ru

3. Мамыкин Евгений Владимирович – научный сотрудник лаборатории агрохимии и удобрений, e-mail: mamykin_ev@mail.ru

MPНТИ 68.29.07; 68.35.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2024.2.54](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2024.2.54)

**О.Д. Шойкин¹, Ж.М. Гумарова², А.А. Булекова²,
Н.В. Малицкая³, М.А. Кузнецова³, М.Ж. Әшірбеков^{3*}**
**ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК АЙМАҒЫНДА КАРТОПҚА ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ
ҚОЛДАНУДЫҢ БИОЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ БАҒАСЫ**

¹П.А. Столыпин атындағы Омбы мемлекеттік аграрлық университеті,
644008, Омбы қ., Институт алаңы, 1, Ресей Федерациясы,
e-mail: od.shoykin@omgau.org

²«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық
университеті» КеАҚ, 090009, Орал қ, Жәңгір хан көшесі, 51, Қазақстан,

³«М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ,
150000, Петропавл қ., Пушкин көшесі, 86, Қазақстан,
*e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

Аннотация. Далалық тәжірибелерде Солтүстік Қазақстанның қоңыр топырақта-рында картопқа минералды тыңайтқыштарды қолданудың жоғары энергетикалық тиімділігі анықталды. Азот, фосфор және калий тыңайтқыштарын қолданудың энергетикалық тиімділігі зерттелді. Тыңайтқыштардың дозаларына байланысты негізгі өнімінің 1 ц қосымша өсіміне азотты тыңайтқыштардың энергия шығыны 6223,3 МДж-ден (пайдалы коэффициент әсері = 2,2 бірлік) 15129,6 МДж-ға дейін (пайдалы коэффициент әсері = 1,0 бірлік) құрады. Картоп түйнектерінің өнімділігін (ц) арттыру арқылы қолданылатын 1 кг фосфор тыңайтқыштарының энергия мөлшері 11712 МДж-ден (пайдалы коэффициент әсері = 1,9 бірлік) 18300 МДж-ға (пайдалы коэффициент әсері = 2,5 бірлік) дейін бағаланды, бұл жоғары энергетикалық тиімділікті көрсетеді. Энергия шығындары $N_{45}K_{45}$ фонында 5130,5 МДж диапазонында және $N_{45}P_{90}K_{45}$ ең жақсы нұсқасында 7208,3 МДж диапазонына дейін өзгерді. Калий тыңайтқыштарын пайдаланудан энергия тиімділігі $N_{45}P_{45}$ фонында K_{45} және K_{90} нұсқаларында 2,2 бірлікте бағаланды. Қолданылатын тыңайтқыштардың энергетикалық тиімділігі тұрғысынан тиімді нұсқаларда 1 центнерлік картоп түйнектерін алу үшін энергия шығындары азайды. Дақыл өсіруге және өсімдік өнімдеріндегі энергия мөлшеріне ($V_{\text{т}}$, МДж/га) арналған энергетикалық шығындарды (A_0 , МДЖ) ескере отырып, тыңайтқыштарды қолдану тәжірибесінде дақыл өсірудің тиімділігіне биоэнергетикалық бағалау жүргізуге болады. Зерттеудің мақсаты - Қазақстанның солтүстік аймағының қоңыр топырақтарында картопқа минералды тыңайтқыштарды қолданудың биоэнергетикалық тиімділігін анықтау.

Түйінді сөздер: биоэнергетикалық тиімділік, картоп түйнектері, минералды тыңайтқыштар, қоңыр топырақтар, энергетикалық шығындар, өнімділіктің артуы.

КІРІСПЕ

Ауылшаруашылық дақылдарын ұтымды орналастыру, тыңайтқыштарды қолданудың ғылыми негізделген жүйесін жүргізу қосымша инвестицияларды қажет етпейтін энергияны үнемдейтін әдістер болып табылады [1].

Ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін объективті талдау өнім бірлігіне шығындарды азайту жолдарын іздеу және жерді бағалау қоғамдық қажетті еңбек шығындары мен өндіріс

құралдары сияқты бірлесіп жүргізілетін кезде мүмкін болады. Мұндай бағалау жүйелік-энергетикалық тәсілді қолдану арқылы болуы мүмкін [1-3]. Бұл тәсіл өсімдік шаруашылығы өнімдерін өндіруде энергия шығындарын және олардың өтелу дәрежесін сандық анықтауға, ауылшаруашылық дақылдарын өсірудің әртүрлі технологиялары, тыңайтқыштардың дозалары мен арақатынасы, ауыспалы егістер, егіс алқаптарының құрылымы және т.б. агротехнологиялар

кезінде жалпы және тауарлық өнімнің бірлігіне жұмсалған энергия шығыны бойынша агрофитоценоздарды салыстыруға мүмкіндік береді. [4-6].

Биоэнергетикалық бағалауды пайдалану салыстырмалы бірліктерде қазіргі және бұрынғы еңбек ресурстар шығындарын өлшеуге, орны толмас энергия шығындарының баптарын анықтауға және оны төмендету жолдарын табуға мүмкіндік береді. Бұл тек баға динамикасына ғана емес, сонымен қатар өндірістік ресурстар мен өнімнің объективті табиғи қасиеттеріне де байланысты. Ғалымдар ғылыми-техникалық прогрестің даму деңгейін анықтауда энергетикалық бағалауды қолданудың ғылыми негіздерін құру сияқты жалпы мәселені шешу мүмкіндігін ұсынады [1].

Дақылдардың тыңайтқыштарды қолданудың нәтижесінде өнімділігінің өсуін бағалау кезінде, дақылдарды өсіруге арналған антропогендік энергия шығындарының құрылымын егжей-тегжейлі талдау, агроэкожүйелердің өнімділігін бағалау қажет [7, 8]. Биоэнергетикалық талдау жүргізу ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру кезінде өнімділікті арттыруда қолданылатын факторлардың энергетикалық әлеуетін және энергияны пайдаланудың орындылығын объективті бағалауға мүмкіндік береді.

Ауыл шаруашылығының өсуінің қарқындылығы күрделі өндірісті құруға әкелді, оның әр технологиялық сатысы айтарлықтай энергия шығындарын талап етеді. Аграрлық өндірістің энергия сыйымдылығының артуымен өндірілетін өнімнің өсуіне қарамастан, өндірілген өнімнің салыстырмалы мөлшері (өндірілген өнімнің жұмсалған энергия бірлігіне шығымы) азаяды. Бұл жағдайда биоэнергетикалық тиімділік төмендейді, ол алынған өнімнің энергиясының өндіріс процесінде жұмсалған жиынтық энергияға қатынасы ретінде есептеледі [2, 9].

Энергетикалық тиімділік, ауыл шаруашылық экологиясының негізгі ақиқатына айналған А. Тюрго-Т. Мальтус Заңына сәйкес өзгереді және келесідей агроэкожүйеге энергияның нақты инвестициясының артуы оның өнімділігінің тең пропорционалды өсуін қамтамасыз етпейді – деп тұжырымдалады.

Мысалы, АҚШ-та 1945 жылдан 1970 жылға дейін өнеркәсіптік өндіріс әдістерін енгізу арқылы жүгері өнімділігінің 2,61 есе артуы энергияның жиынтық шығындарының 10 есе өсуін талап етті, ал биоэнергетикалық тиімділік 4,4 есе төмендеді, өндіріс құралдарын өндіруге энергия шығыны осы уақыт ішінде 964,3%-ға, ал тікелей ауыл шаруашылығында – 318%-ға өсті [2, 3, 9, 10].

Демек, ауылшаруашылық өндірісінің қарқындылығы жаңартылмайтын энергия шығындарының өсуімен байланысты. Қазіргі уақытта әлемде қазба отындары әлемдегі энергия қажеттіліктерінің шамамен 78%-ын қамтамасыз етеді. Жыл сайын әлемде шамамен 9 миллиард тонна шартты отын жағылады, бұл қоршаған ортаға 20 миллиард тоннадан астам CO_2 және 700 миллион тоннадан астам басқа да қосылыстардың шығарылуына әкеледі. Осы факторлардан басқа, қоршаған ортаның ластануы, қазба отындарын өндіру және тасымалдау кезінде пайда болады. Сондықтан, ең аз энергетикалық шығындармен ауылшаруашылығы дақылдарын өсіру технологияларын құру қазіргі кезеңде маңызды, әрі өзекті мәселе болып табылады [2, 9-11].

Энергия талдауының негізгі тұжырымдамасы аграрлық өндірістің энергетикалық тиімділігі болып табылады, сонымен қатар оның сандық жағы фотосинтез энергиясы есебінен жинақталған энергияның дақылдарды өсіру кезіндегі жалпы шығындарға қатынасы болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – Қазақстанның солтүстік аймағының қоңыр топырағында картопқа минералды тыңайт-

қыштарды қолданудың биоэнергетикалық тиімділігін анықтау. Тыңайтқыштарды қолданудың негізгі мақсаты – егін өнімділігін ұлғайту үшін қажетті экономикалық тиімді дозаларды белгілеу. Тыңайтқыштар картоп түйнектерінің өнімділігі мен сапасын арттырудың шешуші құралдарының бірі болып табылады. Қолданылатын тыңайтқыштардың энергетикалық тиімділігін агрономиялық тұрғыданалғанда енгізілген тыңайтқыш бірлігінің дақылдың қосымша өнімімен өтелуін бағалау кеңінен қолданылды.

Ауыл шаруашылығының жаңартылмайтын энергия шығындарының ұлғаюымен, оның ішінде химияландыру құралдарын пайдаланумен қатар жүретін қарқынды технологияларды пайдалануға көшуімен қатар, ауыл шаруашылығы өнімін өндірудің энергиялық шығынды технологияларын әзірлеу қажет. Мұның бәрі ауылшаруашылығы мамандарынан химияландыру құралдарын қолданудың энергетикалық тиімділігін есептеу негіздерін білуді талап етеді.

Сондықтан, тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігін есептеу ауылшаруашылығы дақылдарын өсіруде қолданылатын прогрессивті технологиялардағы іс-шараларды объективті бағалауға мүмкіндік береді.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеулер Павлодароблысының шығыс бөлігіндегі «Үштерек және К» ЖШС-нің егіс алқабында жүргізілді. Тәжірибелік учаскенің топырағы – жеңіл гранулометриялы, гумус мөлшері төмен (1,7-2,1%) күңгірт қара қоңыр топырақ. Топырақты зертханалық талдау жұмыстары «Омбы ОАС» ФМБМ-де жалпы қабылданған әдістер бойынша жүргізілді.

Тәжірибелерде дала жұмыстары аймақ үшін жалпы қабылданған агротехника бойынша жүргізілді. Тәжірибелерде шетелдік селекцияның «Гала» картоп сортының түйнектерді отырғы-

зылды. Тәжірибелер 2021-2022 жылдары далалық алаңдарда нұсқалардың 4 рет қайталануы арқылы орналас-тырып жүргізілді.

Мөлдектердің ауданы төрт деңгейде 48 м² құрады. Өсімдіктің қоректену элементтерінің дозалары: 0; 45; 90; 135 кг/га, рН 7,1. Тыңайтқыш ретінде аммоний нитраты, аммофос және калий хлориді қолданылды.

Тәжірибе жүргізілген Евгенийев ауылдық елді мекенінің топырақ-климаттық жағдайлары далалық аймаққа тән (Павлодар облысының ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы). Тыңайтқыштар картоптың қоректік заттарға қажеттілігіне қарай 45 кг/га қадаммен классикалық схема бойынша қолданылды.

Зерттеу алаңында картопқа аймақтық қолданыстағы агротехника қолданылды. Күзде 25-30 см тереңдікке жыртылған жердің ерте көктем тырмалау арқылы ылғал жабу жұмыстары жүргізілді. Топырақтың физикалық тұрғыда егіске дайын болуына қарай 15-18 см тереңдікте қопсытылды. Топырақтағы температура 8-10⁰С болғанда мамыр айының 10-15 аралығында картоп түйнектері отырғызылды. Картоп түйнектерін отырғызу схемасы 60х30 см бойынша салмағы 55-60 г түйнектер таңдап алынды.

Вегетация мерзімінде картоп алқабы екі рет арамшөптерден қолмен отау жұмыстары арқылы тазартылып, зиянкестерге қарсы фунгицидтер қолданылды.

Сондай-ақ жаз мезгілінде картоптың атыздарына суаруға жүйек алу жұмыстары жүргізілді. Вегетация бойы картоп екі рет гектарына 300-350 текше (м³/га) метр нормада суару жұмысы жүргізілді. Топырақтың оңтайлы ылғалдылығы 70-80% шамасында болды.

Күздің алғашқы аязынан соң қазан айының 15-20 аралығында картоп өнімдерін қолмен жинау жұмыстары жүргізілді.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Агроөнеркәсіптік кешенде тыңайтқыштарды қолдану экономикалық тұрғыдан тиімді ғана емес, сонымен бірге энергетикалық тұрғыдан да орынды болуы керек. Ауыл шаруашылығында өнімділікті арттыру проблемасы өндірістің қарқындылығымен байланысты және энергия шығындарының, соның ішінде тыңайтқыштарды қолдану арқылы артуымен бірге жүреді. Сондықтан энергияны тұтыну шығындарына қарсы технологияларды әзірлеу және пайдалану маңызды [2].

Алынған нәтижелерді түсіндіру нәтижесінде картопқа минералды тыңайтқыштардың дозаларын қолданудың энергетикалық тиімділігі анықталды. Энергия мөлшері джоульмен (Дж=0,2388 кал), мегаджоульмен (МДж=Дж•10⁶) есептелді және жалпы өнімнің ішінде жанама өнім де ескерілді.

Бір кг әсер етуші зат (ә.з.) минералды тыңайтқыштарды есептегенде жиынтық шығындардағы тыңайтқыштар энергияның мынадай мөлшерімен бағаланды, МДж: азот (а_N) – 86,6; фосфор (а_P) – 12,6; калий (а_K) – 8,3. Ең аз энергетикалық құндылық азотты тыңайтқыштарда байқалды, бұл фосфор және калий тыңайтқыштарымен салыстырғанда оларды өндіруге жоғары энергия шығындарымен байланысты болды.

Минералды тыңайтқыштардың энергетикалық тиімділігі энергия беру және оларды қолданудың биологиялық пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) тиімділігі бойынша анықталды, ол үшін энергия мөлшері (V_{f0}, МДж/га) және энергия шығындары (A₀, МДж) есептелді [2].

Біздің тәжірибелерімізде картопқа берілген минералды тыңайтқыштардың нормаларын зерттеу азот-фосфор-калий тыңайтқыштарын бірлесіп қолданудың тиімділігін анықтады. Ең үлкен тиімділік N₄₅P₉₀K₄₅ кг/га енгізу-

ден алынған, картоп түйнектерінің әр гектардан 50 центнер өсімін құрады. Бұл норма картоп түйнектерінің өнімділігін орта есеппен екі жылда 16,9%-ға арттырды. Минералды тыңайтқыштарды қолданудан ауыл шаруашылығы өнімінде жинақталған энергия мөлшері 1-формула бойынша былайша анықталды:

$$V_{f_0} = Y_{II} \cdot RiI \cdot 100 \quad (1)$$

Мұндағы: Y_{II} – тыңайтқыштарды қолданғаннан өнім шығымдылығының артуы, ц/га;

RiI – ауылшаруашылығы өнімінің бірлігін құрғақ затқа ауыстыру коэффициенті;

l – өнімнің 1 кг құрғақ затындағы жалпы энергияның мөлшері, МДж;

100 – центнерден килограммға ауыстыру коэффициенті.

Картоп үшін 1 кг дақылдың жалпы энергиясының мөлшері 3,66 МДж құрайды [2, 25 бет].

Осы жерден:

$$V_{f_0} = 50 \cdot 3,66 \cdot 100 = 18300 \text{ МДж}$$

Минералды тыңайтқыштарды қолдануға арналған энергетикалық шығындар (A₀, МДж) егінді жинауға, оны өңдеуге және тыңайтқыштарды енгізуге жұмсалатын энергия шығындарын ескере отырып, 2-формула бойынша анықталды:

$$A_0 = (H_N \cdot a_N) + (H_P \cdot a_P) + (H_K \cdot a_K) + (Y_{II} \cdot a_{y6}) + (H_{ФВ} \cdot a_{ФВ}) \quad (2)$$

Мұндағы: H_N, H_P, H_K – азот, фосфор және калий тыңайтқыштарын енгізудің нақты дозалары, кг ә.з./га;

Y_{II} – тыңайтқыштарды қолданудан өнімділіктің өсімінің артуы, ц/га;

H_{ФВ} – азоттың, фосфордың, калийдің физикалық салмақтағы дозалары, ц/га;

a_{y6}, a_{ФВ} – өнімді жинауға және тыңайтқыштарды қолдануға арналған энергия шығындары, МДж;

a_N, a_P, a_K – азот, фосфор және калий

тыңайтқыштарына есептегендегі 1 кг ә.з. арналған энергия шығындары.

Біздің жағдайда энергия шығындары келесідей көрсеткіштерге тең:

$$A_0 = (45 \cdot 86,8) + (90 \cdot 12,6) + (45 \cdot 8,3) + (50 \cdot 4,8) + (3,76 \cdot 413,5) = 7208,3 \text{ МДж}$$

Тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігінің жалпылама көрсеткішін есептеу (энергия тиімділігі немесе биоэнергетикалық пайдалы әсер коэффициенті тиімділігі) 3-формула бойынша жүргізілді:

$$\eta = \frac{V_{f_0}}{A_0} \quad (3)$$

Мұндағы: V_{f_0} –минералды тыңайтқыштарды қолданудан алынған қосым-

ша өнімнің өсуінен алынған энергия мөлшері, МДж/га;

A_0 –тыңайтқыштарды қолдануға арналған энергетикалық шығындар, МДж.

Картопқа $N_{45}P_{90}K_{45}$ біріктірілген минералды тыңайтқыштарды қолдану кезінде орташа есеппен екі жыл ішінде шығындар бірлігіне 2,5 бірлік энергия жұмсалды.

Картопқа минералды тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігінің нәтижелері 1-кестеде келтірілген. Энергия шығындарының бірлігіне тыңайтқыштарды қолдану кезінде минералды тыңайтқыштардан өнімділік түсімнің өсуіндегі 1,4-2,5 бірлік энергия алынды.

Кесте 1 – Картопқа минералды тыңайтқыштарды қолдануды биоэнергетикалық бағалау (орташа 2021-2022 жж.)

Нұсқалар	Картоп- тың өнімділігі, ц/га	Қосымша өнімділік, ц/га	Энергия деректері, V_{f_0} , МДж/га	Энергия шығын- дары, A_0 , МДж	Энергия қосым- шасы, V_{f_0} , МДж/ га	Биоэнер- гетика- лық η , ПӘК
Азот тыңайтқыштарының әсері						
$P_{45}K_{45}$	303	13	4758	1660,4	3097,6	2,9
$N_{45}P_{45}K_{45}$	327	37	13542	6223,3	7318,7	2,2
$N_{90}P_{45}K_{45}$	339	49	17934	10724,4	7209,6	1,7
$N_{135}P_{45}K_{45}$	331	41	15006	15129,6	-123,6	1,0
Фосфор тыңайтқыштарының әсері						
$N_{45}K_{45}$	300	5	1830	5130,5	-3300,5	0,4
$N_{45}P_{45}K_{45}$	327	32	11712	6199,3	5512,7	1,9
$N_{45}P_{90}K_{45}$	345	50	18300	7208,3	11091,7	2,5
Калий тыңайтқыштарының әсері						
$N_{45}P_{45}$	311	21	7686	5483,5	2202,5	1,4
$N_{45}P_{45}K_{45}$	327	37	13542	6223,3	7318,7	2,2
$N_{45}P_{45}K_{90}$	332	42	15372	6910,2	8461,8	2,2

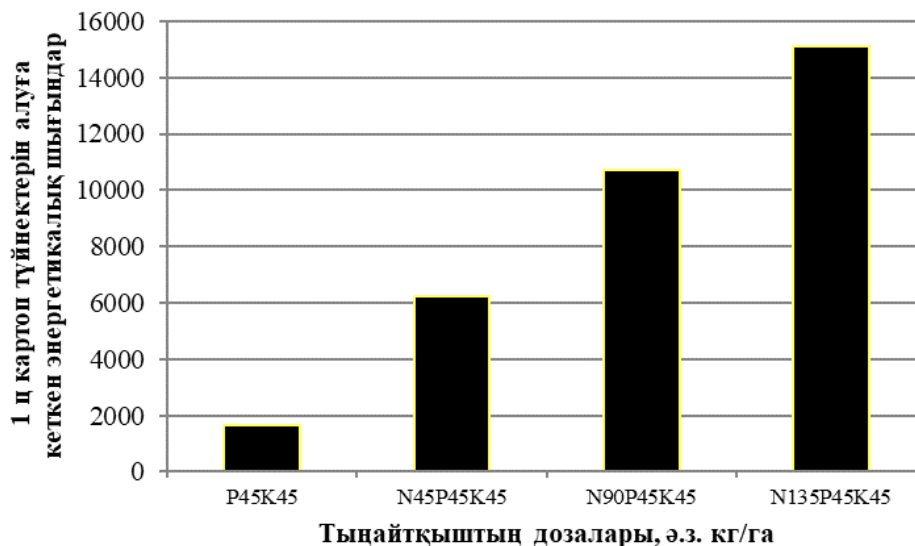
Картопқа тыңайтқыштарды қолдану энергетикалық тұрғыдан тиімді, дегенмен биоэнергетикалық тиімділік жылдар бойы айтарлықтай өзгерді. Мәселен, 37 ц/га өнім алу мақсатында картопқа азотты тыңайтқыштардың есептік дозаларын қолдану кезінде ПӘК

тиімділігі ең жоғары болып 2,2 бірлікті құрады.

Фондық нұсқада ПӘК тиімділігі жоғары болып 2,9-ға тең болды. Кейіннен азотты тыңайтқыштардың дозасын 90-135 кг/га дейін ұлғайтқанда, энергия тиімділігі коэффициенті 1,0-1,7

дейін төмендеді. Мұны картоптың энергетикалық шығындары 9064,0 және 13469,2 МДж-ға өскендігімен түсіндіру-

ге болады, сонымен қатар картоптың өнімділігі $P_{45}K_{45}$ нұсқасымен салыстырғанда 41-49 ц/га-ға өсті.

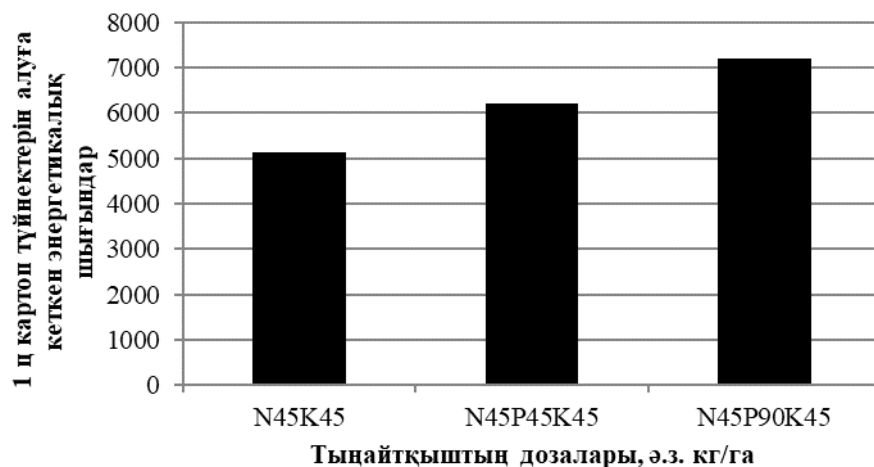


Сурет 1 – Азот тыңайтқыштарын қолданудың дозаларынан МДж алуға арналған 1 ц картоп түйнектері өнімінің өсуі мен энергия шығындарының гистограммасы

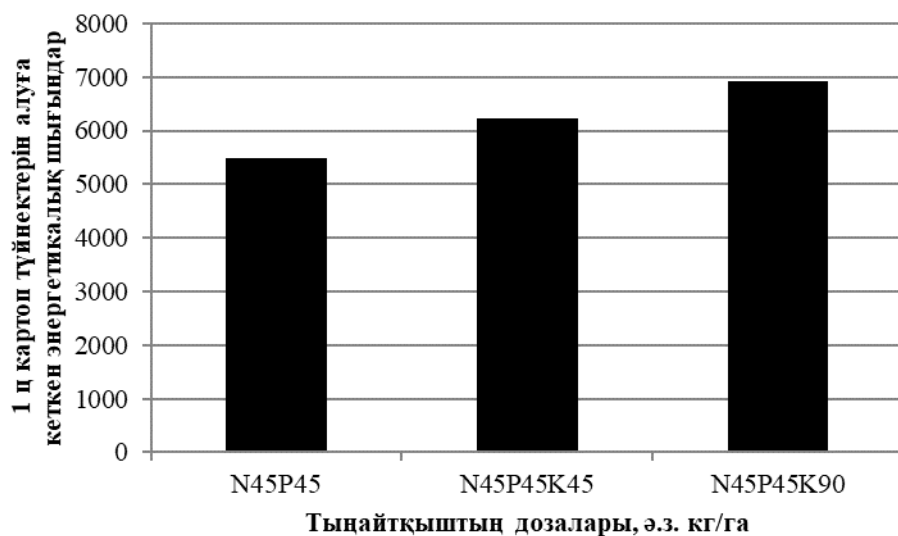
Азотты тыңайтқыштардың өсіп келе жатқан дозаларына байланысты алынған энергия шығындары 1-суретте айқын көрсетілген. Тыңайтқыштың дозалары гектарына 45-тен 135 кг әсер етуші затқа дейін ұлғайған кезде энергия шығыны 6223,3-15129,6 МДж артады, бұл азотты тыңайтқыштар өндірісіндегі жоғары шығындармен байланысты. Картопқа фосфор тыңайтқыштарын қолданудың энергетикалық тұрғыдан тиімді екендігі анықталды. Картопты өсіру кезіндегі ең жоғары ПӘК тиімділігі $N_{45}P_{90}K_{45}$ нұсқасында байқалды, мұнда шығындар бірлігіне минералды тыңайтқыштарды енгізуден алынған өнімділіктегі энергияның 2,5 бірлігі алынды.

$N_{45}P_{45}K_{45}$ нұсқасында минералды тыңайтқышты толық қолдану энергетикалық тұрғыдан тиімді болмады, өйткені шығындар бірлігіне аз энергия алынды. Фондық нұсқа энергетикалық тұрғыдан тиімсіз болды, өйткені ПӘК тиімділігі біреуден аз болды.

Картопта тыңайтқыштарды қолдануға арналған энергетикалық шығындар зерттеу жылдарында орташа есеппен 6199,3 және 7208,3 МДж болды (32-50 ц/га өнімділіктің өсу нұсқалары). Жалпы алғанда, P_{45-90} кг/га фосфор тыңайтқыштарының дозаларының энергия шығыны фондық нұсқамен салыстырғанда 1068,8-2077,8 МДж деңгейінде болды (сурет 2).



Сурет 2 – Фосфор тыңайтқыштарын қолданудың дозаларынан МДж алуға арналған 1 ц картоп түйнектері өнімінің өсуі мен энергия шығындарының гистограммасы



Сурет 3 – Калий тыңайтқыштарын қолданудың дозаларынан МДж алуға арналған 1 ц картоп түйнектері өнімінің өсуі мен энергия шығындарының гистограммасы

Калий тыңайтқыштарын қолдану азот-фосфор тыңайтқыштарының фонында энергетикалық тұрғыдан тиімді болды. Жалпы алғанда, калий тыңайтқыштарын қолданудан энергия шығымында тыңайтқыштардың 90 кг/га дейін өсуімен айырмашылықтар бай-

қалмайды, мұнда ПӘК тиімділігі 2,2 бірлікке тең болды.

Картоп түйнектерінің өнімділігінің 1 центнерге арттыруының минималды шығындары 5483,5 МДж – N₄₅P₄₅ нұсқасында алынды, бірақ ПӘК тиімділігі 1,4 бірлікті құрап ең аз көрсеткіш

болды. Калий тыңайтқыштарын қолдану кезіндегі энергия шығыны $N_{45}P_{45}K_{90}$ нұсқасында – 6910,2 МДж көрсеткішке тең болып, негізгі фонмен салыстырғанда 1426,7 МДж айырмашылығымен жоғары болды, ал 45 кг/га фосфор мөлшері енгізілген алқапта ПЭК тиімділігі – 1,9 кезінде энергия шығыны 6223,3 МДж-ға тең болды (сурет 3).

Зерттеулер көрсеткендей, картопқа азот, фосфор және калий тыңайтқыштарының әр түрлі дозаларын қоңыр топырақтарда қолдану энергетикалық тұрғыдан тиімді, өйткені энергия тиімділігі негізінен бір бірліктен асады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осылайша, тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігін есептеу картоп өсірумен байланысты барлық технологиялық процесстерде тыңайтқыштар жүйесін дәлірек, объективті және жан-жақты бағалауға көмектеседі.

Азотты тыңайтқыштарды $\eta = 1,7-2,2$ бірлікте қолдану энергетикалық тұрғыдан картоп өсіру кезінде тыңайтқыштарды қолдану тиімді болды, өйткені энергия тиімділігі бірліктен 1,7-2,2 есе асып түсті деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Алайда азоттың 135 кг/га ә.з. дозасын қолдану энергетикалық тұрғыдан тиімді болмады, өйткені энергия шығындары құраған энергиядан 123,6 МДж асып түсті.

Картоп өсіру кезінде фосфор тыңайтқыштарының энергетикалық

тиімділігі (энергия тиімділігі) 1,9-2,5 бірлікті құрады, энергия мөлшері $N_{45}K_{45}$ фонында 1830-дан 90 ә.з. кг/га фосфор дозасы бар нұсқада 18300 МДж-ға дейін өсті.

Калий тыңайтқыштарын қолдану кезінде энергетикалық шығындар бірлігіне $N_{45}P_{45}$ нұсқасында 1,4-тен, ал K_{45-90} ә.з. кг/га нұсқасында 2,2 бірлікке дейін алынды. Минералды тыңайтқыштарды қолданудың энергетикалық тиімділігі картоптың негізгі өнімі бойынша тыңайтқыштардың есептік дозаларына, егіннің өсуіне байланысты өзгеріп отырды және бір бірліктен жоғары бағаланды.

Зерттеулерде картоп өнімділігін ұлғайтуда Солтүстік Қазақстанның күңгірт қара қоңыр топырақтарында минералды тыңайтқыштарды қолданудың биоэнергетикалық тұрғыда тиімділігі дәлелденді. Агрономиялық тұрғыдан алғанда тыңайтқыштар картоптың өнімділігі мен сапасын жақсартудың негізгі құралдарының бірі болып табылады. Қолданылатын тыңайтқыштардың энергетикалық тиімділігін қосымша өнімімен өтелуін бағалау жүргізілді. Осылайша, минералды тыңайтқыштарды дақылдарға қолданудың энергетикалық тиімділігін есептеу картопқа қолданылатын прогрессивті технологиялардағы іс-шараларды объективті тұрғыда бағалауға мүмкіндік береді

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абрамов Н.В., Селюкова Г.П. Оптимизация структуры посевных площадей на биоэнергетической основе// Екатеринбург: УрГСХА. – 2001 – С. 55-75.
2. Ермохин Ю.И., Красницкий В.М. Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений// Омск: КАН. – 2021 – С. 122-136.
3. Бобренко И.А., Матвейчик О.А. и Кормин В.П. Биоэнергетическая эффективность применения удобрений под картофель// Вестник Омского государственного аграрного университета. - 2021. – Т. 2 (42) – С. 27-33.
4. Великанова Л.О., Сисо А.В. Биоэнергетическая оценка альтернативных технологий возделывания кукурузы на зерно и озимой пшеницы в низменно-западных агроландшафтах центральной зоны Краснодарского края// Полите-

матический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета –2013. – № 87. – С. 528–536.

5. Дмитриев Н.Н. Биоэнергетическая эффективность севооборотов, удобрений и известкования в условиях Предбайкалья// Вестник ИрГСХА. – 2016. – №77. – С. 26–34.

6. Образцов В.Н., Щедрина Д.И. и Кондратов В.В. Экономическая эффективность и биоэнергетическая оценка применения минеральных азотных удобрений на семенных посевах фестулолиума// Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51). – С. 14–20.

7. Abeuov S.K., Shoykin O.D. and Kamkin V.A. Mathematical models for predicting the level of potatoes nutrition from the soil chemical composition in the Northern Kazakhstan conditions// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol 954. – P. 012003.

8. Temereva I.V., Smirnova T.B. and Chemisenko O.V. Agrochemical assessment of cultivation efficacy for different potato varieties on meadow-chernozem soils of the iriysh river area in Western Siberia// IOPConf. Series: EarthandEnvironmentalScience. – 2021. – Vol 624. – P. 012098.

9. Бобренко И.А., Попова В.И. и Гоман Н.В. Биоэнергетическая эффективность применения удобрений под озимую пшеницу в Западной Сибири// Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2014. – №1 (13). – С. 3-9.

10. Созинов А.А., Новиков Ю.Ф. Энергетическая цена индустриализации агросферы// Природа. – 1985. – №5. – С. 11-19.

11. Abeuov S., Shoykin O., Kamkin V. and Ermokhin Y. Indicators of the relationship between the chemical composition and harvest of potatoes// International research conference on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education (KnE Life Sciences). – 2021. – №6 (3). – P. 7-14.

REFERENCES

1. Abramov N.V., Selyukova G.P. Optimization of the structure of acreage on a bioenergetic basis// Yekaterinburg: UrGSHA. – 2001 – P. 55-75.

2. Ermokhin Yu, I., Krasnitsky V.M. Economic and bioenergetic assessment of fertilizer application// Omsk: KAN. – 2021. – P. 122-136.

3. Bobrenko I.A., Matveychik O.A. and Kormin V.P. Bioenergetic efficiency of application of fertilizers for potatoes// Bulletin of Omsk State Agrarian University 2021. – T. 2 (42) – P.27-33.

4. Velikanova L.O., Siso A.V. Bioenergetic assessment of alternative technologies for the cultivation of corn for grain and winter wheat in lowland-western agricultural landscapes of the central zone of the Krasnodar Territory// Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. – 2013. – № 87. – P. 528-536.

5. Dmitriev N.N. Bioenergetic efficiency of crop rotations, fertilizers and liming in the conditions of the Pre-Baikal region// Bulletin of the IrGSHA. – 2016. – №77. – P.26-34.

6. Obratsov V.N., Shchedrina D.I. and Kondratov V.V. Economic efficiency and bioenergetic assessment of the use of mineral nitrogen fertilizers on seed crops of festuolium// Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. – 2016. – №4 (51). – P. 14-20.

7. Abeuov S.K., Shoikin O.D., Kamkin V.A. Mathematical models for predicting the nutritional value of potatoes by soil chemical composition in the conditions of Northern Kazakhstan// International Scientific and Practical Conference. Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 954 – P. 012003.

8. Temereva I.V., Smirnova T.B., Chemisenko O.V. Agrochemical assessment of the effectiveness of cultivation of various potato varieties on meadow-chnozem soils of the Irtysh river basin in Western Siberia// International Scientific and Practical Conference. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. - Vol. 624. – P. 012098.

9. Bobrenko I.A., Popova V.I. and Homan N.V. Bioenergetic efficiency of fertilizers for winter wheat in Western Siberia// Bulletin of Omsk State Agrarian University. – 2014. – №1 (13). – P. 3-9.

10. Sozinov A.A., Novikov Yu.F. The energy price of industrialization of the agricultural sphere// Nature. – 1985. – №5. – P.11-19.

11. Abeuov S., Shoikin O., Kamkin V. and Ermokhin Yu. Indicators of the relationship between chemical composition and potato yield// International Scientific conference dedicated to problems and achievements in the field of agriculture, food production, agricultural research and education (KnE Life Sciences). – 2021. – №6 (3). – P. 7-14.

РЕЗЮМЕ

О.Д. Шойкин¹, Ж.М.Гумарова², А.А. Булекова², Н.В. Малицкая³,

М.А. Кузнецова³, М.Ж. Аширбеков^{3*}

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПОД КАРТОФЕЛЬ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ КАЗАХСТАНА

¹Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина,

644008, г. Омск, Институтская площадь, 1, Россия,

e-mail: od.shoykin@omgau.org

²НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет

имени Жангир хана», 090009, г. Уральск, улица Жангир хана, 51, Казахстан,

³НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева,

150000, г. Петропавловск, улица Пушкина, 86, Казахстан,

*e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

В полевых опытах выявлена высокая энергетическая эффективность применения минеральных удобрений под картофель на каштановых почвах северного Казахстана. Установлена энергетическая эффективность применения азотных, фосфорных и калийных удобрений. Энергозатраты азотных удобрений на 1 ц прибавки урожая основной продукции в зависимости от доз удобрений составили от 6223,3 МДж (КПД = 2,2 ед.) до 15129,6 МДж (КПД = 1,0 ед.). Содержание энергии 1 кг применяемых фосфорных удобрений прибавкой урожая клубней картофеля (ц) оценивалась от 11712 МДж (КПД = 1,9 ед.) до 18300 МДж (КПД = 2,5 ед.), что говорит о высокой энергетической эффективности. Затраты энергии варьировались в диапазоне 5130,5 МДж на фоне N₄₅K₄₅ и 7208,3 МДж на лучшем варианте N₄₅P₉₀K₄₅. Энергоотдача от использования калийных удобрений оценивается в 2,2 ед. на вариантах K₄₅ и K₉₀ на фоне N₄₅P₄₅. Энергетические затраты уменьшаются на получение 1 ц клубней картофеля в более эффективных вариантах с точки зрения энергетической эффективности применяемых удобрений. Зная энергетические затраты (А_о, МДж) на выращивание культуры и содержание энергии (V_т, МДж/га) в урожае продукции, можно проводить биоэнергетическую оценку эффективности возделывания культуры в практике применения удобрений. Цель исследований – выявить биоэнергетическую эффективность применения минеральных удобрений под картофель на каштановой почве в условиях Северного региона Казахстана.

Ключевые слова: биоэнергетическая эффективность, клубни картофеля, минеральные удобрения, каштановые почвы, энергетические затраты, прибавка урожая.

SUMMARY

O.D. Shoykin¹, Zh.M. Gumarova², A.A. Bulekova², N.V. Malitskaya³,
M.A. Kuznecova³, M.Zh. Ashirbekov^{3*}

BIOENERGETIC ASSESSMENT OF THE USE OF FERTILIZERS FOR POTATOES IN THE
NORTHERN REGION OF KAZAKHSTAN

¹*Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
644008, Omsk, Institutskaya Square, 1, Russia, e-mail: od.shoykin@omgau.org*

²*NJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University»,
090009, Uralsk, st. Zhangir khan 51, Kazakhstan*

³*NJSC «North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev»,
150000, North-Kazakhstan region, Petropavlcity, Pushkinstreet, 86, Kazakhstan,
e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

In field experiments, the high energy efficiency of the use of mineral fertilizers for potatoes on chestnut soils of northern Kazakhstan was revealed. The energy efficiency of the use of nitrogen, phosphorus and potash fertilizers has been established. The energy consumption of nitrogen fertilizers per 1 kg of increase in the yield of the main product, depending on the doses of fertilizers, ranged from 6223,3 MJ (efficiency = 2,2 units) to 15129,6 MJ (efficiency = 1,0 units). The energy content of 1 kg of phosphorous fertilizers used by increasing the yield of potato tubers (c) was estimated from 11712 MJ (efficiency = 1,9 units) to 18300 MJ (efficiency = 2,5 units), which indicates high energy efficiency. Energy costs varied in the range of 5130,5 MJ against the background of N₄₅K₄₅ and 7208,3 MJ against the best variant of N₄₅P₉₀K₄₅. The energy efficiency from the use of potash fertilizers is estimated at 2,2 units for variants K₄₅ and K₉₀ against the background of N₄₅P₄₅. Energy costs are reduced by obtaining 1 c of potato tubers in more efficient variants in terms of the energy efficiency of the fertilizers used. Knowing the energy costs (Ao, MJ) for growing crops and the energy content (Vf₀, MJ/ha) in the yield of products, it is possible to conduct a bioenergetic assessment of the effectiveness of crop cultivation in the practice of applying fertilizers. The purpose of the research is to identify the bioenergetic efficiency of the use of mineral fertilizers for potatoes on chestnut soil in the conditions of the Northern region of Kazakhstan.

Key words: bioenergetic efficiency, potato tubers, mineral fertilizers, chestnut soils, energy costs, yield increase.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

1. Шойкин Олжас Даулетжанович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Агрохимия және топырақтану» кафедрасының доценті, П.А. Столыпин атындағы Омбы мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей Федерациясы, e-mail: od.shoykin@omgau.org

2. Гумарова Жаннар Маратқызы – PhD, доцент м.а., «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, e-mail: aina_zhg@mail.ru

3. Булекова Ақжібек Ахметқызы – ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, e-mail: akgibek73@mail.ru

4. Малицкая Наталья Владимировна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Агрономия және орман шаруашылығы» кафедрасының доценті, М. Қозыбаев атындағы «Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, e-mail: natali_gorec@mail.ru

5. Кузнецова Мария Алексеевна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Биология» кафедрасының доценті, М. Қозыбаев атындағы «Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, e-mail: mkuznecova_69@mail.ru

6. Әшірбеков Мұхтар Жолдыбайұлы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, «Агрономия және орман шаруашылығы» кафедрасының доценті, М. Қозыбаев атындағы «Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

ГРНТИ: 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X_2024_2_65](https://doi.org/10.51886/1999-740X_2024_2_65)Б.Н. Хамзина¹, Е.Т. Нурманов^{1*}**ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ГОРЧИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени
С.Сейфуллина, 010011, г. Астана, пр. Женис, 62, *e-mail: nur.erbol@inbox.ru

Аннотация. В статье дается оценка одной из перспективных и ценных масличных культур – горчице, выращивание которой предусмотрена программой диверсификации зернового производства Казахстана, в частности, растениеводства. Выявлено, что условия минерального питания горчицы в степной зоне Северного Казахстана были не изучены. Поэтому были заложены полевые опыты по изучению оптимизации условий минерального питания горчицы. Представлена 14 вариантная схема для создания различных уровней содержания в почве фосфора и азота с целью определения количественной взаимосвязи между уровнем содержания элементов питания в почве и продуктивностью сортов горчицы. Во все годы исследования горчица развивалась в условиях дефицита фосфора в почве, средней обеспеченности азотом и только по калию – повышенной. Внесение азотно-фосфорных удобрений способствовало повышению содержания азота нитратов и подвижного фосфора в почве в 2-3 раза и определялось количеством внесенных удобрений. Продуктивность горчицы на естественном неудобренном фоне была низкой, она зависела от дозы удобрений, влажности почвы, исходного содержания элементов питания. Этим и объясняется неоднозначная реакция горчицы на внесение одних и тех же видов, доз и сочетаний удобрений.

Ключевые слова: горчица, чернозем южный, нитратный азот, подвижный фосфор, минеральные удобрения, продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Агропромышленный комплекс страны (АПК) – это совокупность отраслей экономики государства и страны, объединяющая сельское хозяйство, ряд отраслей промышленности, напрямую связанных с сельским хозяйством отрасли экономики, принимающие участие в производстве сельскохозяйственной продукции, доводимой до конечного потребителя. Включает в себя производство, перевозку, хранение, переработку, поставку сельскохозяйственной продукции, а также обеспечение сельского хозяйства техникой, химикатами и удобрениями, необходимыми для сельскохозяйственного производства. Развитию в стране крупных сельскохозяйственных хозяйств способствуют природные условия и наличие огромного земельного фонда с обширными площадями сельскохозяйственных угодий, куда входят пашни, пастбища, выгоны. Северные регионы в

основном специализируются на выращивании зерновых, масличных, крупяных, зерно-бобовых культур, а южные, в условиях орошения – плодово-ягодных культур, овощей, хлопка и т.д. [1].

Учитывая высокую долю площадей яровой пшеницы, на современном этапе производства сельскохозяйственной продукции в стране расширение ассортимента выпускаемой продукции происходит за счет внедрения новых инновационных технологий, введения в оборот наиболее перспективных культур. Как отметил Президент страны К. Токаев в своем послании народу Казахстана в 2023 году «...необходимо диверсифицировать посевы, увеличить площади высокорентабельных культур, сократить водоемкие и монокультурные посевы». Эта трансформация является итогом государственной программы по диверсификации растениеводства и увеличения площадей таких сельскохозяйственных культур, как кор-

мовые, пропашные и масличные. Кроме того, она способствует удовлетворению потребностей рынка сбыта республики и мировых тенденций [1].

Интерес сельхозпроизводителей и перерабатывающей промышленности, в частности, к масличным культурам ведет к ужесточению конкуренции и уменьшению посевных площадей ряда зерновых и кормовых культур [2,3]. Увеличение их площади в стране позволит обеспечить полную загрузку перерабатывающих мощностей и выпуск продукции с высокой добавленной стоимостью. Это касается как традиционных для Казахстана культур - подсолнечника, хлопчатника, льна, так и пока занимающих небольшие площади, но активно развивающихся, сои, рапса, сафлора, горчицы и других культур. Они могут давать большие урожаи исходя из потенциала урожайности районированных сортов и конкурировать с зерновыми по выпуску продуктов их переработки.

Растущий мировой спрос на масличную продукцию стимулирует выращивание тех или иных видов масличных культур. Одной из таких ценных масличных культур является горчица, которая выращивается на площади 35,4 тыс. га в 6 областях нашей республики [4], что свидетельствует о важном ее народно-хозяйственном значении и вхождении в пятерку основных масличных культур в мире после сои, рапса, подсолнечника и льна масличного [5].

Биологические особенности горчицы показывают, что ее используют, как пищевое, лекарственное, кормовое, сидеральное, масличное и медоносное растение. Это засухоустойчивая культура позволяет при продвижении на север сократить вегетационный период, и выращивать ее в умеренно-засушливой и сухостепной зонах севера республики. Поэтому, используя присущие каждой почве свои показатели плодородия: количественное содержание и

состав гумуса, её биологическая активность, агрономические, водные, физические, химические, физико-химические, минералогические и другие свойства есть необходимость в полной мере удовлетворить требования культур. Условия оптимизации условий минерального питания подразумевают обеспечение растений всеми необходимыми для его жизнедеятельности элементами и не только в необходимом количестве, но и соотношении. Создание оптимальных условий питания растений, позволяет реализовать генетический потенциал сорта и получить максимально возможную в складывающихся условиях продуктивность. В результате изучения ранее проводимых научных исследований по данному вопросу выявлено, что по горчице подобные исследования ранее в степной зоне Северного Казахстана не проводились. Они и были положены в основу исследований по горчице [6].

Различные культуры, в силу своих биологических особенностей требуют различного уровня насыщения почв элементами питания. Способность почв удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде и других факторах жизнедеятельности растений является главным ее достоинством показателем плодородия. Недостаток или избыток элементов приводит к несбалансированности питания, что отрицательно сказывается на продуктивности и качестве культур [7].

Этот комплекс вопросов на основании многолетних данных хорошо отработан для зерновых [8] и ряде других культур [9].

На примере зерновых культур были определены основные факторы, определяющие продуктивность культур. Это гумус, содержание доступных форм азота, фосфора, калия, pH, Ca, Mg, влагообеспеченность [10].

В данное время имеется достаточно данных отечественных и зару-

бежных исследователей по вопросам агротехнических условий возделывания горчицы, способам посева, селекции [11-13]. Имеются также данные по отзывчивости горчицы на минеральные и органические удобрения [14-16]. Однако эти работы полностью не раскрывают требования горчицы к условиям оптимизации минерального питания и отзывчивости на внесение минеральных удобрений. Необходимо разработать приемы управления почвенным плодородием в конкретных почвенно-климатических условиях. Для решения этих задач необходимо изучить биологические особенности горчицы, их отзывчивость на минеральные удобрения в специфических климатических условиях Северного Казахстана. В настоящее время эти вопросы актуальны и их недостаточное изучение не дает возможность объективно оценить важность культуры. В условиях степной зоны Северного Казахстана нами впервые изучалась отзывчивость горчицы на минеральные удобрения, их влияние на ее продуктивность и качество семян.

Учитывая вышеизложенное, следует отметить, что горчица является культурой, выращивание которой в Северном Казахстане станет одним из путей дальнейшего подъема сельского хозяйства нашей страны в условиях диверсификации и повышения плодородия почв, обеспечения непрерывного роста урожаев, что является основной задачей сельскохозяйственного производства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2019-2021 гг. на опытных полях ТОО «Никольское» Буландинского района Акмолинской области, расположенных в степной зоне Северного Казахстана. Почвенный покров участка - чернозем южный карбонатный. Мощность гумусового горизонта составляет 45-47 см. Для того, чтобы дать оценку морфологическим признакам чернозема южного карбонатного был заложен (12.05.2019 г.)

почвенный разрез (координаты 52°13'15"N 70°32'29"E) и проведено морфогенетическое описание. Рельеф - плоская равнина.

Опыты закладывались по 14 вариантной схеме, в трехкратной повторности, где были изучены 7 уровней фосфора (0; P₆₀; P₉₀; P₁₂₀; P₁₅₀; P₁₈₀; P₂₁₀), 3 азота (0; N₃₀; N₆₀) и 5 парных сочетаний (P₉₀N₃₀; P₆₀N₆₀; P₁₂₀N₆₀; P₁₂₀N₉₀; P₁₅₀N₉₀). В качестве азотных удобрений применялась аммиачная селитра (34,6%), из фосфорсодержащих удобрений - аммофос (52% P₂O₅, 11-12% N).

Агротехника в опытах общепринятая для зоны Северного Казахстана. Аммофос вносился осенью на глубину 18-20 см. Посев горчицы проводился посевным комплексом Bourgault 3710. Норма высева семян горчицы - 10 кг/га. Высевался сорт Профи [17].

Площадь одной делянки - 54 м² (12 x 4,5 м). Все технологические операции проводились механизировано, кроме учета урожая.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемый участок расположен в умеренно-засушливой зоне, с резкой сменой температуры воздуха и с малым количеством атмосферных осадков за сельскохозяйственный год (средние многолетние - 365 мм).

Неустойчивость элементов погоды в годы проведения исследований (2019-2021 гг.) были достаточно характерными для климата степной зоны Северного Казахстана. Они отличались по количеству и характеру распределения осадков и температурному режиму.

Метеорологические условия в годы исследований существенно отличались между собой (таблица 1). По количеству осадков все годы были засушливыми и крайне неравномерно распределены по месяцам и периодам. Недобор осадков наблюдался в период вегетации культуры, что сильно отразилось на росте и развитии растений. За

вегетационный период в сумме по сред-
немноголетним данным из 177 мм осад-
ков в 2019 году выпало всего 102 мм,
недобор составил больше 70 мм (58% от
нормы). Более благоприятным и
близким к среднемноголетней норме
были июнь и июль месяцы (113,7 мм
осадков) 2020 года, несмотря на отсут-
ствие осадков за май месяц (2,6 мм), что
в последующем положительно отрази-
лось на росте и развитии растений.
2021 год был острозасушливым, где за
июнь-август выпало всего 42 мм, что на

98 мм меньше от нормы. Характерным
для них был недостаток тепла в весен-
не-летний период.

Среднесуточная температура воз-
духа превысила среднюю многолетнюю
в 2020 и 2021 гг. на 1,0-1,6°C. В период
от начала фазы розетки до полной
спелости горчицы осадки выпадали в
незначительных количествах, что в
сочетании с высокой дневной темпе-
ратурой привело к ухудшению питания
растений, отрицательно сказалось на
продуктивности сортов горчицы.

Таблица 1 – Климатические показатели в годы исследований (по данным
Алтындинской метеостанции)

Годы	Осадки, мм					Среднесуточная температура воздуха, °C				
	месяцы									
	май	июнь	июль	август	за V-VIII	май	июнь	июль	август	за V-VIII
Средне-много-летние	37,0	37,0	66,0	37,0	177,0	12,7	18,3	19,5	17,5	17,0
2019	7,0	16,8	45,0	34,0	102,8	11,7	15,7	19,9	17,9	16,3
2020	2,6	54,9	58,8	26,3	142,6	16,3	17,5	19,4	18,8	18,0
2021	59,0	19,0	8,0	15,0	101,0	17,5	17,4	19,9	19,7	18,6

Учитывая выпавшие осенне-
весенние осадки, запасы продуктивной
влаги в метровом профиле полевых
участков 2019-2021 гг. составили соот-
ветственно 169,0, 179 и 131,0 мм.

Метеорологические условия су-
щественно отразились как на почвен-
ных процессах, так и особенностях рос-
та и развития растений, формировании
урожае горчицы. Условия почвенного

питания в годы исследований склады-
вались по-разному. В таблице 2 пока-
зано исходное содержание элементов
питания в почве перед посевом
горчицы. Как видно из таблицы во все
годы горчица развивалась в условиях
дефицита фосфора в почве, средней
обеспеченности азотом и только по
калию - повышенной.

Таблица 2 - Динамика элементов питания в почве перед посевом горчицы

Слой почвы, см	Годы исследований								
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
	N-NO ₃ , мг/кг			P ₂ O ₅ , мг/кг			K ₂ O, мг/100 г		
0-20	10,8	14,8	15,0	21,5	20,6	19,2	553	585	575
20-40	8,3	11,3	8,3	6,8	7,6	7,0	428	558	419
0-40	9,6	13,0	11,7	14,2	14,1	13,1	491	572	497
40-60	5,6	8,3	5,6	5,2	5,4	5,3	322	532	325
60-80	4,7	5,6	-	4,3	3,6	1,8	248	516	217
80-100	3,2	4,4	-	2,9	2,0	1,6	223	522	291

Внесение азотно-фосфорных удобрений способствовало повышению содержания азота нитратов и подвижного фосфора в почве в 2-3 раза и определялось количеством внесенных удобрений (таблица 3). В опытах по вариантам складывалась различная обеспеченность горчицы азотом и фосфором. От количества внесенных

удобрений зависело как содержание, так и соотношение элементов питания. Основную роль в питании азотом играл азот нитратов. Содержание азота нитратов по вариантам варьировало от 10,9 до 16,4 мг/кг почвы, а подвижного фосфора в интервале 19,0-21,0 на контроле до 21,8- 46,2 мг/кг на удобрённых вариантах.

Таблица 3 - Влияние удобрений на содержание элементов питания в почве перед посевом горчицы, мг/кг

Внесено	Годы исследований			
	2019	2020	2021	Среднее
Содержание N-NO ₃				
O	10,9	12,3	11,8	11,7
N ₃₀	12,2	14,4	13,5	13,4
N ₆₀	13,5	16,4	15,4	15,1
Содержание P ₂ O ₅				
O	20,6	21,0	19,0	20,2
P ₆₀	26,7	26,8	21,8	25,1
P ₉₀	29,1	31,7	25,6	28,8
P ₁₂₀	36,6	36,9	27,4	33,6
P ₁₅₀	39,7	39,4	32,0	37,0
P ₁₈₀	42,6	42,7	26,4	37,2
P ₂₁₀	44,6	46,2	32,7	41,2
P ₉₀ N ₃₀	31,5	30,5	25,1	29,0
P ₆₀ N ₆₀	30,3	30,2	28,6	29,7
P ₁₂₀ N ₆₀	31,5	32,5	31,6	31,9
P ₁₂₀ N ₉₀	35,6	44,6	33,0	37,7
P ₁₅₀ N ₉₀	37,6	44,3	33,5	38,5

Таким образом, обеспеченность азотом нитратов по вариантам опыта была средней, тогда как уровень фосфора в почве изменяется в зависимости от дозы внесенных минеральных удобрений в среднем (2019-2021 гг.) от низкого до высокого содержания в почве.

При исследовании влияния удобрений на урожайность сорта горчицы Профи выявлено следующее. Отмечено, что в годы исследований внесение фосфорных и азотно-фосфорных удобрений (таблица 4) повысили продуктивность горчицы. Вместе с тем, изменения в значении урожайности показали различное действие одной и той

же дозы по годам. Отдельно рассматривалось влияние минеральных удобрений на урожайность горчицы сорта Профи. Так, в 2021 году на азотных вариантах N₃₀ урожай был меньше контрольного на 0,2 ц/га, на N₆₀ – на 0,5 ц/га.

Типичным фактором влияния на урожай горчицы являются фосфорные, азотно-фосфорные удобрения и гидро-термический режим. Эффективность фосфорных удобрений хорошо проявилось в 2019 г., азотно-фосфорных - в 2021 г. Урожайность горчицы на контрольном варианте варьировала от 15,6 до 19,1 ц/га. Применение как фосфорных, так и азотно-фосфорных удобре-

ний повышает урожай горчицы до 16,6-30,9 и 16,7-35,2 ц/га, соответственно.

Кроме гидротермических условий на урожайность горчицы влияют и содержание элементов питания в почве. Повышение содержания фосфора в почве характерно при совместном внесении азотно-фосфорных удобрений $P_{90}N_{30}$ при содержании фосфора в почве в 2019 г. - 31,5 мг, где прибавка урожая сорта Профи составляет 11,1 ц/га, в 2020 году при $P_{60}N_{60}$ - 31,1 мг - 14,9 ц/га, а в 2021 году - $P_{120}N_{60}$, 31,1 - 8,8 ц/га. Применение фосфорных удобрений повысило содержание фосфора в почве до уровня «высокое» на вариантах P_{180} и P_{210} по сорту Профи и дало прибавку.

Применение азотно-фосфорных удобрений дало прибавку урожая по всем годам исследований. Наибольшая прибавка урожая наблюдалась на фоне

$P_{120}N_{60}$ - при содержании подвижного фосфора 31,5; 32,5; 31,6 мг/кг почвы соответственно по годам. Дальнейшее повышение содержания подвижного фосфора на фонах $P_{120}N_{90}$ и $P_{150}N_{90}$ снижало продуктивность горчицы. По внесению фосфорных удобрений ситуация была другая: в 2019 и 2021 году высокая прибавка урожайности была по варианту P_{150} при обеспеченности почвы фосфором 39,7 и 32,0 мг/кг почвы соответственно. В данном случае сохранилась такая же тенденция, что и по внесению азотно-фосфорных удобрений. Отсюда следует, что увеличение урожайности идет до определенного предела, внесение более высоких доз удобрений не оправдывается, так как это экономически не выгодно и не целесообразно.

Таблица 4 - Влияние минеральных удобрений на продуктивность горчицы, ц/га

Внесено	2019 г.		2020 г.		2021 г.		Среднее за 3 года	
	Урожай на «0» и прибавка, ц	%	Урожай на «0» и прибавка, ц	%	Урожай на «0» и прибавка, ц	%	Урожай на «0» и прибавка, ц	%
О-контроль	19,1	100,0	18,3	100,0	15,6	100,0	17,7	100,0
N_{30}	0,1	100,5	2,0	110,9	-0,2	98,7	0,6	103,4
N_{60}	1,6	108,4	2,1	111,5	-0,5	96,8	1,0	105,6
P_{60}	2,8	114,7	6,4	135,0	1,0	106,4	3,4	119,2
P_{90}	3,7	119,4	12,6	168,9	3,8	124,4	6,7	137,9
P_{120}	5,9	130,9	10,5	157,4	5,4	134,6	7,2	140,7
P_{150}	5,7	129,8	8,9	148,6	7,6	148,7	7,4	141,8
P_{180}	4,8	125,1	4,7	125,7	4,7	130,1	4,7	126,6
P_{210}	1,8	109,4	2,4	113,1	3,7	123,7	2,6	114,7
$P_{90}N_{30}$	11,1	158,1	12,7	169,4	1,1	107,1	8,3	146,9
$P_{60}N_{60}$	8,6	145,0	14,9	181,4	4,9	131,4	9,4	153,1
$P_{120}N_{60}$	10,7	156,0	16,9	192,3	8,8	156,4	12,1	168,4
$P_{120}N_{90}$	6,5	134,0	10,7	158,5	2,5	116,0	6,5	136,7
$P_{150}N_{90}$	4,2	122,0	12,2	166,7	1,3	108,3	5,9	133,3
HCP_{05}	1,68		1,6		1,7		1,7	
m%	0,58		0,55		0,59		0,6	

Одним из важных и основных показателей качества семян горчицы является содержание масла (жира). Положительное действие удобрений не ограничивается лишь урожайностью. Не менее важную роль играет и количество жира в зерне горчицы.

Наблюдения показали, что в целом азотные удобрения не способствовали повышению жира зерна горчицы. Более того, наблюдалась явная тенденция к его снижению независимо от уровня обеспеченности почв азотом. Фосфорные удобрения положительно влияли на накопление жира. Содержание жира варьировала от 35,6-37,5%. Наилучшие результаты получены соответственно по вариантам P_{120} , P_{150} , что говорит о реакции горчицы на почвенные условия. Таким образом, изучение качественных показателей семян горчицы, как масличность, требует дальнейших исследований по многим факторам: почвенно-климатические условия, особенности агротехники, сортовые различия, условия питания и т.д. Поэтому растущий интерес к горчице приводит к необходимости выращивания сортов, приспособленного к определенным почвенно-климатическим условиям местности, которые будут давать стабильно высокие урожаи семян и масла с единицы площади.

Из приведенных выше данных по продуктивности и качеству зерна горчицы видно насколько важно учитывать при внесении удобрений не только содержание, но и соотношение элементов, как в почве, так и в удобрениях.

Эффективность парных сочетаний была разной по годам и определялась теми же факторами, т.е. исходным содержанием и соотношением элементов.

Исследования показывают, что горчица, как и другие культуры, требует определенного уровня насыщения почв

элементами питания, что может быть достигнуто внесением удобрений с обязательным учетом исходного содержания элементов в почве. В этом отношении совершенно беспочвенны попытки некоторых исследователей найти наиболее эффективную - «универсальную» (а точнее шаблонную) дозу удобрений для данной культуры на все случаи.

Между содержанием элементов питания в почве и урожайностью горчицы установлена определенная количественная взаимосвязь, позволяющая определить оптимальные параметры основных агрохимических свойств почвы.

Наибольшей изменчивости под действием погодных и агротехнических факторов подвержено содержание влаги в почве, минерального азота и подвижного фосфора в большей степени определяющих формирование урожайности. Другие факторы, (рН, Са, Mg, и даже гумус) в меньшей степени влияли на урожай в силу слабого варьирования в пределах опыта.

Установление оптимального предела, а также количественных связей содержания P_2O_5 в почве с урожайностью и отзывчивостью на удобрения, позволят целенаправленно управлять питанием горчицы и плодородием почв, используя формулу оптимизации В.Г. Черненко [18-22]. Последнее подтверждается как результатами действия удобрений, о чем сказано выше, так и корреляционно-регрессионным анализом. Определение оптимальных уровней содержания в почве фосфора позволяет с высокой точностью, используя уже известную формулу: $D_p = (P_{opt} - P_{факт}) \cdot 10$ и рассчитать дозу удобрений которую необходимо внести чтобы создать оптимальные условия минерального

питания горчицы для формирования потенциально возможного урожая в складывающихся условиях увлажнения.

В наших исследованиях анализ оптимума содержания в почве при выращивании горчицы сорта Профи прослеживается следующим образом.

В 2019 году самый высокий урожай горчицы 24,5 ц/га формировался на фоне 32-34 мг P_2O_5 на кг почвы в слое 0-20 см. Эта связь подчиняется уравнению:

$$Y = -0,0282x^2 + 1,9902x - 10,489 \quad (1)$$

В 2020 году максимальную урожайность формировался на фоне – 30-32 мг P_2O_5 на кг почвы ($r=0,96$). Эта связь подчиняется уравнению

$$Y = -0,0657x^2 + 4,4786x - 46,908 \quad (2)$$

Высокая корреляционная связь ($r=0,93$) в 2021 году по этому же сорту позволила определить оптимальный фон – 28-30 мг P_2O_5 на кг почвы, где формировалась самая высокая урожайность – 21,5 ц/га. Эта связь подчиняется уравнению

$$Y = -0,0467x^2 + 2,908x - 23,655 \quad (3)$$

Таким образом, при расчете доз удобрений целесообразно использовать нижний предел оптимума для горчицы $Dp = (32 - P_{\text{факт}}) \cdot 10 \quad (4)$

где 10 - эквивалент фосфорных удобрений на 1 мг/кг P_2O_5 в почве.

Проведенные исследования позволили изучить отношение горчицы к условиям почвенного питания; отзывчивость на удобрения, выявить основные факторы, определяющие их эффективность; установить количественную связь урожайности с основными агрохимическими свойствами почвы и определить их оптимальные параметры, обеспечивающие формирование потенциально возможного урожая в складывающихся условиях увлажнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных научных исследований определены опти-

мальные дозы минеральных удобрений при возделывании горчицы в условиях степной зоны Северного Казахстана с целью повышения продуктивности и повышения конкурентоспособности растениеводческой продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Горчица требовательна к условиям минерального питания в почве. Оценка обеспеченности почв доступными формами элементов питания растений имеет огромное значение для выработки наиболее оптимальной системы применения удобрений и получения максимальной экономической отдачи. Поэтому важно дать оценку элементам питания для растений, принимающие участие в основных функциях растительного организма и отметить, что они не все одинаково усваивают их из почвы и удобрений. Это необходимо учитывать при внесении минеральных удобрений.

Проведенные исследования на южных черноземах степной зоны показали, что горчица, исходя из биологических и генетических особенностей, предъявляет определенные требования к условиям минерального питания в почве. Для определения оптимального уровня элементов питания в почве и пути его достижения необходимо реализовать максимальный потенциал культуры.

Установлено, что для горчицы не может быть определенной одинаковой дозы минеральных удобрений, которая гарантировано давала бы в любых условиях высокий результат. В каждом конкретном случае она индивидуальна, и лучший результат дает та доза, которая может довести содержание элементов питания в почве до оптимального уровня. Минеральные удобрения при оптимальном внесении с учетом содержания элементов питания в почве дают существенную прибавку урожая горчицы.

В данных исследованиях впервые в условиях степной зоны Казахстана выявлено:

- урожайность горчицы находилась в прямой зависимости от климатических условий, в частности, от количества осадков и запасов продуктивной влаги в почве;

- отмечено, что засушливый климат степной зоны Казахстана не является препятствием для получения

достаточно устойчивого урожая семян горчицы при внесении удобрений - при низком содержании фосфора в почве на урожайность горчицы повлияли дозы фосфорных удобрений.

- установлена сильная степень корреляции между урожайностью горчицы и содержанием фосфора в почве ;

- выявлен оптимальный уровень содержания подвижного фосфора в слое 0-20 см - 30-32 мг/кг почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Республики Казахстан. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы: утв. 12 июля 2018 года, № 423//<https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000423/history>.

2. Орынбасар Т. Диверсификация растениеводства в Республике Казахстан// Молодежный сборник научных статей «Научные стремления». – 2017. – № 21. – С. 86-87.

3. Гончаров С. В., Горлова Л. А. Масличные культуры: новые вызовы и тенденции их развития //Масличные культуры. – 2018. – №. 2 (174). – С. 96-100.

4. Посевные площади сельскохозяйственных культур под урожай 2022 года в Республике Казахстан. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства за 2022 Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Б-03-09-Г (2022)//<https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/7>.

5. Обзор масложировой отрасли государств-членов Евразийского экономического союза. Москва, 2017 г. - 216 с.

6. Nurmanov E.T., Khamzina B.N. Optimization of the mineral nutrition conditions of mustard. Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета. им. С. Сейфуллина (междисциплинарный). – 2023. - №1 (116). – Р.62-72.

7. Бородычев В.В., Лытов М.Н., Цыбулин В. Инновационные приёмы возделывания горчицы сарептской в системе рисового севооборота//Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. - 2013. - № 4 (32). - С. 8-12.

8. Виноградов Д.В. Продуктивность горчицы в зависимости от уровня минерального питания// Вестник РГАУ. -2009. - №3. - С. 39-42.

9. [Electronic resource]: Parvaiz M.A., Mineral nutrition of mustard. Abstract thesis submitted to the Aligarh Muslim University, Aligarh, in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of. Doctor of philosophy in botany, Shodhganga: a reservoir of Indian theses infibnet. Access mode: <http://hdl.handle.net/10603/53926>, free.

10. Черненко В.Г. Влияние систематического внесения удобрений в севообороте на плодородие зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания// труды ВИУА: Применение удобрений и расширение воспроизводство плодородия почв. - М.: 1989 - С. 119-122.

11. Angelova V., Ivanov K. Bio-accumulation and distribution of heavy metals in

black mustard (*Brassica nigra* Koch)// Environmental monitoring and assessment. – 2009. – Т. 153. – С. 449-459.

12. Гузев А.И. Урожайность и качество семян горчицы сизой в зависимости от предшественников, способов основной обработки почвы и норм высева на каштановых почвах Саратовского Заволжья: дис.канд. с.-х. наук: 06.01.09/Ставрополь, - 2004. - 147 с.

13. И.Н.Гришанов. Возделывание масличных культур для производства кормов в лесостепной зоне Северного Казахстана: дис.канд. с.-х. наук: 06.01.09. Алматы, - 2009. - 116 с.

14. Дятлова М.В. Оптимизация элементов технологии возделывания масличных культур в условиях Курганской области: дис.канд.с.-х.наук/06.01.09.Курган, – 2005. – 146 с.

15. Василина Т. К. Влияние органических и минеральных удобрений на плодородие лугово-каштановой почвы и продуктивность горчицы в плодосменном севообороте орошаемой зоны юго-востока Казахстана: дис. канд. с.-х. наук/6D080800: Алматы, - 2012. - 99 с.

16. А.К.Умбетов, Р.Х.Рамазанова. Повышение продуктивности масличных культур короткоротационного плодосменного севооборота при биологизации земледелия// Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). Специальный выпуск: Международная научно-практическая конференция «Органическое сельское хозяйство в Республике Казахстан: настоящее и будущее». – 2016, - С.130-133.

17. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, Том 1. Сорты растений. Москва, - 2019, - 515 с.

18. Черненко В.Г. Научные основы и практические приемы управления плодородием почв и продуктивность культур в Северном Казахстане.- Астана, 2018. - С. 63.

19. Черненко В.Г. Диагностика и оптимизация условий фосфорного питания культур в богарных условиях Северного Казахстана // Материалы 8-го симпозиума ученых и агроэкологов «Агрохимэкосодружества». Белгород, 2013. «Совершенствование программы и методов агрохимических исследований». – Москва, 2014. – С. 29-50.

20. Черненко В.Г. Методика определения доз фосфорных удобрений. В кн. Классический университетский учебник для стран СНГ «Агрохимия» по ред. В.Г. Минеева. Гл. 9.2. – Москва, 2017. – С. 586-590.

21. Черненко В. Г., Ошакбаева Ж. Е., Серикпаева Ж. К. Реакция сафлора на условия фосфорного питания. "Сейфуллин оқулары– 14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру - жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары// Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация - новый этап развития». -2018. - Т.I, Ч.1. - С.45-48

22. Черненко В.Т., Нурманов Е.Т., Серикпаева Ж.К. Реакция сои на условия фосфорного питания С.Сейфуллин атындағы ҚазАТУ-ң Ғылым жаршысы// Вестник науки КазАТУ им. С.Сейфуллина. – 2012. - №1 (72).

REFERENCES

1. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan. State program for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2017-2021: approved. July 12, 2018, No. 423//<https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000423/history>.
2. Orynbasar T. Diversification of crop production in the Republic of Kazakhstan // Youth collection of scientific articles "Scientific aspirations". – 2017. – № 21. – pp. 86-87.
3. Goncharov S.V., Gorlova L.A. Oilseeds: new challenges and trends in their development// Oilseeds. – 2018. – № 2 (174). – P. 96-100.
4. Areas sown with agricultural crops for the 2022 harvest in the Republic of Kazakhstan. Statistics of agriculture, forestry, hunting and fisheries for 2022 Bureau of National Statistics Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. B-03-09-G (2022)//<https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/7>.
5. Review of the oil and fat industry of the member states of the Eurasian Economic Union. Moscow - 2017 - 216 p.
6. Nurmanov E.T., Khamzina B.N. Optimization of the mineral nutrition conditions of mustard. Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета. им. С. Сейфуллина (междисциплинарный). – 2023. - №1 (116). – P. 62-72.
7. Borodychev V.V., Lytov M.N., Tsybulin V. Innovative methods of cultivating Sarepta mustard in the rice crop rotation system// News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex. - 2013. - № 4 (32). - P 8-12.
8. Vinogradov D.V. Productivity of mustard depending on the level of mineral nutrition, - Bulletin of RSATU.- 2009. - № 3. - P. 39-42.
9. [Electronic resource]: Parvaiz M.A., Mineral nutrition of mustard. Abstract thesis submitted to the Aligarh Muslim University, Aligarh, in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of. Doctor of philosophy in botany, Shodhganga: a reservoir of Indian theses infibnet. Access mode: <http://hdl.handle.net/10603/53926>, free.
10. Chernenok V.G. The influence of the systematic application of fertilizers in crop rotation on the fertility of grain crops with intensive technologies for their cultivation [Text] / Chernenok V.G.// Proceedings of VIUA: The use of fertilizers and the expansion of the reproduction of soil fertility. Moscow. – 1989. - C. 119-122.
11. Angelova V., Ivanov K. Bio-accumulation and distribution of heavy metals in black mustard (*Brassica nigra* Koch)// Environmental monitoring and assessment. – 2009. – T. 153. – P. 449-459.
12. Guzev A.I. Yield and quality of blue mustard seeds depending on predecessors, methods of primary tillage and seeding rates on chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region: Ph.D. agricultural Sciences: 06.01.09/Stavropol, - 2004. - 147 p.
13. I.N.Grishanov. Cultivation of oilseeds for feed production in the forest-steppe zone of Northern Kazakhstan: Ph.D. thesis. agricultural Sciences: 01/06/09. Almaty, - 2009. - 116 p.
14. Dyatlova M.V. Optimization of elements of technology for cultivating oilseeds in the conditions of the Kurgan region: dis.
15. Vasilina T.K. The influence of organic and mineral fertilizers on the fertility of meadow-chestnut soil and the productivity of mustard in the crop rotation of the irrigated zone of south-east Kazakhstan: dis. Ph.D. agricultural Sciences/6D080800: Almaty, - 2012. - 99 p.
16. A.K.Umbetov, R.H.Ramazanova. Increasing the productivity of oilseed crops in short-term crop rotation during biologization of agriculture// Bulletin of Science of the

Kazakh Agrotechnical University. S.Seifullina (interdisciplinary). Special issue: International scientific and practical conference "Organic agriculture in the Republic of Kazakhstan: present and future." – 2016, - P.130-133.

17. State register of breeding achievements approved for use, Vol. 1. Plant varieties. Moscow, - 2019, - 515 p.

18. Chernenok V.G. Scientific foundations and practical techniques for managing soil fertility and crop productivity in Northern Kazakhstan. - Astana, 2018. - P. 63.

19. Chernenok V.G. Diagnostics and optimization of conditions for phosphorus nutrition of crops in rainfed conditions of Northern Kazakhstan// Materials of the 8th symposium of scientists and agroecologists "Agrochemical and ecology". Belgorod, 2013. "Improving the program and methods of agrochemical research." – Moscow, 2014. – P.29-50.

20. Chernenok V.G. Methodology for determining doses of phosphorus fertilizers. In the book. Classic university textbook for the CIS countries "Agrochemistry", ed. V.G. Mineeva. Ch. 9.2. – Moscow, 2017. – P. 586-590.

21. Chernenok V. G., Oshakbaeva Zh. E., Serikpaeva Zh. K. Reaction of safflower to phosphorus nutrition conditions. "Seyfullin Okulary - 14: Zhastar, Kylym, Innovationar: Digirlander - Jaba Damu Kesesyyns" Atta of Republican -Theoriyali -Taoriylyk Conference Materials // Materials of the Republican Scientific and Theoretical Conference "Seyiful-linsky Readings - 14: Youth, Science, Innovation: Digitalization: Digitalization - a new stage of development" - 2018. - T.I, Part 1. - P. 45-48.

22. Chernenok V.T., Nurmanov E.T., Serikpaeva Zh.K. Soybean reaction to phosphorus nutrition conditions S.Seifullin atyndagy KazATU-ң Gylym zharshysy / Bulletin of science KazATU named after. S.Seifullina. – 2012. - № 1 (72).

ТҮЙІН

Б.Н. Хамзина¹, Е.Т. Нұрманов^{1*}

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДАЛА АЙМАҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА ҚЫШАНЫҢ МИНЕРАЛДЫ ҚОРЕКТЕНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

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

Мақалада Қазақстанның астық өндірісін, атап айтқанда өсімдік шаруашылығын әртараптандыру бағдарламасында аясында болашағы зор, құнды майлы дақылдардың бірі – қыша дақылы бағаланады. Солтүстік Қазақстанның дала аймағында қышаның минералды қоректену жағдайлары зерттелмегені анықталды және осы бағытта далалық тәжірибелер жүргізілді. Топырақтағы қоректік заттардың мөлшері мен қыша сорттарының өнімділігі арасындағы сандық байланысты анықтау үшін фосфор мен азоттың әртүрлі деңгейлерін құруға арналған 14 нұсқа сұлбасы салынған зерттеу жұмыстары ұсынылған. Зерттеудің барлық жылдарында қыша топырақтағы фосфор мөлшерінің жетіспеушілігі жағдайында дамыды, топырақтың азотпен қамтамасыз етілуі орташа, калиймен жоғары деңгейде қамтамасыз етілді. Азотты-фосфорлы тыңайтқыштар топырақтағы нитратты азот пен жылжымалы фосфордың мөлшерлерін 2-3 есеге арттыруға ықпал етті және ол енгізілген тыңайтқыштардың мөлшерімен анықталды. Тыңайтқышсыз аяда (бақылау) қыша өнімділігі төмен болды, ол тыңайтқыштардың мөлшеріне, топырақтың ылғалдылығына, қоректік заттардың бастапқы құрамына байланысты сәйкес өзгерді. Бұл қышаның тыңайтқыштарға деген қажеттілігін, оның топырақтағы мөлшеріне, түрлеріне, тыңайтқыштардың құрамына сәйкес өзгеретінін көрсетті.

Түйінді сөздер: қыша; оңтүстік қара топырақ; нитратты азот; жылжымалы фосфор; минералды тыңайтқыштар; өнімділік.

SUMMARY

B.N. Khamzina¹, E.T. Nurmanov^{1*}FEATURES OF MINERAL NUTRITION OF MUSTARD IN THE CONDITIONS
OF THE STEPPE ZONE OF NORTHERN KAZAKHSTAN*¹Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin,
010011, Astana, Zhenis Ave., 62, Kazakhstan, *e-mail: nur.erbol@inbox.ru*

The article gives an assessment of one of the promising and valuable oilseeds – mustard, the cultivation of which is provided for by the program of diversification of grain production in Kazakhstan, in particular, crop production. It was revealed that the conditions of mineral nutrition of mustard in the steppe zone of Northern Kazakhstan have not been studied. Therefore, field experiments were conducted to study the optimization of mustard mineral nutrition conditions. A 14-variant scheme is presented for creating different levels of phosphorus and nitrogen in the soil in order to determine the quantitative relationship between the level of nutrients in the soil and the productivity of mustard varieties. During all the years of the study, mustard developed in conditions of phosphorus deficiency in the soil, average nitrogen supply and increased potassium only. The application of nitrogen-phosphorus fertilizers contributed to an increase in the nitrogen content of nitrates and mobile phosphorus in the soil by 2-3 times and was determined by the amount of fertilizers applied. The productivity of mustard on a naturally non-windy background was low, it depended on the dose of fertilizers, soil moisture, and the initial content of nutrients. This explains the ambiguous reaction of mustard to the application of the same types, doses and combinations of fertilizers.

Key words: mustard; southern chernozem; nitrate nitrogen; mobile phosphorus; mineral fertilizers; productivity.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Хамзина Бибигуль Нуркеновна - магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры почвоведения и агрохимии, e-mail: bibigul0666@mail.ru

2. Нурманов Ербол Толешович - кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры почвоведения и агрохимии, e-mail: nur.erbol@inbox.ru

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

ГРНТИ 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2024.2.78](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2024.2.78)**O. Zhandybayev^{1*}, A. Malimbayeva¹, R. Zhumabayeva²****REVIEW OF MODERN METHODS FOR OPTIMIZING APPLE MINERAL NUTRITION TO INCREASE YIELD AND FRUIT PRESERVATION**¹NJSC «Kazakh National Agrarian Research University»,050010, Almaty, Abay Avenue 8, Kazakhstan, *e-mail: mr.orken@yandex.kz²NJSC «South Kazakhstan University named after M. Auezov», 160012, Shymkent,Tauke Khan Avenue 5, Kazakhstan, e-mail: zhymabaeva_r@mail.ru

Abstract. Achieving sustainable fruit production and ensuring quality preservation are paramount in modern apple orchards. This review delves into contemporary methods designed to optimize mineral nutrition, aiming to bolster both yield and fruit preservation. Various strategies for enhancing apple orchard management are examined, with a focus on maximizing the efficacy of mineral fertilizers, maintaining balanced nutrition, and understanding the critical role of key nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and boron. The review underscores the importance of comprehending plant nutrient requirements across different growth stages and phenological phases to attain sustainable, high-quality fruit production. Furthermore, it emphasizes the necessity of continuous diagnostic assessments to tailor mineral nutrition practices to the specific needs of apple orchards, ensuring optimal performance and economic viability.

Key words: apple orchards, mineral nutrition, yield enhancement, fruit preservation, sustainable agriculture, nutrient management, orchard management.

INTRODUCTION:

Sustainable fruit production in apple orchards relies heavily on optimal mineral nutrition to ensure both high yields and fruit preservation. Achieving stable fruit production and maximizing yield in intensive apple orchards necessitates an intricate understanding of the plant's nutrient requirements throughout various growth stages and phenological phases [1]. The significance of mineral nutrition in sustaining fruit quality and quantity cannot be overstated, as it directly influences factors such as fruit firmness, storability, and overall marketability [2].

This review aims to explore contemporary methods for optimizing mineral nutrition in apple trees to enhance both yield and fruit preservation. By examining current research and practices, this article seeks to provide insights into effective strategies for managing plant nutrient requirements, diagnosing deficiencies, and implementing balanced

fertilization approaches [3]. Additionally, it will highlight the importance of diagnostic assessments in orchard management and the role of nutrient management in sustainable agriculture practices [4].

Through a comprehensive analysis of the literature, this review intends to offer valuable perspectives on enhancing apple orchard productivity while ensuring fruit quality and longevity. By addressing key challenges and opportunities in mineral nutrition optimization, this review aims to contribute to the advancement of sustainable fruit production practices in apple orchards [5].

LITERATURE REVIEW

The literature on optimizing mineral nutrition for apple trees to enhance yield and fruit quality is extensive and multifaceted. A considerable body of research has explored various aspects of mineral uptake, nutrient balance, and their implications for orchard productivity. [6] Early studies by Weetman [7] and

Mitcherli [8], Panfilov and Sokolov [9], and Thomas [10] laid the groundwork for understanding the importance of soil and foliar analysis in determining fertilizer requirements for fruit trees. Subsequent works by Boynton [11], Semenyuk [12] and Neilsen [13] delved deeper into the relationship between soil nutrient levels, leaf nutrient concentrations, and orchard performance.

Further advancements in diagnostic techniques have been made in recent decades, with researchers like Trunov and Kuzin [14] emphasizing the role of plant and soil diagnostics in fertilizer management. The use of optical characteristics such as chlorophyll fluorescence Demotes-Mainard et al. [15] and leaf reflectance coefficients Foster et al. [16] has emerged as valuable tools for non-destructive assessment of nutrient status in apple trees.

Regarding specific nutrients, calcium has garnered significant attention due to its pivotal role in fruit firmness and post-harvest storability. Studies by Faust [17] Conway [18], Chuntanaparb [19], Hanger [20] and Bramlage et al. [21, 22] underscored the importance of adequate calcium supply in reducing post-harvest disorders and enhancing fruit quality. Similarly, investigations into the effects of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on fruit characteristics have yielded valuable insights Neilsen et al., Webster and Lidster; Fallahi et al. [23-25].

However, challenges remain in optimizing fertilizer practices to achieve both high yields and fruit quality. The interactions among various nutrients, as well as their uptake dynamics under different environmental conditions, necessitate a holistic approach to orchard management. Future research efforts should focus on refining diagnostic tools, elucidating nutrient interactions, and developing targeted fertilizer strategies tailored to specific orchard requirements.

Continued advancements in soil science and plant nutrition have deepened our understanding of the complexities of managing mineral nutrition in apple orchards. Studies by Taylor and Gourban [26] highlighted the importance of considering root activity and soil nutrient dynamics in nutrient management strategies. Furthermore, investigations into the role of non-root fertilization techniques, such as foliar and fertigation applications, have provided insights into enhancing nutrient uptake efficiency and fruit quality Johnson and Yogoratham, Fallahi et al. [27].

The influence of individual nutrients on fruit quality extends beyond calcium, with nitrogen, phosphorus, and potassium playing crucial roles. Nitrogen, in particular, has been extensively studied due to its multifaceted effects on tree growth, yield, and fruit composition. Research by Martin et al. [28] and Neilsen et al. [23] demonstrated the delicate balance required to optimize nitrogen supply while minimizing the risk of physiological disorders such as bitter pit.

Phosphorus, though often overshadowed by nitrogen and potassium, remains a vital nutrient for orchard productivity. Studies by Boynton and Oberly [29] and Cripps [30] emphasized the significance of phosphorus in sustaining tree vigor and enhancing fruit quality, especially under conditions of soil depletion. Additionally, investigations into the role of micronutrients, such as boron, magnesium, and zinc, have shed light on their contributions to fruit development and storability Faust and Shear [31]; Bramlage et al. [32].

Despite these advancements, gaps in knowledge persist, particularly regarding the interaction between nutrient management practices and environmental factors. The dynamic nature of soil-plant interactions necessitates ongoing research to refine fertilization strategies and mitigate nutrient imbalances. Furthermore,

the integration of precision agriculture technologies and data-driven approaches holds promise for optimizing nutrient applications based on real-time soil and plant monitoring [33].

The literature provides a rich tapestry of research findings and insights into optimizing mineral nutrition in apple orchards. Building upon this foundation, future research endeavors should address knowledge gaps, refine management practices, and harness innovative technologies to sustainably enhance orchard productivity and fruit quality.

METHODS FOR NUTRIENT ANALYSIS

In the pursuit of optimal mineral nutrition management in apple orchards, the accurate analysis of nutrient levels in soil, leaves, and fruits is fundamental. Several methods are employed for nutrient analysis, each offering unique advantages and applications tailored to specific research objectives and practical considerations.

Soil Nutrient Analysis

Soil nutrient analysis involves assessing the chemical composition of the soil to determine nutrient availability and potential deficiencies or excesses. Common techniques include soil sampling, extraction methods such as Mehlich-3 [34] or ammonium bicarbonate-diethylenetriaminepentaacetic acid (AB-DTPA) [35], and analysis of extracted solutions using spectrophotometry or ion chromatography [36]. These methods provide valuable insights into soil nutrient status, pH levels, and cation exchange capacity, guiding fertilizer recommendations and soil management practices.

Leaf Nutrient Analysis

Leaf nutrient analysis serves as a vital tool for diagnosing nutrient deficiencies or imbalances in apple trees during the growing season. Leaf tissue samples are collected at specific growth stages and

analyzed for nutrient concentrations using techniques such as dry ashing, wet digestion [37], or inductively coupled plasma (ICP) spectroscopy [38]. By comparing nutrient levels against established sufficiency ranges, growers can identify nutrient deficiencies early and adjust fertilizer applications accordingly to optimize tree nutrition and productivity.

Fruit Nutrient Analysis

Fruit nutrient analysis is essential for evaluating the nutritional quality of apple yields and assessing the impact of mineral nutrition management practices on fruit composition. Fruit samples are collected at maturity and analyzed for nutrient content using methods such as wet digestion, extraction [39], and atomic absorption spectroscopy. This analysis provides valuable information on key nutrients such as calcium, potassium, and magnesium, influencing fruit quality attributes such as firmness, flavor, and storability [40].

Advanced Techniques

Advances in analytical instrumentation and techniques, such as X-ray fluorescence (XRF) [41] spectroscopy and near-infrared (NIR) spectroscopy, offer rapid and non-destructive methods for nutrient analysis in soils, leaves, and fruits. These techniques enable high-throughput analysis with minimal sample preparation, facilitating timely decision-making in orchard management and precision agriculture applications [42].

By employing a combination of traditional and advanced analytical methods, researchers and growers can effectively monitor and manage mineral nutrition in apple orchards, optimizing tree health, yield potential, and fruit quality [43].

Based on the research of Ahad S. and colleagues, it is possible to determine the removal of nutrients from the soil during harvest depending on the yield. data are given in table 1 [44].

Table 1 - Fruit nutrient removal (tones/ hectare) at harvest in relation to yield

Yield (tones/ hectare)	N	P	K	Ca	Mg	S
2,5	43,0	11,0	138,5	9,0	7,0	3.5
4	70,3	17.6	221,3	14,1	11,4	5.0
5,5	94,6	24.2	304,2	19,3	15,4	6.5
7	120,4	33.9	387.0	24,5	19,6	8.0
8	137,0	38.7	442,7	28,3	22,4	10.0
9,5	163,4	46.0	525,5	33,1	26,6	11.5

OPTIMIZATION STRATEGIES FOR MINERAL NUTRITION IN APPLE ORCHARDS

Optimizing mineral nutrition is paramount for achieving high yields and fruit quality in apple orchards. This section

delves into various strategies, encompassing fertilization techniques, irrigation management, and soil amendments, aimed at enhancing mineral nutrition in apple trees [45]. Tree nutrient requirements in relation to yield presented in table 2 [44].

Table 2. Tree nutrient requirements (tones/ hectare) in relation to yield

Yield (tones/ hectare)	N	P	K	Ca	Mg	S
2,5	120.4	20.2	219.1	86.7	26.7	9.8
4	192.7	32.3	350.5	138.6	42.7	15.7
5,5	265.0	44.4	482,0	190.6	58.7	21.6
7	337.2	56.5	613,5	242.6	74.8	27.5
8,5	409.5	68.6	744.9	294.6	90.8	33.4

Fertilization Techniques

Fertilization techniques play a pivotal role in optimizing mineral nutrition management in apple orchards, offering precise control over nutrient application and uptake by trees [46]. Several key fertilization techniques are employed, each with distinct advantages and considerations:

Conventional Fertilization: Conventional fertilization involves the application of granular or liquid fertilizers directly to the soil surface or through irrigation systems. Granular fertilizers, such as ammonium nitrate or triple superphosphate, are commonly broadcasted or banded in orchard rows, ensuring uniform nutrient distribution and uptake by tree roots. Liquid fertilizers, including soluble nitrogen, phosphorus, and potassium formulations, are applied via fertigation systems, delivering nutrients directly to the root zone with irrigation water. These methods allow for precise nutrient management,

tailored to the specific needs of apple trees at different growth stages [47].

Slow-Release Fertilizers: Slow-release fertilizers offer a controlled-release mechanism for supplying nutrients to apple trees over an extended period. These fertilizers, often in granular or coated pellet form, gradually release nutrients in response to soil moisture and microbial activity, reducing the risk of nutrient leaching and runoff. Common slow-release formulations include polymer-coated urea for nitrogen and controlled-release phosphorus compounds. By providing a steady supply of nutrients, slow-release fertilizers promote sustained tree growth and minimize nutrient losses, particularly in sandy or low-fertility soils [48].

Organic Fertilization: Organic fertilization involves the application of natural or organic materials, such as compost, manure, or bio-based amendments, to enhance soil fertility and nutrient availability in

apple orchards. Organic fertilizers contribute to soil organic matter content, improve soil structure, and stimulate microbial activity, leading to gradual nutrient release and improved nutrient retention. Additionally, organic fertilizers contain micronutrients and beneficial organic compounds that support overall tree health and resilience to environmental stressors. Incorporating organic fertilization practices into orchard management promotes sustainable nutrient management and enhances long-term soil health and productivity [49].

Precision Fertilization: Precision fertilization techniques leverage advanced technologies, such as global positioning systems (GPS), remote sensing, and soil mapping, to tailor nutrient applications to specific orchard zones based on soil fertility, tree vigor, and historical yield data. Variable-rate fertilization systems allow growers to adjust fertilizer rates and application timings according to spatial variability within the orchard, optimizing nutrient use efficiency and minimizing over-application. By targeting fertilizer inputs to areas of greatest need, precision fertilization enhances nutrient uptake by apple trees, reduces fertilizer wastage, and improves overall orchard productivity and profitability [50].

Incorporating a combination of fertilization techniques, including conventional, slow-release, organic, and precision methods, enables growers to optimize mineral nutrition management in apple orchards, ensuring sustained tree health, high yield potential, and premium fruit quality [51].

Irrigation Management

Effective irrigation management plays a crucial role in optimizing mineral nutrition in apple orchards, influencing nutrient availability, uptake, and distribution within the soil-plant-water system. Various irrigation techniques are employed to ensure adequate water supply while minimizing nutrient leaching and runoff, thereby maximizing nutrient utilization efficiency and orchard productivity [46].

Drip Irrigation: Drip irrigation systems deliver water directly to the root zone of apple trees through a network of low-pressure emitters or tubing, minimizing water loss through evaporation and surface runoff. By precisely controlling water application rates and timing, drip irrigation enables growers to tailor irrigation schedules to meet the specific water requirements of apple trees at different growth stages. Additionally, drip irrigation can be integrated with fertigation systems to deliver nutrients alongside irrigation water, enhancing nutrient uptake efficiency and minimizing nutrient losses [52].

Sprinkler Irrigation: Sprinkler irrigation involves the overhead application of water through sprinkler heads or nozzles, distributing water uniformly across the orchard canopy. While less water-efficient than drip irrigation, sprinkler systems are well-suited for cooling apple trees during periods of high temperature and reducing heat stress. Furthermore, sprinkler irrigation can facilitate the application of foliar fertilizers and soil amendments, enhancing nutrient availability and uptake by apple trees [53].

Subsurface Drip Irrigation: Subsurface drip irrigation systems deliver water directly to the root zone below the soil surface, minimizing water evaporation and soil surface wetting. By maintaining soil moisture levels near the root zone, subsurface drip irrigation promotes deep root development and enhances nutrient uptake by apple trees. Additionally, subsurface drip systems reduce weed growth and soil compaction, improving overall orchard health and productivity [54].

Soil Moisture Monitoring: Soil moisture monitoring technologies, such as tensiometers, capacitance probes, and neutron probes, allow growers to assess soil moisture levels in real time and adjust irrigation schedules accordingly. By optimizing irrigation timing and duration based on actual soil moisture data, growers can prevent both water stress and excess soil

moisture, optimizing nutrient availability and uptake by apple trees. Furthermore, soil moisture monitoring facilitates the implementation of deficit irrigation strategies, where water is intentionally withheld during non-critical growth stages to promote root growth and nutrient absorption [55].

By implementing appropriate irrigation management practices, apple growers can optimize mineral nutrition uptake by trees, enhance orchard productivity, and improve fruit quality, ultimately contributing to sustainable orchard management and profitability [52].

Soil Amendments

Soil amendments play a critical role in optimizing mineral nutrition in apple orchards by enhancing soil fertility, structure, and nutrient availability [56]. Various soil amendment techniques are employed to address soil deficiencies, improve nutrient retention, and promote healthy root growth, thereby maximizing nutrient uptake by apple trees:

Organic Matter Addition: Incorporating organic matter, such as compost, manure, or cover crops, into orchard soils improves soil structure, water retention, and microbial activity. Organic matter serves as a source of essential nutrients, enhances soil biodiversity, and promotes the decomposition of organic residues, releasing nutrients in plant-available forms. By increasing soil organic matter content, growers can improve nutrient cycling, reduce nutrient leaching, and enhance overall soil fertility, supporting optimal mineral nutrition uptake by apple trees [57].

Liming: Liming involves the application of agricultural lime (calcium carbonate) to acidic soils to raise soil pH levels and reduce soil acidity. Maintaining appropriate soil pH levels is essential for optimizing nutrient availability and uptake by apple trees, as soil pH influences nutrient solubility, microbial activity, and root growth. By correcting soil acidity through

liming, growers can improve the availability of essential nutrients, such as calcium, phosphorus, and magnesium, and mitigate nutrient deficiencies in apple orchards [58].

Gypsum Application: Gypsum (calcium sulfate) application is utilized to improve soil structure, reduce soil compaction, and enhance water infiltration and drainage in apple orchards. Gypsum supplies calcium and sulfur, essential nutrients for apple tree growth and development, while also improving soil aeration and root penetration. Additionally, gypsum can mitigate soil salinity issues by promoting the leaching of excess salts from the root zone, thereby improving nutrient uptake efficiency and reducing the risk of salt-induced nutrient imbalances [59].

Micronutrient Amendments: Micronutrient deficiencies, such as boron, zinc, iron, and manganese deficiencies, can negatively impact apple tree growth, yield, and fruit quality. Soil amendments containing micronutrients are applied to correct nutrient imbalances and ensure optimal mineral nutrition uptake by apple trees. Chelated micronutrient fertilizers or foliar sprays are commonly used to supply deficient micronutrients directly to apple trees, bypassing soil limitations and promoting rapid nutrient absorption and utilization [60].

By incorporating appropriate soil amendment practices into orchard management strategies, growers can improve soil health, nutrient availability, and mineral nutrition uptake by apple trees, ultimately enhancing orchard productivity and fruit quality.

DIAGNOSTIC TOOLS AND MONITORING

Diagnostic tools and monitoring techniques are essential components of nutrient management strategies in apple orchards, enabling growers to identify and address nutrient deficiencies or imbalances promptly [61]. By utilizing a combination of visual observations, soil and tissue analysis, and advanced monitoring technologies, growers can

accurately assess the nutritional status of apple trees and implement targeted corrective measures.

Visual Observations: Visual symptoms exhibited by apple trees, such as leaf discoloration, stunted growth, leaf deformities, or fruit abnormalities, can provide initial indications of nutrient deficiencies or imbalances. Growers conduct regular visual inspections of orchards to identify potential nutrient stress symptoms and monitor changes in tree health and vigor throughout the growing season. Visual observations serve as a preliminary diagnostic tool, prompting further investigation through more precise analytical methods [62].

Soil Analysis: Soil analysis involves the collection and testing of soil samples from various locations within the orchard to assess soil nutrient levels, pH, and other physicochemical properties. Soil testing provides valuable insights into soil fertility status, nutrient availability, and potential

nutrient limitations affecting apple tree growth and development. By analyzing soil nutrient concentrations and pH levels, growers can make informed decisions regarding fertilizer application rates, timing, and formulations to address specific nutrient deficiencies or imbalances [63].

Tissue Analysis: Tissue analysis entails the sampling and laboratory analysis of plant tissues, such as leaves or fruit, to quantify nutrient concentrations and identify nutrient deficiencies or excesses. Leaf tissue analysis is particularly useful for assessing the nutritional status of apple trees during the growing season, as it provides real-time data on nutrient uptake and utilization by plants. By analyzing nutrient levels in plant tissues, growers can diagnose nutrient deficiencies, monitor nutrient imbalances, and adjust fertilizer programs accordingly to optimize mineral nutrition uptake and tree productivity. Optimal level of nutrients in apple leaves presented in table 3.

Table 3 - Optimal level of nutrients in apple leaves

Nutrient	Concentration
Nitrogen	2.2-2.6%
Phosphorous	0.13-0.33%
Potassium	1.35-1.85%
Calcium	1.3-2%
Magnesium	0.35-0.5%
Sulfur	0.18-0.25%
Boron	25-50 ppm
Zinc	25-50 ppm
Copper	7-12 ppm
Iron	50+ ppm

Source- Ahad S. et al 2018 [44]

Advanced Monitoring Technologies: Advanced monitoring technologies, such as sap analysis, canopy sensors, or drone-based imaging, offer innovative approaches to monitor apple tree nutrition and physiological status non-invasively. Sap analysis involves measuring nutrient concentrations in tree sap collected from xylem or phloem tissues, providing insights

into nutrient transport and assimilation processes within the plant. Canopy sensors utilize spectral data to assess canopy vigor, chlorophyll content, and nutrient status, enabling growers to optimize fertilizer applications based on real-time crop responses. Drone-based imaging techniques offer high-resolution aerial imagery for mapping orchard health, identifying nut-

rient stress zones, and implementing targeted nutrient management interventions [64].

By integrating diagnostic tools and monitoring techniques into orchard management practices, growers can proactively identify nutrient deficiencies or imbalances in apple trees and implement timely corrective measures to optimize mineral nutrition uptake, enhance tree health and vigor, and maximize orchard productivity and fruit quality.

CASE STUDIES AND EXAMPLES

In this section, we present real-world examples and case studies that showcase successful approaches to optimizing mineral nutrition in apple orchards. These examples highlight the implementation of various strategies, including fertilization techniques, irrigation management, soil amendments, and diagnostic tools, to improve apple tree health, productivity, and fruit quality.

Fertilization Techniques: A case study demonstrates the efficacy of precision fertilization techniques in address-

ing specific nutrient deficiencies identified through soil and tissue analysis. By customizing fertilizer formulations and application rates based on site-specific soil conditions and tree nutrient requirements, growers can achieve optimal nutrient uptake and utilization, resulting in improved tree vigor, fruit set and yield [65].

Irrigation Management: Another case study illustrates the importance of efficient irrigation management practices in optimizing apple tree nutrition and water use efficiency. By implementing drip irrigation systems or deficit irrigation strategies, growers can deliver water and nutrients directly to the root zone, minimizing nutrient leaching and maximizing nutrient uptake by plants. Proper irrigation scheduling based on soil moisture monitoring and weather forecasts ensures optimal water and nutrient availability throughout the growing season, promoting healthy tree growth and fruit development. Recommended rates of NPK for Apple Trees presented in figure 1 [66].

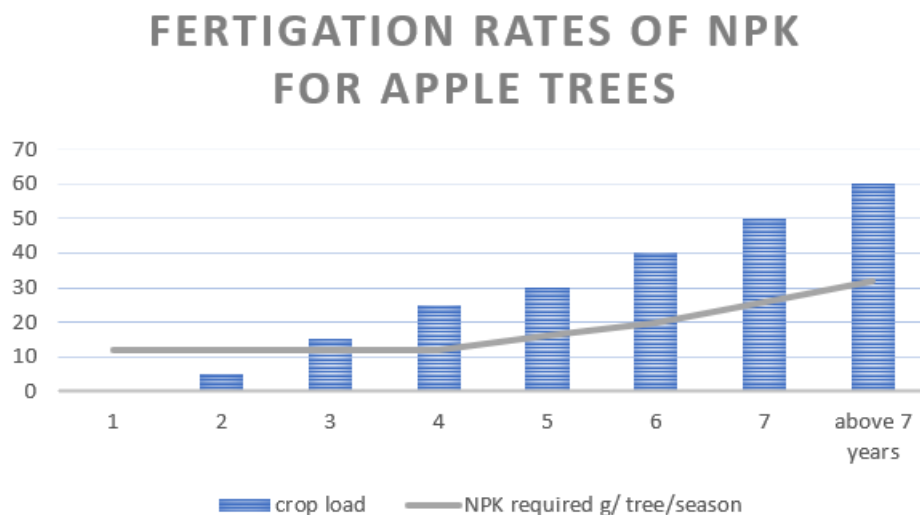


Figure 1 - Fertiligation rates of NPK for Apple Trees

Soil Amendments: A third case study highlights the role of soil amendments, such as compost, biochar, or gypsum, in improving soil structure, fertility, and nutrient availability for apple trees. By incorporating organic amendments or soil conditioners into orchard soils, growers can enhance nutrient retention, microbial activity, and root development, leading to improved nutrient uptake and tree performance. Soil amendment applications tailored to specific soil deficiencies or constraints can mitigate nutrient imbalances and enhance overall orchard sustainability and resilience [67].

Diagnostic Tools and Monitoring: Additional case studies demonstrate the practical application of diagnostic tools and monitoring technologies in diagnosing nutrient deficiencies or imbalances and guiding targeted nutrient management interventions. By routinely conducting soil and tissue analyses, utilizing canopy sensors, or employing drone-based imaging, growers can accurately assess orchard nutrient status, identify problem areas, and implement corrective actions to optimize mineral nutrition uptake and tree health [68].

These case studies underscore the importance of adopting integrated nutrient management approaches tailored to site-specific conditions and production goals to achieve sustainable and profitable apple orchard management. By learning from successful examples and applying proven strategies, growers can enhance mineral nutrition management practices, improve orchard productivity and fruit quality, and ensure long-term profitability and environmental stewardship.

CHALLENGES AND FUTURE DIRECTIONS

This section critically examines the challenges and limitations inherent in current mineral nutrition management practices in apple orchards and identifies potential areas for future research and improvement.

1. Nutrient Imbalance and Soil Degradation: One of the primary challenges

facing apple growers is the occurrence of nutrient imbalances and soil degradation, which can adversely affect tree health and productivity. Excessive fertilizer application or inadequate nutrient replenishment strategies may lead to nutrient leaching, soil acidification, or salinity problems, compromising long-term soil fertility and sustainability. Addressing these challenges requires a holistic approach that integrates soil health management, precision fertilization techniques, and sustainable soil conservation practices [69].

2. Climate Change and Water Scarcity: The increasing frequency and intensity of climate variability, coupled with water scarcity concerns, pose significant challenges to apple orchard management. Erratic weather patterns, prolonged droughts, or extreme temperature events can disrupt nutrient availability, water uptake, and overall tree performance, exacerbating nutrient stress and yield losses [70].

Developing resilient orchard management strategies that enhance water use efficiency, optimize irrigation scheduling, and mitigate climate-related risks is essential for adapting to changing environmental conditions and ensuring orchard sustainability [71].

3. Technology Integration and Data Management: While advancements in diagnostic tools and monitoring technologies offer valuable insights into orchard nutrient status and performance, their effective integration and data management present practical challenges for growers. Limited accessibility to affordable and user-friendly technologies, as well as the interpretation of complex data outputs, may hinder widespread adoption and utilization. Investing in user-friendly decision support systems, digital platforms, and training programs can empower growers to make informed nutrient management decisions and optimize orchard productivity [72].

4. Regulatory Compliance and Sustainability Standards: Increasing

regulatory pressures and sustainability standards require apple growers to adopt environmentally responsible nutrient management practices and minimize adverse environmental impacts. Compliance with nutrient management regulations, nutrient use efficiency targets, and sustainability certification requirements necessitates proactive nutrient stewardship, soil conservation measures, and nutrient recycling initiatives. Collaborative efforts between growers, researchers, policymakers, and industry stakeholders are essential for developing science-based nutrient management guidelines and promoting sustainable orchard practices [73].

5. *Future Research Directions:* To address the aforementioned challenges and advance mineral nutrition management in apple orchards, future research should focus on several key areas. These include the development of innovative nutrient delivery systems, such as controlled release fertilizers or fertigation technologies, tailored to apple tree nutrient requirements and environmental conditions. Additionally, exploring the role of soil microbiomes, biofertilizers, and biostimulants in enhancing nutrient cycling, soil health, and tree resilience warrants further investigation. Embracing interdisciplinary research approaches, stakeholder engagement, and knowledge exchange platforms can foster collaborative solutions and drive sustainable innovation in apple orchard management [74].

By addressing these challenges and embracing future research directions, apple growers can overcome barriers to effective mineral nutrition management, enhance orchard sustainability, and ensure the long-term viability and resilience of apple production systems.

CONCLUSION

In conclusion, this review has provided an in-depth exploration of the va-

rious aspects of mineral nutrition management in apple orchards. We have discussed the significance of mineral nutrients in sustaining tree health, enhancing fruit quality, and optimizing yield potential. By examining the role of essential nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and boron, we have highlighted their impact on tree physiology, fruit development, and post-harvest attributes.

Furthermore, we have discussed the importance of adopting integrated nutrient management strategies that encompass soil health enhancement, precision fertilization techniques, irrigation management, and soil amendment practices. Through case studies and examples, we have illustrated successful approaches to optimizing mineral nutrition in apple orchards, emphasizing the value of tailored nutrient management plans and diagnostic tools for addressing specific nutrient deficiencies or imbalances.

Despite the progress made in mineral nutrition management, several challenges and opportunities for improvement remain. Issues such as nutrient imbalances, soil degradation, climate change impacts, and technology integration present ongoing challenges that require innovative solutions and collaborative efforts. Future research directions should focus on developing sustainable orchard management practices, enhancing technology adoption, and advancing our understanding of soil-plant interactions and nutrient dynamics.

In conclusion, effective mineral nutrition management is paramount for ensuring the productivity, sustainability, and resilience of apple orchards. By embracing science-based approaches, leveraging technological innovations, and fostering interdisciplinary collaboration, we can address existing challenges and pave the way for a more sustainable and productive future in apple production.

REFERENCES

1. Reganold J. P. et al. Sustainability of three apple production systems// *Nature*. – 2001. – T. 410. – № 6831. – C. 926-930.
2. Lauri P. E., Simon S. Advances and challenges in sustainable apple cultivation// *Achieving sustainable cultivation of temperate zone tree fruits and berries*. – 2019. – C. 261-288.
3. Jivan C., Sala F. Relationship between tree nutritional status and apple quality. – 2014. – C. 14-16.
4. Hoying S., Fargione M., Iungerman K. Diagnosing apple tree nutritional status: leaf analysis interpretation and deficiency symptoms// *New York Fruit Quarterly*. – 2004. – T. 12. – № 11. – C. 16-19.
5. Hester S. M., Cacho O. Modelling apple orchard systems// *Agricultural systems*. – 2003. – T. 77. – № 2. – C. 137-154.
6. Chandler, R.F, *Studies of the potassium nutrition of the apple and pear: thesis. Doctor of Philosophy / Robert Flint Chandler*. – Maryland, 1934. – 167 p.
7. Weetman G. F., Wells C. G. Plant analyses as an aid in fertilizing forests// *Soil testing and plant analysis*. – 1990. – T. 3. – C. 659-690.
8. Mitscherlich E.A. Determination of soil need for fertilizer / *Publishing house of agricultural and collective farm-cooperative literature* – 1934. – 104 p.
9. Panfilov, V.N., Sokolov A.V. *Diagnostika pitaniya rasteniy*. – M.: Sel'khozgiz, 1944. – 64 s.
10. Thomas W. Present status of diagnosis of mineral requirements of plants by means of leaf analysis// *Soil Science*. – 1945. – T. 59. – № 5. – C. 353-374.
11. Boynton D. Nutrition by foliar application// *Annual Review of Plant Physiology*. – 1954. – T. 5. – № 1. – C. 31-54.
12. Semenyuk G.M. *Diagnostika mineralnogo pitaniya plodovykh kultur*. – Kishinev: "Shtiintsa", 1983. – 322 s.
13. Neilsen G. H. et al. Leaf nutrition and soil nutrients are affected by irrigation frequency and method for NP-fertigated Gala'Apple// *Journal of the American Society for Horticultural Science*. – 1995. – T. 120. – № 6. – C. 971-976.
14. Trunov I.A., Kuzin A.I. O vozmozhnosti listovoy diagnostiki mineral'nogo pitaniya sazhentsev yabloni na slaboroslykh podvoyakh// *Agro KHKHI*. – 2008. – №10 -12. – S. 45-46.
15. Demotes-Mainard S., Boumaza R., Meyer S., Cerovic Z.G. Indicators of nitrogen status for ornamental woody plants based on optical measurements of leaf epidermal polyphenol and chlorophyll contents// *Scientia Horticulture*. – 2008. – Vol. 115. № 4. – P. 377- 385.
16. Foster A.J., Kakani V.G., Ge J., Mosali J. Discrimination of switchgrass cultivars and nitrogen treatments using pigment profiles hyperspectral leaf reflectance data// *Remote Sens*. – 2012. – Vol. 4. – № 9. – P. 2576-2594.
17. Faust M. *Physiology of temperate zone fruit trees*. – New York: John Wiley and Sons, 1989. – 338 p.
18. Conway W.S., Sams C.E. Calcium infiltration of Golden Delicious apples and its effect on decay// *Phytopathology*. – 1983. – Vol. 73, № 7. – P. 1068-1071.
19. Chuntanaparb N., Cummings G. Seasonal trends in concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium in leaf portions of apple, blueberry, grape, and peach// *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*. – 1980 – Vol. 105. № 6. – P. 933-935.

20. Hanger B.C. The movement of calcium in plants// Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 1979. – Vol. 10. № 1-2. – P. 171-193.
21. Bramlage W.J., Drake M., Barker J.H. Influence of the calcium content on the postharvest behavior of 'Baldwin' apples// HortScience. – 1973. – Vol. 8. - № 2. – P. 255- 259.
22. Bramlage W.J., Drake M., Barker J.H. Relationships of calcium content to respiration and postharvest condition of apples// Journal of the American Society for Horticultural Sciences. – 1974. – Vol. 99. № 3. – P. 376-378.
23. Neilsen G.H., E.J. Hogue, M. Meheriuk Nitrogen fertilization and orchard floor vegetation management affect growth, nutrition and fruit quality of Gala apple// Canadian Journal of Plant Science. – 1999. – Vol. 79. - № 3. – P. 379-385.
24. Webster D.H., P.D. Libster. Effects of phosphate sprays on McIntosh apple fruit and leaf composition, flesh firmness and susceptibility to low-temperature disorders// Canadian Journal of Plant Science. – 1986. – Vol. 66. - № 3. – P. 617-626.
25. Fallahi E., B. Fallahi G.H. Neilsen, D. Neilsen, F.J. Peryea Effects of Mineral Nutrition on Fruit Quality and Nutritional Disorders// Acta Horticulturae. – 2010. – Vol. 868.– P. 49-59.
26. Taylor B.K., Gourban F.H. The phosphorus nutrition of apple trees. I. Influence of rate of application of superphosphate on the performance of young trees// Australian Journal of Agricultural Research. – 1975. – Vol. 26. - № 5. – P. 843-853.
27. Johnson D.S., Yogoratham N. The effects of phosphorus sprays on the mineral composition and storage quality of Cox's Orange Pippin Apples// Journal of Horticultural Science. – 1978. – Vol. 53. - № 3. – P. 171-178.
28. Martin D., Lewis T.L., Cerny J. Postharvest treatments of apples for storage disorders// Field Station Recordings Division of Plant Industry CSIRO (Australia). – 1967. – Vol. 9. – P. 25-36.
29. Boyton D., Oberly G.H. . Apple nutrition// in: Nutrition of fruit crops; Childers, N.F.(eds). Horticultural Publications, New Brunswick, NJ. - 1966.– P. 1-50.
30. Cripps J.E. Response of trees to soil application of phosphorus, nitrogen and potassium// Australian Journal of the Experimental Agriculture. – 1987. – Vol 27. - № 6. – P. 909-914.
31. Faust M., Shear C.B. Corking disorders of apples: A physiological and biochemical review// Botanical review. – 1968. – Vol. 34. - № 4. – P. 441-469.
32. Bramlage W.J., Drake M., Lord W.J. The influence of mineral nutrition on the quality of and storage performance of pome fruits grown in North America// In: Mineral Nutrition of Fruit trees, D. Atkinson et al. – London: Butterworth-Heinemann, 1980. – P. 29-39.
33. Chen S. W. et al. Counting apples and oranges with deep learning: A data-driven approach// IEEE Robotics and Automation Letters. – 2017. – T. 2. – № 2. – C. 781-788.
34. Ziadi N., Tran T. S. Mehlich 3-extractable elements// Soil sampling and methods of analysis. – 2007. – T. 12. – C. 81-88.
35. Shahriaripour R. et al. Comparison of EDTA and ammonium Bicarbonate-DTPA for the extraction of phosphorus in calcareous soils from Kerman, Iran// Journal of plant nutrition. – 2019. – T. 42. – № 11-12. – C. 1277-1282.
36. Jackson P. E. Ion chromatography in environmental analysis// Encyclopedia of analytical chemistry. – 2000. – T. 27. - P. 79.
37. Enders A., Lehmann J. Comparison of wet-digestion and dry-ashing methods for total elemental analysis of biochar// Communications in soil science and plant analysis. – 2012. – T. 43. – № 7. – C. 1042-1052.
38. Wu B. et al. Imaging of nutrient elements in the leaves of *Elsholtzia splendens*

by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS)// *Talanta*. – 2009. – Т. 78. – № 1. – С. 132-137.

39. Altundag H., Tuzen M. Comparison of dry, wet and microwave digestion methods for the multi element determination in some dried fruit samples by ICP-OES// *Food and Chemical Toxicology*. – 2011. – Т. 49. – № 11. – С. 2800-2807.

40. Khan K. Y. et al. Element content analysis of plants of genus *Ficus* using atomic absorption spectrometer// *African journal of pharmacy and pharmacology*. – 2011. – Т. 5. – № 3. – С. 317-321.

41. Hou X., He Y., Jones B. T. Recent advances in portable X-ray fluorescence spectrometry// *Applied Spectroscopy Reviews*. – 2004. – Т. 39. – № 1. – С. 1-25.

42. Pasquini C. Near infrared spectroscopy: A mature analytical technique with new perspectives–A review// *Analytica chimica acta*. – 2018. – Т. 1026. – С. 8-36.

43. Valiūskaitė A. et al. The effect of sustainable plant protection and apple tree management on fruit quality and yield// *Zemdirbyste-agriculture*. – 2017. – Т. 104. – № 4.

44. Ahad S. et al. Nutrient management in high density apple orchards–A Review// *Curr. J. Appl. Sci. Technol*. – 2018. – Т. 29. – № 1. – С. 1-16.

45. Peng FuTian P. F. T. et al. Advances in research on nitrogen nutrition of deciduous fruit crops. – 2003.

46. Orken Z. et al. Effect of fertigation on nutrient dynamics of gray-brown soils and apple (*Malus pumila*) yields in intensive orchards of Kazakhstan// *Research on Crops*. – 2023. – Т. 24. – № 3. – С. 506-514.

47. Ashitha A., Rakhimol K. R., Mathew J. Fate of the conventional fertilizers in environment// *Controlled release fertilizers for sustainable agriculture*. – Academic Press, – 2021. – С. 25-39.

48. Wesołowska M. et al. New slow-release fertilizers-economic, legal and practical aspects: a Review// *International Agrophysics*. – 2021. – Т. 35. – № 1. – С. 11-24.

49. Chatzistathis T. et al. Organic fertilization and tree orchards// *Agriculture*. – 2021. – Т. 11. – № 8. – С. 692.

50. Chen C., Pan J., Lam S. K. A review of precision fertilization research// *Environmental Earth Sciences*. – 2014. – Т. 71. – С. 4073-4080.

51. Li L. et al. Deep fertilization combined with straw incorporation improved rice lodging resistance and soil properties of paddy fields// *European Journal of Agronomy*. – 2023. – Т. 142. – С. 126659.

52. Zhandybayev O., Malimbayeva A., Yelibayeva G. Evaluating the effects of different nutrient management strategies on apple (*Malus Pumila*) in intensive orchards of Kazakhstan. Results from a 4-year study// *Soil science and agrochemistry*. – 2023. – № 2. – P. 67-77.

53. Pair C. H. (ed.). Sprinkler irrigation. – Sprinkler Irrigation Association, 1969.

54. Camp C. R. Subsurface drip irrigation: A review// *Transactions of the ASAE*. – 1998. – Т. 41. – № 5. – С. 1353-1367.

55. Ochsner T. E. et al. State of the art in large-scale soil moisture monitoring// *Soil Science Society of America Journal*. – 2013. – Т. 77. – № 6. – С. 1888-1919.

56. Garbowski T. et al. An overview of natural soil amendments in agriculture// *Soil and Tillage Research*. – 2023. – Т. 225. – С. 105462.

57. Lima D. L. D. et al. Effects of organic and inorganic amendments on soil organic matter properties// *Geoderma*. – 2009. – Т. 150. – № 1-2. – С. 38-45.

58. Junior E. C. et al. Effects of liming on soil physical attributes: a review// *Journal of Agricultural Science*. – 2020. – Т. 12. – № 10. – P. 21.

59. Bello S. K. et al. Mitigating soil salinity stress with gypsum and bio-organic amendments: A review// *Agronomy*. – 2021. – Т. 11. – № 9. – С. 1735.
60. Siddiqui S. et al. Role of soil amendment with micronutrients in suppression of certain soilborne plant fungal diseases: a review// *Organic amendments and soil suppressiveness in plant disease management*. – 2015. – С. 363-380.
61. Matsuoka K. Methods for nutrient diagnosis of fruit trees early in the growing season by using simultaneous multi-element analysis// *The Horticulture Journal*. – 2020. – Т. 89. – № 3. – С. 197-207.
62. WANG G. et al. Key minerals influencing apple quality in Chinese orchard identified by nutritional diagnosis of leaf and soil analysis// *Journal of Integrative Agriculture*. – 2015. – Т. 14. – № 5. – С. 864-874.
63. Kai T. et al. Analysis of chemical and biological soil properties in organically and conventionally fertilized apple orchards// *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*. – 2016. – Т. 5. – № 2. – С. 92-99.
64. Gallardo R. K. et al. Perceptions of precision agriculture technologies in the US fresh apple industry// *HortTechnology*. – 2019. – Т. 29. – № 2. – С. 151-162.
65. Kipp J. A. Thirty years fertilization and irrigation in Dutch apple orchards: a review// *Fertilizer research*. – 1992. – Т. 32. – С. 149-156.
66. Neilsen G.H. et al. Annual bloom-time phosphorus fertigation affects soil phosphorus, apple tree phosphorus nutrition, yield, and fruit quality// *HortScience*. – 2008. – Т. 43. – №. 3. – С. 885-890.; Fageria V. D. Nutrient interactions in crop plants// *Journal of plant nutrition*. – 2001. – Т. 24. – №. 8. – С. 1269-1290.
67. Mazzola M., Hewavitharana S. S., Strauss S. L. Brassica seed meal soil amendments transform the rhizosphere microbiome and improve apple production through resistance to pathogen reinfestation// *Phytopathology*. – 2015. – Т. 105. – № 4. – С. 460-469.
68. Dong X., Kim W. Y., Lee K. H. Drone-based three-dimensional photogrammetry and concave hull by slices algorithm for apple tree volume mapping// *Journal of Biosystems Engineering*. – 2021. – С. 1-11.
69. Gao J. et al. Land-use change from cropland to orchard leads to high nitrate accumulation in the soils of a small catchment// *Land degradation & development*. – 2019. – Т. 30. – № 17. – С. 2150-2161.
70. El Jaouhari N. et al. Assessment of sustainable deficit irrigation in a Moroccan apple orchard as a climate change adaptation strategy// *Science of the total environment*. – 2018. – Т. 642. – С. 574-581.
71. Trunov Yu. V. Optimizatsiya sistemy udobreniya yabloni v intensivnykh sadakh TSCHR. – 2018. - С. 40-58.
72. Xie J. et al. Streamlining traceability data generation in apple production using integral management with machine-to-machine connections// *Agronomy*. – 2022. – Т. 12. – № 4. – С. 921.
73. Granatstein D. et al. Assessing the environmental impact and sustainability of apple cultivation// *Achieving sustainable cultivation of apples*. Burleigh Dodds Science Publishing, - 2017. – С. 547-574.
74. Herz A. et al. Managing floral resources in apple orchards for pest control: Ideas, experiences and future directions// *Insects*. – 2019. – Т. 10. – № 8. – С. 247.

ТҮЙІН

О. Жандыбаев^{1*}, А. Малимбаева¹, Р. Жумабаева²АЛМА АҒАШЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІН ЖӘНЕ ЖЕМІСТЕРДІҢ САҚТАЛУ МЕРЗІМІН
АРТТЫРУ ҮШІН МИНЕРАЛДЫ ҚОРЕКТЕНДІРУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУДЫҢ
ЗАМАНАУЙ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ¹ КЕАҚ "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті",

050010, Алматы, Абай даңғылы 8, Қазақстан, *e-mail: mr.orken@yandex.kz

² КЕАҚ "М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті",

160012, Шымкент, Тауке Хан даңғылы, 5, Қазақстан,

e-mail: zhytambaeva_r@mail.ru

Қазіргі алма бақтарында тұрақты жеміс өндіруге қол жеткізу және сапалы сақтауды қамтамасыз ету маңызды. Бұл шолуда минералды қоректендіруді оңтайландыруға арналған, өнімділікті және жемістердің сақталу мерзімін арттыруға бағытталған заманауи әдістерді зерттейді. Минералды тыңайтқыштардың тиімділігін арттыруға, теңгерімді қоректендіруді сақтауға және азот, фосфор, калий, кальций және бор сияқты негізгі қоректік заттардың маңызды рөлін түсінуге назар аудара отырып, алма бағын басқаруды жақсартудың әртүрлі стратегиялары қарастырылады. Шолу тұрақты, жоғары сапалы жеміс өніміне қол жеткізу үшін әртүрлі өсу кезеңдерінде және фенологиялық фазаларында өсімдіктердің қоректік заттарға қажеттілігін түсінудің маңыздылығын атап көрсетеді. Сонымен қатар, ол оңтайлы өнімділік пен экономикалық өміршеңдікті қамтамасыз ететін алма бақтарының нақты қажеттіліктеріне сәйкес минералды қоректену тәжірибесін бейімдеу үшін үздіксіз диагностикалық бағалаулар қажеттігін атап көрсетеді.

Түйінді сөздер: алма бақтары, минералды қоректену, өнімділікті арттыру, жемістерді сақтау, тұрақты ауыл шаруашылығы, қоректік заттарды басқару, бақ шаруашылығы.

РЕЗЮМЕ

О. Жандыбаев^{1*}, А. Малимбаева¹, Р. Жумабаева²ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
ЯБЛОКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И ЛЁЖКОСПОСОБНОСТИ ПЛОДОВ¹ НАО "Казахский национальный аграрный исследовательский университет",
050010, Алматы, проспект Абая 8, Казахстан, *e-mail: mr.orken@yandex.kz² НАО "Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова",

160012, Шымкент, проспект Тауке Хана, 5, Казахстан,

e-mail: zhytambaeva_r@mail.ru

Достижение устойчивого производства фруктов и обеспечение их сохранения качества имеют первостепенное значение в современных яблоневых садах. В этом обзоре рассматриваются современные методы оптимизации минерального питания с целью повышения урожайности и сохранности плодов. Рассмотрены различные стратегии улучшения управления яблоневым садом с упором на максимальную эффективность минеральных удобрений, поддержание сбалансированного питания и понимание решающей роли ключевых питательных веществ, таких как азот, фосфор, калий, кальций и бор. В обзоре подчеркивается важность понимания потребностей растений в питательных веществах на разных стадиях роста и фенологических фазах для достижения устойчивого и высококачественного производства фруктов. Кроме того, в нем подчеркивается

необходимость постоянных диагностических оценок для адаптации практики минерального питания к конкретным потребностям яблоневых садов, обеспечивая оптимальную производительность и экономическую жизнеспособность.

Ключевые слова: яблоневые сады, минеральное питание, повышение урожайности, сохранение фруктов, устойчивое сельское хозяйство, управление питательными веществами, управление садом.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

1. Zhandybayev Orken Serpinuly - Ph.D. student of the Department of «Soil Science, Agrochemistry and Ecology», e-mail: mr.orken@yandex.kz

2. Malimbayeva Almagul Jumabekovna - Associate Professor of the Department of «Soil Science, Agrochemistry and Ecology», Candidate of Agricultural Sciences, e-mail: malimbaeva1903@yandex.ru

3. Zhumabayeva Roza Ortaevna - Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, South Kazakhstan State University, Tauke Khan, e-mail: zhymabaeva_r@mail.ru

ГРНТИ 68.05.01; 68.05.45

DOI: [10.51886/1999-740X.2024.2.94](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2024.2.94)**М.А. Ибраева¹, А.А. Курманбаев^{1*}****АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЕННОЙ НАУКИ КАЗАХСТАНА**

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,

*e-mail: wberel@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются и предлагаются на суд общественности наиболее острые, актуальные и нерешенные проблемы почвенной науки в Казахстане. Авторы предлагают свое видение решения этих проблем.

Ключевые слова: деградация почв, опустынивание почв, засоление почв, здоровье почв, секвестрация углерода, регенеративное земледелие.

В статье ведущих экспертов журнала *Air, Soil and Water Research* обсуждается возрастающий междисциплинарный характер исследования почв для понимания почвенных процессов и важности почвы для общества. Цели устойчивого развития (ЦУР), предлагаемые ООН тесно связаны с состоянием почвы и ее здоровьем, включая (1) устойчивое производство продуктов питания, (2) обеспечение здорового образа жизни и снижение экологических рисков (ЦУР 3), (3) обеспечение доступности воды (ЦУР 6) и (4) повышение секвестрации углерода почвой из-за изменения климата (ЦУР 13). Решение многих социальных проблем увязано с глобальными вызовами для почвенной науки. Среди важнейших проблем отмечены биоремедиация загрязненных почв для обеспечения здоровья человека; угроза снижения биоразнообразия в почвах; загрязнение почв токсичными соединениями, особенно микропластиком; лесные пожары; комплексная реабилитация деградированных территорий с использованием зеленых технологий; цифровое картирование почв с использованием бесконтактных датчиков; создание климатически оптимизированного сельского хозяйства для секвестрации углерода. Авторы считают, что воздействие лесных пожаров и деятельности человека (урбанизация, индустриализация, транспорт, сельское

хозяйство) на почвенные микроорганизмы (биоразнообразие) и, следовательно, биогеохимические циклы, особенно органический углерод, питательные вещества и загрязнители, а также доступность воды должны быть основными целями исследований научного сообщества [1].

В Республике Казахстан также все больше расширяется круг вопросов и проблем в области почвоведения, которые требуют безотлагательного решения с использованием интеллектуального потенциала научного сообщества почвоведов страны.

Почвоведение - наука о почвах, их генезисе, составе, географическом распространении, о путях рационального использования и охране почв [2].

Эффективно развивать прикладные исследования возможно только если, с одной стороны существует солидный задел в фундаментальных исследованиях, а с другой – есть куда их прикладывать. Поэтому проблематика соотношения фундаментального и прикладного направления в науке приобретает скорее не методологическое, а социально-политическое и административное звучание. Для современного этапа научно-технического развития характерно использование методов фундаментальных исследований для решения прикладных проблем [3].

Территория нашей страны отличается многообразием почвенного покрова обусловленного различными климатическими и геологическими условиями. При этом распределение почв подчинено законам горизонтальной и вертикальной почвенной зональности. За период своей деятельности Институтом выполнен большой объем почвенно-географических, почвенно-мелиоративных, почвенно-эрозионных, почвенно-геохимических исследований с составлением целой серии тематических почвенных карт, рекомендациями по их рациональному использованию и охране. Накоплен значительный научный материал фундаментального значения, разработан ряд приемов и способов повышения плодородия почв.

В современных условиях с усиливающимися климатическими изменениями, обострением экологической ситуации в стране значение почвенной науки неизмеримо должно повышаться и приобретать новую актуальность.

Наиважнейшая проблема почвоведения Казахстана – практически исчезнувшие фундаментальные исследования, результаты которых закладывают основу для последующих прикладных исследований, связанных с разработкой технологий по воспроизводству, сохранению и охране почв на многие годы вперед. В настоящее время в профильном *Казахском НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова* исчезли фундаментальные исследования по генезису почв, минералогии, физике и химии почв, мелиоративному почвоведению, биологии почв и др. Особенность фундаментальных исследований (ФИ) в том, что в почвоведении они длительные и рассчитаны на 10-20 лет, поскольку почвенные процессы, например, гумусонакопление заметно только через 10-15 лет. По мнению немецких ученых: «Изменения в содержании углерода и азота протекают

очень медленно и при смене способов землепользования в практических условиях величина их может быть доказана, если наблюдения проводятся в течение 10 лет и более» [4]. Потому уклон в прикладные исследования не может привести ни к чему хорошему.

Следующая по значимости проблема для почвенной науки деградация и опустынивание почв. Эта проблема напрямую связана с продовольственной безопасностью страны. Учитывая, что большая часть территории Казахстана располагается в засушливой зоне, в настоящее время процессам опустынивания из 273,5 млн га территории подвержено около 191,1 млн га. Большой ущерб приносит развитие деградации почв, которой подвержено в разной степени около 75 % территории. Так, академик А.Т. Хусаинов бьет тревогу по поводу возможной потери независимости в области производства продукции животноводства ввиду неуклонной деградации пастбищ Казахстана. По его расчетам ущерб от деградации пастбищ составляет \$963,2 млн/год [5]. В статье «Экологические проблемы природных кормовых угодий Казахстана как глобальной экосистемы биосферы» приведен прогноз специалистов Всемирной продовольственной Программы (ФАО) ООН, согласно которому к 2050 г. Казахстан полностью будет импортировать животноводческую продукцию из-за глобальной деградации сенокосов и пастбищ [6]. Такая же проблема остро стоит и для пахотных почв республики: потеряв плодородие почв пашни, Казахстан может остаться без источников питания и также вынужден будет импортировать продукцию растениеводства.

В результате деградации земель, перевода их в другие виды пользования, из сферы сельскохозяйственного производства исключаются значительные площади угодий. Общеизвестно, что причинами деградации почв сельско-

хозяйственного назначения является комплекс взаимосвязанных причин: отношение к почве только как средству производства, интенсивные технологии обработки почв, монокультура, глобальное потепление климата. По данным Министерства сельского хозяйства в Республике Казахстан числится более 90 млн га эродированных и эрозионно-опасных земель, из них фактически эродированных – 29,3 млн га. Подверженных ветровой эрозии (дефлированных) насчитывается 24,2 млн га или 11,3% сельскохозяйственных угодий [7]. Основные площади сельскохозяйственных угодий, подверженных ветровой эрозии, находятся в Алматинской области – около 5 млн га, Атырауской и Туркестанской – по 3,1 млн га, Кызылординской – 2,8 млн га, Жамбылской и Актюбинской – более чем по 2,0 млн га. Наибольшая доля эродированных сельскохозяйственных угодий (более 30% от их общей площади) находится в Алматинской, Атырауской и Туркестанской областях. Наименьший удельный вес эродированных земель (до 5%) в составе сельскохозяйственных угодий числится в Акмолинской, Карагандинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областях. Подверженные водной эрозии (смытые) из общей площади эродированных земель, занимают площадь 4,9 млн га или 2,3% сельскохозяйственных угодий. Упущенный доход от эрозии пашни доходит до \$779 млн/год.

Такое положение дел делает актуальными проблемы воссоздания научных основ борьбы с эрозией почв. Требуется разработка радикальных мер по предотвращению почвенной эрозии и восстановлению эродированных почв.

Ещё одной проблемой в Республике Казахстан, является загрязнение почв тяжелыми металлами, которая имеет статус не только республиканского, но и международного значения. По данным Национального доклада о состоянии окружающей среды и об исполь-

зовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2021 год отмечается, что загрязнение почв тяжелыми металлами, особенно в окрестностях крупных городов и промышленных центров, стало одной из актуальных экологических проблем Казахстана [8]. В промышленных регионах республики сформировались значительные очаги антропогенных нарушений и загрязнений почвенного покрова: Усть-Каменогорск, Риддер, Жезказган, Шымкент, Караганда. Здесь содержание в почве свинца, меди, цинка, кадмия значительно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК).

В докладе подчёркивается, что по данным Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан загрязнение нефтью и нефте-продуктами наблюдается на площади более чем в 1,5 млн га. Большая доля загрязнения почв и окружающей среды приходится на Атыраускую - 59%, Актюбинскую - 19%, Западно-Казахстанскую - 13% и Мангистаускую - 9% области. Общая площадь нефтяного загрязнения в Западном Казахстане составляет 194 тыс. га, а объем разлитой нефти – более 5 млн тонн [4].

Большой урон наносится почвам предприятиями горнодобывающей промышленности. Всего в республике числится 2888 предприятий и организаций, имеющих на своей территории нарушенные земли. В 2021 году по республике было нарушено 3,7 тыс. га, отработано нарушенных земель 15,9, что составляет всего 0,43% от общей площади нарушенных земель и рекультивировано 61,1 га или 1,65% нарушенных земель. Наибольшая площадь нарушенных земель в Костанайской области 1,9 тыс. га. [9].

Это требует принятия мер по проведению, финансируемых на уровне государства фундаментальных и прикладных исследований, разработке научных основ и практических приемов по

рекультивации нарушенных недропользователями почв.

Согласно «Информации об использовании и мелиоративном состоянии орошаемых земель, техническом состоянии коллекторно-дренажной сети, о проводимых мероприятиях по улучшению орошаемых земель за 2016 год», подготовленной Комитетом по водным ресурсам по запросу Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, из общей площади орошаемых земель 2 109,095 тыс. га в 2016 году не использовались 569,205 тыс. га или 27,0%. Основной причиной недоиспользования орошаемых земель является значительный износ и выход из строя оросительных и дренажных систем, сопровождающиеся ухудшением мелиоративного состояния земель [5].

«Концепция перехода Республики Казахстан к зеленой экономике» рассматривает опустынивание как серьезный повод для беспокойства и предусматривает придерживаться принципов «зеленого» сельского хозяйства, которые обеспечат развитие сектора и в то же время позволят сохранить и улучшить окружающую среду. Среди них:

- а) предотвращение деградации земель и восстановление деградированных земель;
- б) предотвращение дальнейшего выбивания пастбищ;
- в) эффективное использование воды;
- д) минимизация и повторное использование отходов;
- е) улавливание углекислого газа.

В республике числится 35,8 млн га засоленных и 58,2 млн га комплексов солонцовых почв. Большую озабоченность на орошаемых землях юга Казахстана вызывает проблема их мелиоративного состояния. По данным Комитета по управлению земельными ресурсами на территории четырех южных областей республики (Туркестан-

ской, Кызылординской, Жамбылской и Алматинской областях) из 1,55 млн га орошаемых земель не используется 236,9 тыс. га или 15,2%, вторичному засолению подвержено более 100 тыс. га, потери доходов на таких почвах составляют более \$375 млн/год [10].

Более 70 % площади пашни имеют очень низкое и низкое содержание гумуса, его средневзвешенное содержание снизилось от 1,5 до 0,5% с неблагоприятными качественными характеристиками. Почвоведы Казахстана ежегодные потери гумуса в среднем оценивают в пределах 0,6-1,2 т/га, особенно эти потери усиливаются на эродированных землях. За последние 10 лет по всем типам почв произошло снижение содержания доступных для растений элементов питания: более 55% пашни имеет очень низкое и низкое содержание легкогидролизуемого азота, около половины площади пашни относится к очень низкой обеспеченности по содержанию подвижного фосфора.

В Казахстане истощение пашни создает огромные социальные, экономические, экологические проблемы. Снижение доходов населения, за счет недобора потенциального урожая составляет \$2,4 млрд/год.

Во многих странах мира состояние почвенного покрова не лучше, чем в РК, и вызывает серьезную озабоченность в связи с задачами устойчивого развития, поэтому ФАО оказывает содействие в информационной поддержке по решению глобальных проблем в области сельскохозяйственного производства, направленных на воспроизводство плодородия почв, распространяя передовой и успешный опыт в этой области. Акценты ставятся на оздоровление почв для получения безопасной и здоровой пищи, переход на ресурсосберегающее, регенеративное и точное земледелие.

Казахстан в рамках проводимого Десятилетия ООН по восстановлению

экосистем (2021-2030 гг.) включился во внедрение практик устойчивого землепользования. В этой связи одним из важных и актуальных шагов является переход на регенеративное или ресурсосберегающее земледелие, которое созвучно с Концепцией оздоровления почв.

Согласно мнению С. Корси (2017) задачи фермеров, придерживающихся принципов системы почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия (ПРЗ), и ученых почвоведов совпадают - необходимо создание самовосстанавливающихся агроэкосистем. Практика ПРЗ основывается на постоянной и полной защите почвы посредством поддержания видового разнообразия:

1. На поверхности почвы должен оставаться защитный слой растительности (мульча или покровные культуры).

2. Механическое нарушение почвы должно быть доведено до минимума, исключая только процессы, связанные с посевом и внесением удобрений.

3. Хорошо спланированный и с экономической точки зрения эффективный севооборот гарантирует увеличение органического вещества, как на поверхности, так и в верхнем слое почвы. Это также, обеспечивает поверхностную защиту и благоприятствует развитию жизни в почве и тем самым поддерживает и улучшает её структуру, снижает темпы развития эрозии и испарения влаги, повышает водоудерживающую способность почвы и доступность питательных элементов для растений [11].

Сравним вышеприведенные принципы с принципами оздоровления почв:

1. Защита поверхности почвы.

2. Минимальное химическое и физическое воздействие.

3. Разнообразие живых форм, включая растения, животных и насекомых.

4. Максимум живых корней в почве в течение года.

5. Включение сельскохозяйственных животных в экосистему.

Эти пять принципов универсальны для любой территории, на которой произрастают растения. Однако для реализации этих принципов могут использоваться разные «инструменты», например, различные товарные и покровные культуры и виды сельскохозяйственных животных [12].

Если обратиться к системе регенеративного земледелия (РЗ), которое Schreefel et al. [13] определили как «подход к сельскому хозяйству, который использует сохранение почвы в качестве отправной точки для регенерации и содействия множеству обеспечивающих, регулирующих и поддерживающих услуг с целью, чтобы это улучшило не только окружающую среду, но и социальные и экономические аспекты устойчивого производства продуктов питания», то и здесь в основе пять принципов:

1. Свести к минимуму нарушение почвы.

2. Сохранять почву покрытой круглый год.

3. Сохранять живые растения и корни в почве как можно дольше.

4. Учитывать биоразнообразие.

5. Интегрировать животных.

Как мы видим, у этих подходов имеется полное смысловое совпадение. В связи с вышеизложенным задача почвоведов подвести научный фундамент под эти системы земледелия, а именно сформировать новые научные знания об особенностях протекания почвенных процессов во времени при ведении данных систем земледелия, особенно процессов трансформации гумуса/углерода в почве.

В Казахстане есть отдельные хозяйства, которые применяют принципы органического земледелия. Так, в Костанайской области ТОО «Трояна», руководителем которого является Ю.М. Малышко, на основе внедрения систе-

мы биологизации земледелия добилось успехов в получении устойчивых урожаев и повышения гумусированности почв. В хозяйстве за основу ведения земледелия взят принцип плодосмена, отказ от почвообработок и паров в любом их виде [14]. Но эти успехи не стали повсеместным опытом, в силу косности руководителей хозяйств.

Еще одним из важных вопросов фундаментального почвоведения является вопрос адаптации классификации казахстанских почв, основанной на классификации почв СССР к международному стандарту таксономической иерархии почв Мировой реферативной базы почвенных ресурсов (*The World Reference Base – WRB*), разработанной под эгидой IUSS и FAO. Решение этого вопроса может быть возможным путем объединения усилий почвоведов республики из ВУЗов и профильных НИИ, и, в первую очередь, Казахского НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, государственных и уполномоченных органов в сфере управления земельными ресурсами. Российские почвоведы такую работу проделали, но они справедливо отмечают, что «... разнообразие свойств почв и сложность их связей с факторами почвообразования делают почти невозможной прямую корреляцию почв большинства национальных классификаций с международной, и назначение WRB заключается в поиске аналогов тех или иных почв в национальных системах. Главное различие между принципами WRB и используемой географами «Классификации и диагностики почв СССР» заключается в приоритете свойств почв в первой и приоритете факторов почвообразования во второй». Принцип WRB заключается в использовании для диагностики почв их свойства, видимые в профиле в форме диагностических горизонтов, свойств и материалов. Все это вместе взятое может ограничивать сферу применения почвоведением сис-

темы WRB, однако ее гибкость, использование конкретных и количественных параметров, возможность включения многих и разных характеристик почвы делают ее привлекательной не только для почвоведов, занимающихся картографированием, мониторингом и прикладными задачами, но и для геохимиков, ландшафтоведов, геоэкологов [15]. Эта длинная цитата из статьи М.И. Герасимовой должна стать пищей для размышления почвоведов РК. Данная проблема как и стандартизация и автоматизация методов исследования почв в рамках системы GLOSOLAN, позволит облегчить публикацию результатов исследований ученых в высокорейтинговых цитируемых зарубежных изданиях в рамках WoS и Scopus.

В Казахстане практически перестали проводить по причине не востребо- ванности анализы фракционного состава гумуса, которые крайне важны для оценки качества почв. То же касается методов анализа агрегатного состояния почв. Целые направления исследований водно-физических свойств почвы, генезиса почв вообще и засоленных почв, в частности, и многие другие прекратили своё существование. Все сведено к определению количественного содержания гумуса, подвижных и валовых форм элементов питания, тяжелых металлов. А без вышеуказанных анализов невозможно понимание происходящих в почве процессов, на основании чего можно прогнозировать и моделировать направленность их развития в условиях изменения климата.

В последние годы все больше проявляется интерес к созданию карбоновых полигонов, которые в Казахстане как таковые отсутствуют. Хотя их необходимость и ценность важна для оценки уровня секвестрации углерода и его производства на огромной территории республики, ориентированной на аграрное производство и для снижения интенсивности процессов деградации

почв. Необходимо организовать не менее 3-5 полигонов по основным типам почв РК для оценки возможности секвестрации углерода почвами в составе гумуса на базе дочерних организаций НАО «НАНОЦ» по природным зонам республики.

Назрел и вопрос включения в агрохимическое обследование почв показателей здоровья почв. Здоровье почв (ЗП) – современное ключевое понятие мирового почвоведения. Оно трактуется как биологическая категория, отражающая состояние динамики активности биотического компонента в органоминеральном (неживой части) комплексе почвы [16]. В «пересмотренной Всемирной хартии почв» в 2015 г. *здоровье почв* рассматривается как одно из главных условий, необходимых для удовлетворения разнообразных потребностей в продовольствии, биомассе (энергии), волокнах, кормах и других видах продукции, а также для обеспечения основных экосистемных услуг во всех регионах мира. Напомним, что сама по себе хартия FAO призывает правительства всех стран рассматривать почвенный покров Земли и каждой страны как всемирное достояние человечества. Большие успехи в разработке тестов ЗП достигнуты в США, здесь будет уместным упомянуть набор тестов фирм *Solvita* и протоколы, разработанные *Cornell Soil health lab*. [17]. Министерство сельского хозяйства США для оценки ЗП предлагает протоколы, которые рекомендуются для фермеров: *Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures Soil Health. Technical Note № 450-03 2019* [18]. Это позволяет фермерам понять текущее состояние здоровья почв и предпринять меры по оздоровлению, когда это необходимо.

В Казахстане данный показатель не принят как таковой, тем не менее Концепция здоровья почвы находит по-

нимание у сельхозпроизводителей [19], принятие которой будет означать для аграриев смену акцентов с урожая растений на биотический компонент почв.

Во многих странах мира принято на законодательном уровне понятие о редких почвах, которые охраняются в специально созданных на базе национальных природных парков почвенных заказниках и заповедниках, охраняемых и финансируемых государством; созданы Красные книги почв. Надеемся, что и Казахстан в рамках обсуждаемого сейчас Закона РК «Об охране почв» придет к осознанию и принятию аналогичных законодательных норм. Это позволило бы сохранить стандарты основных типов почв для будущих поколений, для ведения сравнительных мониторинговых исследований состояния качества и здоровья почв, на базе этих площадок было бы возможным создание учебных центров по повышению квалификации специалистов, использующих почвенные ресурсы в профессиональной деятельности, обучение молодежи и т.д.

В целом, с точки зрения развития фундаментальных исследований в области почвоведения необходим Мегапроект, целью которого *будет разработка научных основ и практических приемов сохранения и воспроизводства здоровья и плодородия почв Казахстана* с привлечением геоботаников, земледельцев, агрономов, генетиков, зоологов, микробиологов, экологов и др. Данный Мегапроект позволил бы решить задачи проведения полной инвентаризации всего почвенного покрова Казахстана с применением современных научных методов наукоемких спутниковых (космических) и геоинформационных технологий; оценки современного гумусного состояния и здоровья почв, в том числе на молекулярном уровне с составлением соответствующей информационной системы, которая также в дальнейшем

будет служить основой мониторинга исследуемой территории. Учитывая важность сохранения почв для будущих поколений и благополучия экосистем РК предлагаем государственным научным приоритетом номер один сделать Оздоровление почв Казахстана.

Мы понимаем важность пропаганды знаний о почве для молодого поколения страны, нужны общественные организации и движения по охране почв, необходимо формирование отношения к почве как к матери-кормилице, следует перестать рассматривать её только как средство производства. В этой связи очень актуальна цитата из монографии Д.Р. Монтгомери: «Хищническую эксплуатацию как возобновляемых, так и невозобновляемых ресурсов невозможно не заметить, но одновременно практически невозможно остановить в рамках системы, вознаграждающей тех, кто максимально повышает мгновенную рентабельность, даже если это истощает жизненно необходимые в долгосрочной перспективе ресурсы. Очевидный пример – истребление по всему миру лесных и рыбных ресурсов, однако продолжающиеся потери почвенного слоя, производящего

более 95 % нашего продовольствия, представляют собой потенциально намного более серьезную проблему. Необходимо ввести в действие иные, нерыночные механизмы – культурные, религиозные или правовые – чтобы решить сложную задачу построения индустриального общества с постиндустриальным сельским хозяйством. Как ни странно, это звучит, выживание цивилизации должно быть обусловлено отношением к почве как к капиталовложению, как к ценному наследию, а не как к товару – то есть пора перестать считать ее просто грязью» [20].

Таким образом, проблемы почвенной науки Казахстана те же, что и мировой науки, только они у нас стоят острее. За всеми красивыми названиями проблем стоит одна задача возрождения жизни почвы как основы для восстановления её экосистемных функций, плодородия, биогеохимических круговоротов углерода, азота и воды, самоочищающей способности и др. для решения в конечном счете социальных вопросов здоровья человека, его благосостояния, устойчивого развития сельскохозяйственного производства и продовольственной безопасности страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rodrigo-Comino J, López-Vicente M, Kumar V, et al. Soil Science Challenges in a New Era: A Transdisciplinary Overview of Relevant Topics// *Air, Soil and Water Research*. - 2020. - P. 13.
2. М.А. Шепелев. Почвоведение. Учебное пособие. – Костанай. – 2019. – 138 с.
3. В.Г. Горохов Фундаментальные и прикладные исследования, а не фундаментальные и прикладные науки// *Эпистемология и философия науки*. – 2014. – Т. XL. – № 2. – С. 19-28.
4. M. Körschens, E.Schulz. Die organische Bodensubstanz: Dynamik - Reproduktion – ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. Leipzig – Halle, 1999 – 74 s.
5. Хусаинов А.Т. Экологические проблемы природных кормовых угодий Казахстана как глобальной экосистемы биосферы// *Вестник ТГУ*, 2013. - Т. 18. - Вып. 2 – С. 547-551.
6. Хусаинов А.Т. Экологические проблемы природных кормовых угодий Казахстана как глобальной экосистемы биосферы// *Вестник ТГУ*, 2013. - Т. 18. Вып.2. – С. 547-551.

7. Сводный аналитический отчёт о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2021 г. Нур-Султан, 2021. - 334 с.
8. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2021 год. Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан. - 513 с.
9. Заключительный отчет Казахстана по Программе определения целевых показателей LDN (Land Degradation Neutrality, Нейтральный баланс деградации земель) Astana 2018.
10. Токбергенова А.А., Киясова Л.Ш. Качественное состояние земельных ресурсов республики Казахстан// Вестник КазНТУ. – 2015. – №3. – С. 12-16.
11. С. Корси. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие. - Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций Анкара, -2017. – 158 с.
12. Гейб Браун, Рольф Дерпш, Дуэйн Бек и др. Здоровье почв. Пятое информационно-справочное издание. - 64 с.
13. Schreefel, L.; Schulte, R.P.; De Boer, I.J.; Schrijver, A.P.; Van Zanten, H.H. Regenerative agriculture–the soil is the base// Glob. Food Secur. - 2020. - Т. 26. - Р. 100404
14. [Electronic resource]: Агробизнес, Статьи от 15.11.2019. Access mode: <https://agbz.kz/jurij-malyshko-glavnoe-eto-rabotaj-ushhaya-sistema-v-kotoruju-mozhno-pri-neobhodimosti-vvodit-otdelnye-novye-elementy>, free.
15. М.И. Герасимова. Международная классификация почв и возможности её применения в географических исследованиях// Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2019. – №3. – С. 49-56.
16. А.М. Семенов, М.С. Соколов. Концепция здоровья почвы: фундаментально-прикладные аспекты обоснования критериев оценки// Агрохимия, 2016.- № 1.- С.3–16.
17. Comprehensive Assessment of Soil Health Training Manual Edition 3.2, 2017 // manual.pdf (cornell.edu).
18. Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures Soil Health. Technical Note № 450-03 2019 Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures (farmlandinfo.org).
19. А. Курманбаев, Т.Р. Сүндет. Концепция почвенного здоровья и современные индикаторы здоровья почв// Почвоведение и агрохимия. – 2023. – №2. – С. 91-106.
20. Д.Р. Монтгомери. Почва. Эрозия цивилизаций. – Анкара: Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Субрегиональное отделение по Центральной Азии, 2015 – 434 с.

REFERENCES

1. Rodrigo-Comino J, López-Vicente M, Kumar V, et al. Soil Science Challenges in a New Era: A Transdisciplinary Overview of Relevant Topics// Air, Soil and Water Research. - 2020. - P. 13
2. М.А. Шепелев. Почвоведение. Учебное пособие. – Костанай. – 2019. – 138 с.
3. V.G. Gorokhov Fundamentalnye i prikladnye issledovaniya, a ne fundamen-talnye i prikladnye nauki// Epistemologiya i filosofiya nauki. – 2014. – Т. XL. – №2. – С. 19-28.
4. M. Körschens, E.Schulz. Die organische Bodensubstanz: Dynamik - Reproduktion – ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. Leipzig – Halle, 1999 – 74 s.

5. Khusainov A.T. Ekologicheskiye problemy prirodnnykh kormovykh ugody Kazakhstana kak globalnoy ekosistemy biosfery// Vestnik TGU. - 2013. - T.18. - Vyp.2. – S. 547-551.
6. Khusainov A.T. Ekologicheskiye problemy prirodnnykh kormovykh ugody Kazakhstana kak globalnoy ekosistemy biosfery// Vestnik TGU. - 2013. - T.18. - Vyp.2. – S. 547-551.
7. Svodny analitichesky otchyot o sostoyanii i ispolzovanii zemel Respubliki Kazakhstan za 2021 g. Nur-Sultan, 2021. - 334 s.
8. Natsionalny doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy i ob ispolzovanii prirodnnykh resursov Respubliki Kazakhstan za 2021 god. Ministerstvo ekologii, geologii i prirodnnykh resursov Respubliki Kazakhstan. - 513 s.
9. Zaklyuchitelny otchet Kazakhstana po Programme opredeleniya tselevykh pokazateley LDN (Land Degradation Neutrality, Neytralny balans degradatsii zemel) Astana 2018.
10. Tokbergenova A.A., Kiyasova L.Sh. Kachestvennoye sostoyaniye zemelnykh resursov respubliki Kazakhstan// Vestnik KazNTU. – 2015. – № 3. – S. 12-16.
11. S. Korsi. Pochvozashchitnoye i resursosberegayushcheye zemledeliye. - Prodovol'stvennaya i selskokhozyaystvennaya Organizatsiya Obyedinennykh Natsy Ankara, 2017. – 158 s.
12. Geyb Braun, Rolf Derpsh, Dueyn Bek i dr. Zdorovye pochv. Pyatoye informatsionno-spravochnoye izdaniye. - 64 s.
13. Schreefel, L.; Schulte, R.P.; De Boer, I.J.; Schrijver, A.P.; Van Zanten, H.H. Regenerative agriculture—the soil is the base// Glob. Food Secur. - 2020. - 26. - P 100404.
14. [Electronic resource]: Агробизнес, Статьи от 15.11.2019. Access mode: [https://agbz.kz/jurij-malyshko-glavnoe-eto-rabotaj uskhaya-sistema-v-kotoruju-mozhno-pri-neobhodimosti-vvudit-otdelnye-novye-elementy](https://agbz.kz/jurij-malyshko-glavnoe-eto-rabotaj-uskhaya-sistema-v-kotoruju-mozhno-pri-neobhodimosti-vvudit-otdelnye-novye-elementy), free.
15. M.I. Gerasimova. Mezhdunarodnaya klassifikatsiya pochv i vozmozhnosti eyo primeneniya v geograficheskikh issledovaniyakh// Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya. – 2019. – № 3. – S. 49-56.
16. A.M. Semenov, M.S. Sokolov. Kontseptsiya zdorovya pochvy: fundamentalno-prikladnye aspekty obosnovaniya kriteriyev otsenki// Agrokhimiya. - 2016. - №1. -P.3–16.
17. Comprehensive Assessment of Soil Health Training Manual Edition 3.2, 2017 // manual.pdf (cornell.edu).
18. Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures Soil Health. Technical Note № 450-03 2019 Recommended Soil Health Indicators and Asso-ciated Laboratory Procedures (farmlandinfo.org).
19. A. Kurmanbayev, T.R. Syndet. Kontseptsiya pochvennogo zdorovya i sovremennye indikatory zdorovya pochv// Pochvovedeniye i agrokhimiya. – 2023.–№2.– S. 91-106.
20. D.R. Montgomeri. Pochva. Eroziya tsivilizatsy. – Ankara: Prodovol'stven-naya i selskokhozyaystvennaya organizatsiya obyedinennykh natsy. Subregionalnoye otdeleniye po Tsentralnoy Azii, 2015 – 434 s.

ТҮЙІН

М.А. Ибраева¹, А.А.Құрманбаев^{1*}

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТОПЫРАҚТАНУ ҒЫЛЫМЫНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимияғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 75 В,
Қазақстан, *e-mail: wberel@gmail.com

Мақалада Қазақстандағы топырақтану ғылымының ең өзекті, өзекті және шешімін таппаған мәселелері зерттеліп, көпшілік назарына ұсынылған. Авторлар осы мәселелерді шешуге өз көзқарастарын ұсынады.

Түйінді сөздер: топырақтың тозуы, топырақтың шөлейттенуі, топырақтың тұздануы, топырақ саулығы, көміртегі секвестрленуі, регенеративті ауыл шаруашылығы, дәл егіншілік.

SUMMARY

M.A. Ibrayeva, A.A. Kurmanbayev^{1*}

ACTUAL PROBLEMS OF SOIL SCIENCE IN KAZAKHSTAN

¹Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named

after U.U. Usanov, 050060, Almaty, al-Farabi avenue, 75 B, Kazakhstan,

*e-mail: wberel@gmail.com

The article examines and presents to the public the most pressing, relevant and unresolved problems of soil science in Kazakhstan. The authors offer their vision of solving these problems.

Key words: soil degradation, soil desertification, soil salinization, soil health, carbon sequestration, regenerative agriculture, precision agriculture.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Ибраева Мария Аменовна – ведущий научный сотрудник отдела Плодородия и биологии и почв, к с.-х.н., ассоц. профессор, e-mail: ibraevamar@mail.ru

2. Курманбаев Аскар Абылайканович – главный научный сотрудник отдела Плодородия и биологии и почв, д.б.н., профессор, e-mail: wberel@gmail.com

ГРНТИ 68.05.33

DOI: [10.51886/1999-740X_2024_2_105](https://doi.org/10.51886/1999-740X_2024_2_105)

К.М. Пачикин^{1*}, О.Г. Ерохина¹, А.К. Ершибулов¹, Е.Е. Сонгулов¹
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
(НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА)

*¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У.Успанова, 050060, Алматы, аль-Фараби, 75 В, Казахстан,*

**e-mail: kpachikin@yahoo.com*

Аннотация. Западный Казахстан характеризуется обширной территорией, крайне неоднородной по условиям почвообразования и сложной структурой почвенного покрова. На его формирование влияют и негативные антропогенные факторы на фоне опустынивания. Составлена почвенная карта. Обоснована методика комплексного подхода при оценке земельных ресурсов на основе генетического подхода с учетом степени деградации почв.

Ключевые слова: почвенный покров, почвенная карта, деградация почв, агрохозяйственная группировка почв, почвенная электронная база данных.

В Казахстане одним из главных приоритетных направлений интенсивного развития является рациональное и эффективное использование и охрана земельных ресурсов (сохранение, повышение почвенного плодородия и продуктивности земель сельскохозяйственного назначения).

Помимо этого, в условиях нарастающего антропогенного воздействия на почвенный покров возрастает значимость изучения экологической роли почв в функционировании биосферы и ее значение в связях с другими компонентами окружающей среды. В этом отношении проблема сохранения естественного и реабилитации нарушенного почвенного покрова, как основного компонента экосистем, представляется не только актуальной, но и имеющей большую социальную значимость.

Западный Казахстан является территорией, крайне неоднородной по биоклиматическим условиям почвообразования. С юга на север здесь сменяются пустынная, полупустынная, степная зоны, что предопределяет неоднородность почвенного покрова. Однако морфогенетические свойства почв и структура почвенного покрова описываемой территории определяются не только

положением в общей системе биоклиматической широтной зональности, но и в значительной степени провинциальными особенностями, обусловленными их генезисом, возрастом, рельефом, особенностями водного режима и характером почвообразующих пород. В пределах западных областей Республики Казахстан выделено 26 почвенно-географических районов [1].

Помимо этого, почвы формируются в нестабильных условиях, что связано со снижением стока р. Урал, отступанием Каспийского моря и общей аридизацией климата при резком дефиците водных ресурсов. Западный Казахстан также является территорией интенсивной нефтедобычи, что предопределяет высокие антропогенные нагрузки на почвенный покров. В связи с этим возникает необходимость оценки его современного состояния, что неизбежно предполагает постоянное пополнение и составление единого систематического списка почв, многие из которых не были описаны.

Систематические почвенные исследования проводились на территории Западного Казахстана в 50-70-е годы прошлого столетия. Эти материалы, имеющие огромную ценность и важ-

ность до настоящего времени, обобщены в серии монографий [2-6]. Они содержат материалы по результатам почвенных исследований, основанные на их детальном обследовании. Эти почвенно-географические работы, проводившиеся учеными Казахского научно-исследовательского института почвоведения, сопровождались построением схем районирования и составлением почвенных карт масштаба 1:300 000. Однако они осуществлялись в пределах административных единиц (областей), что предопределило некоторые расхождения как в систематике почв, так и в графическом их отображении. Почвенные карты были составлены с привлечением топооснов соответствующего масштаба.

Современные исследования характеризовались территориально ограниченным описанием, но они позволили выявить, что почвенный покров исследуемой территории претерпел значительную трансформацию вследствие как естественно-обусловленных, так и антропогенных факторов [7, 8].

Основной концепцией, определяющей методы получения фактического материала, а также его обработки, является генетический подход [9]. В основу исследований положен сравнительно-географический метод [10]. Полевые исследования выполняются методом ключей-трансект [11]. На этапе проведения маршрутных полевых исследований применяются морфологические методы [12]. Инструментальные методы применяются для определения физико-химических свойств почв, которые проводятся по общепринятым методикам в лаборатории химии почв Казахского НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова [13, 14].

Для пространственного отображения полученных данных используется картографический метод. Генетический подход подразумевает решение вопросов о происхождении почв,

анализе процессов, которые привели к формированию определенных свойств почв, а также их возможных трансформаций при изменении факторов почвообразования [9], позволяет обогащать систематику с выделением новых почвенных разностей, что не противоречит заложенным проверенным постулатам [15]. Объективным отражением географо-генетических исследований является почвенная карта, наглядно отображающая закономерности территориального распространения почв. В современной методике составления почвенных карт произошли существенные изменения в связи с использованием возможностей цифровых технологий.

Вопросы использования методов дистанционного зондирования при изучении и картировании почвенного покрова разрабатываются достаточно давно [16-20], однако до настоящего времени в этом направлении остается много нерешенных проблем. Сложность дешифрирования почв как целостных объектов состоит в том, что они на космических снимках непосредственно не отображаются, а только лишь отдельные их свойства – гумусированность, влажность, карбонатность, засоленность, механический состав, да и то в случае распашки и отсутствия посевов [21-26]. В этой связи основным методом обработки космической информации является косвенное индикационное дешифрирование, которое основывается на установлении взаимосвязи почвы с компонентами ландшафта, в первую очередь с растительностью и рельефом.

В Республике Казахстан накоплен достаточно богатый опыт по использованию материалов дистанционного зондирования при наблюдении за состоянием почв, но, к сожалению, ограниченный как территориально, так и предметно решением вопросов, связанных с потребностями сельскохозяйственного производства [27].

В связи с задачами почвенного картографирования ГИС-технологии используются при создании банка данных, включающих картографическую, аналитическую и текстовую информацию о почвах и имеют большие возможности для развития новых направлений и применения электронных карт. Такие карты характеризуются качественно новыми свойствами при обработке пространственной информации. В электронных картах форма и содержание отображаемой информации могут варьировать неограниченно; они представляют возможность создания трехмерных карт; их можно совмещать с другими электронными картами для создания специфических тематических карт; к таким картам легко подсоединять базы данных с различными характеристиками в соответствии с запросами пользователя; они повышают уровень автоматизации и производительности.

Несмотря на постоянное усовершенствование компьютерных технологий и автоматизации процесса дешифрирования, сплошной и полный анализ изображения пока недоступен машине, что связано с непостоянством признаков природных объектов [24-27]. Наиболее упрощенное распознавание обнаруживают антропогенные объекты, обладающие неизменностью и простотой форм.

Учитывая описанные особенности, составление почвенных карт в настоящее время проводится следующим образом:

1. Предварительная камеральная работа с космическими фотоматериалами - визуальное дешифрирование, выделение контуров, насыщение их по возможности данными прошлых лет

исследований. В результате составляется предварительный макет почвенной карты. На этой основе намечаются ключевые участки, охватывающие в совокупности всё разнообразие почвенного покрова в репрезентативных местах для разработки способов дешифрирования и детального изучения в полевых условиях.

2. Полевые исследования проводятся маршрутным способом для уточнения содержания выделенных контуров, границ почвенных зон, установления дешифровочных признаков почв. В процессе полевых работ предварительные карты уточняются и дополняются.

3. На основе проведенных полевых исследований проводится экстраполяция и окончательное дешифрирование космических снимков, насыщение выделенных контуров атрибутивной информацией.

Даже при невозможности проведения детальных полевых почвенных исследований материалы дистанционного зондирования позволяют существенно повысить информативность и достоверность предшествующих картографических материалов, но в данном случае необходим опыт исследований на данной территории исполнителей, знание закономерностей формирования почвенного покрова.

Для составления единой легенды и почвенной карты территории Западного Казахстана использовались монографии Почвы Казахской ССР [2-4], почвенные карты масштаба 1:300000, составленные на основе этих монографий, а также почвенной карты Казахстана масштаба 1:5000000 [28] и почвенной карты Казахстана [29].

Единая легенда представлена ниже, а почвенная карта на рисунке 1.

- 6 Черноземы южные
- 7 Черноземы южные карбонатные
- 9 Черноземы южные фосфоритные
- 10 Черноземы южные малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные),
щебнистые
- 12 Темно-каштановые
- 13 Темно-каштановые карбонатные, местами остаточно-карбонатные
- 14 Темно-каштановые солонцеватые
- 15 Темно-каштановые фосфоритные
- 16 Темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные),
щебнистые
- 17 Средне-каштановые
- 18 Средне-каштановые карбонатные, местами остаточно-карбонатные
- 19 Средне-каштановые солонцеватые
- 20 Средне-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные),
щебнистые
- 21 Светло-каштановые
- 22 Светло-каштановые карбонатные, местами остаточно-карбонатные
- 23 Светло-каштановые солонцеватые
- 24 Светло-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные),
щебнистые
- 25 Лугово-каштановые
- 26 Бурые пустынные
- 27 Бурые пустынные солонцеватые
- 28 Бурые пустынные малоразвитые щебнистые
- 29 Светло-бурые пустынные, местами с серо-бурыми (а), локально светло-
бурые солонцеватые (б) или такыровидные (в)
- 30 Серо-бурые пустынные, местами со светло-бурыми
- 31 Серо-бурые пустынные солонцеватые, местами со светло-бурыми
- 32 Серо-бурые пустынные малоразвитые щебнистые
- 33 Лугово-бурые
- 34 Такыровидные и такыры, местами со светло-бурыми такыровидными
- 35 Луговые (а), лиманно-луговые (б) и сазово-луговые (в)
- 36 Пойменные луговые (а) и пойменные лесолуговые (б)
- 37 Лугово-болотные
- 38 Болотные
- 40 Солонцы
- 41 Солончаки континентальные (а), солончаки приморские (б), местами с
обсохшими морскими засоленными осадками (в) или только подобные
осадки (г)
- 42 Пески боровые (а), пустынно-степные (б), пустынные (в, с
почвообразованием бурого типа), сероземные (г)
- 58 Горные каштановые (а), местами с горными черноземами степными (б)
или с предгорными светло-каштановыми (в)
- 61 Горные бурые (а) и серо-бурые (б) пустынные

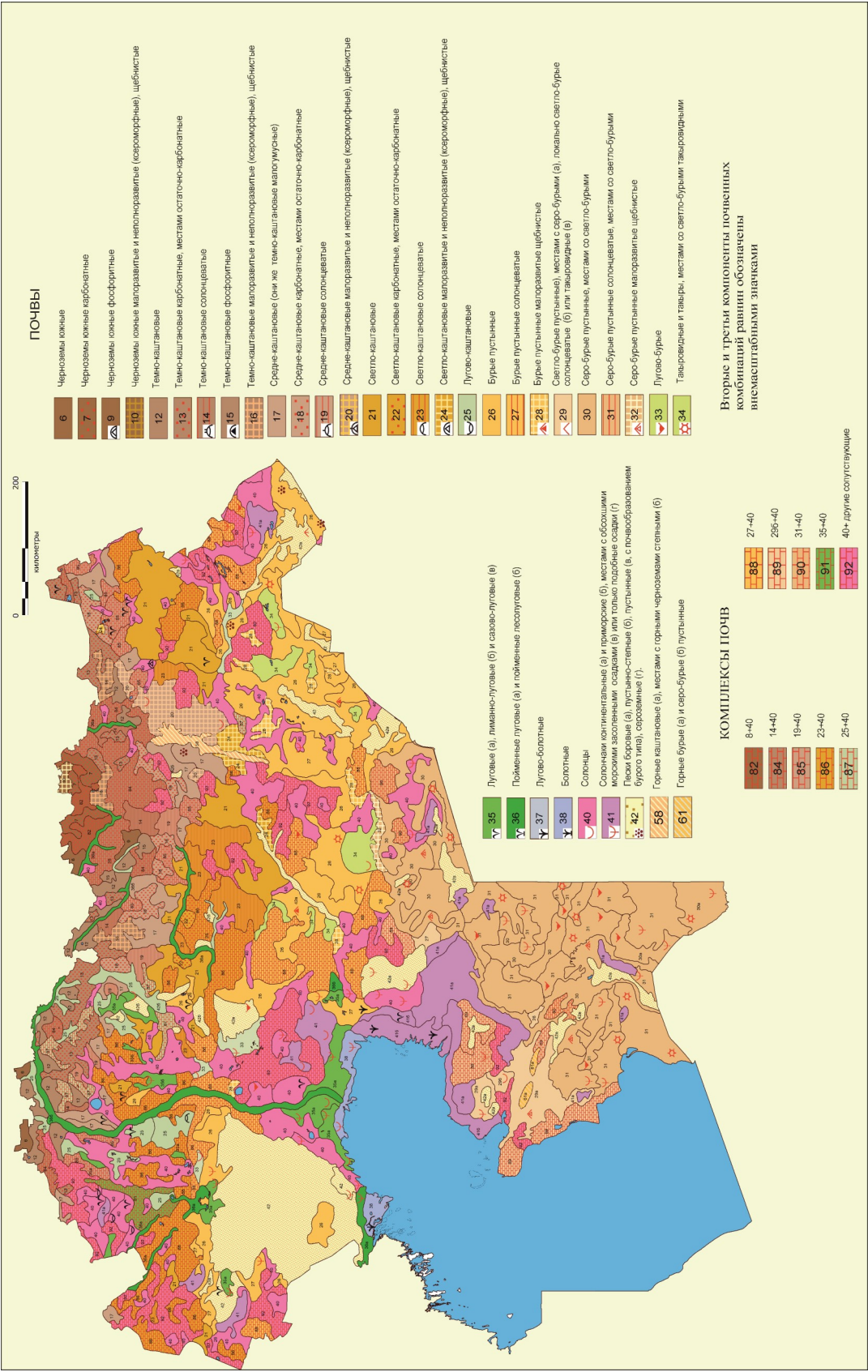


Рисунок 1 – Почвенная карта территории Западно-Казахстанского региона

Комплексный характер и информационная насыщенность современных почвенных карт, созданных на основе географо-генетической классификации и суммирующих достижения многих разделов почвоведения, дают возможность использовать их различные информационные слои для составления почвенных оценочных карт. Генетические единицы почв разного таксономического уровня содержат сведения о физико-химических свойствах, режимах, ведущих почвообразовательных процессах и генетическом профиле почв. Кроме того, оценочные карты, базируясь на контурах почвенных карт, наследуют определенную точность и достоверность, присущую последним.

Оценка земельных ресурсов территории невозможна без учета степени их деградации. Несмотря на обилие научных данных, свидетельствующих о кризисном экологическом состоянии почвенного покрова в регионах активного антропогенного воздействия, эти материалы отличаются дискретностью и по большей части констатационным характером, а качественно-количественная оценка степени нарушенности почв проводится без учета генетических свойств почв и их устойчивости к негативным воздействиям. К тому же происходят изменения почвенного покрова в сторону опустынивания.

Значение Западно-Казахстанского региона с точки зрения хозяйственно-экономического потенциала, в настоящее время возрастает, что также приводит к увеличению площадей деградированных пастбищ, техногенно нарушенных земель, вторичному засолению.

Различные виды деградации почв под воздействием антропогенных факторов к настоящему времени достаточно полно изучены [32]. В обобщенном смысле деградация почв понимается как ухудшение их естественного состояния под влиянием антропогенных либо

естественно обусловленных дестабилизирующих факторов.

В плане решения вопросов по проблеме оценки земельных ресурсов важным является представление информации не только с точки зрения дискретной характеристики свойств почв, но и отражения особенностей их пространственного распределения, т.е. составление почвенных оценочных и прогнозных карт. Составление любой карты предваряется определенными классификационными построениями, на которых базируется легенда к карте. Однако до настоящего времени не существует общепринятой классификации антропогенных почв и методов их картирования.

При составлении классификаций антропогенных почв в большинстве случаев используется почвенно-мелиоративный подход, в соответствии с которым почвы разделяются на освоенные, орошаемые и мелиорированные, плантажированные, осушенные, реплантированные и деформированные.

В нормативных документах Республики Казахстан деградация земель трактуется как совокупность процессов, приводящих к изменению функций почвы, как элементов природной среды, количественному и качественному ухудшению ее состояния, снижению природно-хозяйственной значимости [15, 33]. В последнем документе выделяются следующие виды деградации почв:

- *агроистощение земель* - потеря почвенного плодородия в результате обеднения почв элементами минерального питания, неблагоприятных и изменений почвенного поглощающего комплекса, реакции среды, обеднения минералогического состава, избыточного облегчения или утяжеления гранулометрического состава, уменьшения содержания и ухудшения качества органического вещества, развития неблагоприятного комплекса почвенной биоты;

- *загрязнение земель (химическое и биологическое)* – накопление в почвогрунте в результате антропогенной деятельности различных веществ и организмов в количествах, превышающих нормативные уровни и понижающих ресурсно-экономическую и санитарно-гигиеническую ценность земель, ухудшающих качество сельскохозяйственной продукции, других объектов окружающей среды, условий проживания населения;

- *радиоактивное загрязнение земель* – загрязнение земель радионуклидами, в том числе в результате добычи и переработки полезных ископаемых, ядерных взрывов, работы ядерных установок, использования источников ионизирующего излучения, пунктов хранения и захоронения радиоактивных веществ, ядерных радиационных аварий, а также иной деятельности, связанной с радиоактивными веществами;

- *технологическая (эксплуатационная) деградация* – ухудшение свойств почв в результате избыточных технологических нагрузок при всех видах землепользования, разрушающих почвенный покров, ухудшающих его физическое состояние и агрономические характеристики почв, приводящих к потере природно-хозяйственной значимости земель.

В вышеуказанных документах приводятся и количественные показатели для определения степени деградации почв.

С точки зрения генетической методологии такой подход является наиболее оптимальным для определения степени деградации и универсален для почв любой таксономической принадлежности.

Спецификой полевых почвенных исследований для определения степени деградации почв на антропогенно нарушенных участках является заложение парных разрезов (нарушенная – ненарушенная почва), характеризующиеся

одинаковыми природными условиями формирования. Последующее аналитическое обследование почв с учетом разработанных критериев деградации позволяет установить степень трансформации почв для конкретных факторов воздействия.

Неоднозначность классификационных построений при выделении антропогенно-нарушенных почв предопределяет различные подходы к их картографированию.

Развитие эколого-географического картографирования в настоящее время происходит по двум основным направлениям: собственно экологическому и путем «экологизации» большинства разделов тематического картографирования [34].

В картографической части базы данных почвенной ГИС создается электронный слой, в котором каждый картографический выдел (контур) содержит кодовую информацию о видах деградации и типах использования земель. Цифровая карта техногенных нарушений создается в виде отдельного слоя, что позволяет редактировать тематическую информацию, накладывать карты разных лет и устанавливать изменения свойств почв, и прогнозировать их дальнейшую динамику.

Агропроизводственная группировка почв представляет собой объединение в более крупные группы видов и разновидностей почв, близких по агрономическим свойствам и особенностям сельскохозяйственного использования. На основе агрономической характеристики почв выявляют приблизительно одинаковые показатели для нескольких видов или разновидностей почв.

К таким показателям относятся:

1 водно-воздушные и тепловые свойства почв, устанавливаемые на основе механического состава, сложения, мощности гумусовых горизонтов, а также учета геоморфологических и гидрологических условий залегания почв;

2 свойства, характеризующие питательный режим почв, а следовательно, и условия применения удобрений (содержание подвижных форм NPK, степень гумусированности, валовой запас элементов питания, реакция почв и др.);

3 потребность в мелиорации, выявляемая на основе оценки почв по степени заболоченности, механическому составу, солонцеватости и особенностям строения профиля (мощность гумусовых горизонтов, глубина карбонатного и гипсоносного горизонтов, засоления, реакции). Учитывают также и гидрологический режим (глубина залегания грунтовых вод, их качество) и условия рельефа.

При предшествующих крупнорегиональных (областных) обследованиях

агропроизводственная группировка проводилась детально, была обеспечена обширным фактическим материалом и являлась базовым документом для определения приоритетных направлений использования сельскохозяйственных угодий.

В условиях высокой степени трансформации почв агропроизводственную группировку следует проводить с учетом деградации для сохранения естественного и реабилитации нарушенного почвенного покрова, как основного компонента экосистем, тем более, самовосстановление почв в условиях преимущественно аридного климата большей части Западного Казахстана проходит крайне медленно.

Работа выполнена в рамках Программы BR21882122 «Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии», финансируемой ГУ «Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Почвы аридной зоны Казахстана: современное состояние и их использование. Алматы. –«Полиграфия-сервис и КО», 2014. - 440 с.
2. Фаизов К.Ш. Почвы Казахской ССР, вып. 13. Гурьевская область. - Алма-Ата: Наука, 1970. - 351 с.
3. Котин Н.И. Почвы Казахской ССР, вып.9. Уральская область. - Алма-Ата, 1967. - 347 с.
4. Новикова А.Г., Стороженко Д.М., Бикмухамедов М.А., Тюрменко А.И. Почвы Казахской ССР, вып.11. Актюбинская область. - Алма-Ата, 1968. - 375 с.
5. Междуречье Волга – Урал как объект орошения. - Алма-Ата: Наука, 1982. - 240 с.
6. Почвенно- мелиоративные условия междуречья Волга – Урал. - Алма-Ата: Наука, 1979. – 256 с.
7. Ерохина О.Г. Особенности формирования, структура и факторы техногенной деградации почвенного покрова восточного побережья Каспийского моря// Терра. 2006. №1. - С. 131-139.
8. Ерохина О.Г., Пачикин К.М. Основные закономерности формирования и структура почвенного покрова Северного Прикаспия// Почвоведение и агрохимия. - 2009. - № 4. - С. 5-12.
9. Исаченко А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. - Л.: Наука, 1980. – 222 с.

10. Корсунов В.М., Красеха Е.Н., Ральдин Б.Б. Методология почвенных эколого-географических исследований и картографии почв. - Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. – 232 с.
11. Яшин И.М., Шишов Л.Л., Раскатов В.А. Почвенно-экологические исследования в ландшафтах. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 558 с.
12. Розанов Б.Г. Морфология почв. - М.: Академический проект, 2004. – 432 с.
13. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - М.: МГУ, 1962. - 491 с.
14. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. - Л.: Агропромиздат, 1986. – 295 с.
15. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 223 с.
16. Афанасьева Т.В. Использование аэрометодов при картировании и исследовании почв. – М.: Изд-во МГУ, 1965. – 157 с.
17. Андроников В.Л. Аэрокосмические методы изучения почв. – М.: Колос, 1979. – 280 с.
18. Дистанционные методы изучения и картографирования динамики природной среды. – М.: Изд-во ЦНИИГАиК, 1983. – 60 с.
19. Аэрокосмические методы в почвоведении. – М.: Колос, 1989. – 128 с.
20. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований. – СПб.: Изд-во СПУ, 2005. – 348 с.
21. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв. – М.: Аспект-Пресс, 2005. – 180 с.
22. Зборищук Ю.Н. Дистанционные методы инвентаризации и мониторинга почвенного покрова. Ч. 1. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 86 с.
23. Карманов И.И. Спектральная отражательная способность и цвет почв как показатели их свойств. – М.: Колос, 1974. – 352 с.
24. Федченко П.П., Кондратьев К.Я. Спектральная отражательная способность некоторых почв. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 231 с.
25. Карманов И.И. Спектральная отражательная способность и цвет почв как показатели их свойств. – М.: Колос, 1974. – 352 с.
26. Федченко П.П., Кондратьев К.Я. Спектральная отражательная способность некоторых почв. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 231 с.
27. Закарин Э.А., Спивак Л.Ф., Архипкин О.П., Муратова Н.Р., Терехов А.Г. Методы дистанционного зондирования в сельском хозяйстве Казахстана. – Алматы: Ғылым, 1999. – 175 с.
28. Пачикин К.М., Соколов А.А., Кусаинова М.М. Природные условия и ресурсы. Разд.: Почвы. Земельные ресурсы// Нац. Атлас РК. - 2006. - Т. 1. - С. 96-98.
29. Ерохина О.Г., Пачикин К.М., Соколов А.А. Почвенная карта Казахстана. М 1: 7500000// Большой атлас истории и культуры Казахстана. - 2008. - С. 50-51
30. Герасимова М.И., Богданова М.Д. Принципы составления и содержание обзорных карт антропогенных изменений почв// Вестник МГУ. Сер. География. – 1992. - № 2. – С. 63-68.
31. Герасимова М.И., Гаврилова И.П., Богданова М.Д. Мелкомасштабные почвенные карты как источник информации для специальных прогнозных карт почвенного цикла// Структура почвенного покрова: Материалы Межд. совещ. – 1993. – С. 69-73.
32. Деградация и охрана почв/ Под ред. Добровольского Г.В. – М.: Изд МГУ,

2002. – 654 с.

33. Крупеников И.А., Подымов Б.П. Классификация и систематический список почв Молдавии. – Кишинев, 1987. – 157 с.

34. Стурман В.И. Экологическое картографирование. – М.: Аспект-Пресс, 2003. – 251 с.

REFERENCES

1. Pochvy aridnoi zony Kazakhstana: sovremennoe sostoyanie i ikh ispolzovanie. Almaty. – «Poligrafiya-servis i KO, 2014. -440 с.

2. Faizov K.Sh. Pochvy Kazakhskoi SSR, vyp. 13. Gurevskaya oblast. - Alma-Ata: Nauka, 1970. - 351 s.

3. Kotin N.I. Pochvy Kazakhskoi SSR, vyp.9. Uralskaya oblast.-Alma-Ata, 1967. - 347s.

4. Novikova A.G., Storozhenko D.M., Bismukhamedov M.A., Tyurmenko A.I. Pochvy Kazakhskoi SSR, vyp.11. Aktyubinskaya oblast. - Alma-Ata, 1968. - 375 s.

5. Mezhdureche Volga – Ural kak obekt orosheniya. - Alma-Ata: Nauka, 1982. - 240s.

6. Pochvenno- meliorativnye usloviya mezhdurechya Volga – Ural. - Alma-Ata: Nauka, 1979. – 256 s.

7. Erokhina O.G. Osobennosti formirovaniya, struktura i faktory tekhnogennoi degradatsii pochvennogo pokrova vostochnogo poberezhya Kaspiiskogo morya// Terra. - 2006. - №1. - S. 131-139.

8. Erokhina O.G., Pachikin K.M. Osnovnye zakonomernosti formirovaniya i struktura pochvennogo pokrova Severnogo Prikaspiya// Pochvovedenie i agrokhimiya. - 2009. - № 4. - P. 5-12

9. Isachenko A.G. Metody prikladnykh landshaftnykh issledovaniy. - L.: Nauka, 1980. – 222 s.

10. Korsunov V.M., Krasekha E.N., Raldin B.B. Metodologiya pochvennykh ekologo-geograficheskikh issledovaniy i kartografii pochv. - Ulan-Ude: Izd-vo BNTs SO RAN, 2002. – 232 s.

11. Yashin I.M., Shishov L.L., Raskatov V.A. Pochvenno-ekologicheskie issledovaniya v landshaftakh. – М.: Izd-vo MSKhA, 2000. - 558 s.

12. Rozanov B.G. Morfologiya pochv. - М.: Akademicheskii proekt, 2004. – 432 s.

13. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. - М.: MGU, 1962. - 491 s.

14. Aleksandrova L.N., Naidenova O.A. Laboratorno-prakticheskie zanyatiya po pochvovedeniyu. - L.: Agropromizdat, 1986. – 295 s.

15. Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR. – М.: Kolos, 1977. – 223 s.

16. Afanaseva T.V. Ispolzovanie aerometodov pri kartirovanii i issledovanii pochv. – М.: Izd-vo MGU, 1965. – 157 s.

17. Andronikov V.L. Aerokosmicheskie metody izucheniya pochv. – М.: Kolos, 1979. – 280 s.

18. Distantionnye metody izucheniya i kartografirovaniya dinamiki prirodnoi sredy. – М.: Izd-vo TsNIIGAiK, 1983. – 60 s.

19. Aerokosmicheskie metody v pochvovedenii. – М.: Kolos, 1989. – 128 s.

20. Smirnov L.E. Aerokosmicheskie metody geograficheskikh issledovaniy. – SPb.: Izd-vo SPU, 2005. – 348 s.

21. Kravtsova V.I. Kosmicheskie metody issledovaniya pochv. – М.: Аспект-Press, 2005. – 180 s.

22. Zborishchuk Yu.N. Distantionnye metody inventarizatsii i monitoringa

pochvennogo pokrova. Ch. 1. – M.: Izd-vo MGU., 1992. – 86 s.

23. Karmanov I.I. Spektralnaya otrazhatelnaya sposobnost i tsvet pochv kak pokazateli ikh svoistv. – M.: Kolos, 1974. – 352 s.

24. Fedchenko P.P., Kondratev K.Ya. Spektralnaya otrazhatelnaya sposobnost nekotorykh pochv. – L.: Gidrometeoizdat, 1981. – 231 s.

25. Karmanov I.I. Spektralnaya otrazhatelnaya sposobnost i tsvet pochv kak pokazateli ikh svoistv. – M.: Kolos, 1974. – 352 s.

26. Fedchenko P.P., Kondratev K.Ya. Spektralnaya otrazhatelnaya sposobnost nekotorykh pochv. – L.: Gidrometeoizdat, 1981. – 231 s.

27. Zakarin E.A., Spivak L.F., Arkhipkin O.P., Muratova N.R., Terekhov A.G. Metody distantsionnogo zondirovaniya v selskom khozyaistve Kazakhstana. – Almaty: Gylym, 1999. – 175 s.

28. Pachikin K.M., Sokolov A.A., Kusainova M.M. «Prirodnye usloviya i resursy. Razd.: Pochvy. Zemelnye resursy»// Nats. Atlas RK. - 2006. - T. 1. - S. 96-98.

29. Erokhina O.G., Pachikin K.M., Sokolov A.A. Pochvennaya karta Kazakhstana. M 1: 7500000// Bolshoi atlas istorii i kultury Kazakhstana. - 2008. - S. 50-51

30. Gerasimova M.I., Bogdanova M.D. Printsipy sostavleniya i sodержanie obzornykh kart antropogennykh izmenenii pochv// Vestnik MGU. Ser. Geografiya. – 1992. - № 2. – S. 63-68.

31. Gerasimova M.I., Gavrilova I.P., Bogdanova M.D. Melkomasshtabnye pochvennye karty kak istochnik informatsii dlya spetsialnykh prognoznykh kart pochvennogo tsikla// Struktura pochvennogo pokrova: Materialy Mezhd. soveshch. – 1993. – S. 69-73.

32. Degradatsiya i okhrana pochv/ Pod red. Dobrovolskogo G.V. – M.: Izd MGU. – 2002. – 654 s.

33. Krupenikov I.A., Podymov B.P. Klassifikatsiya i sistematicheskii spisok pochv Moldavii. – Kishinev, 1987. – 157 s.

34. Sturman V.I. Ekologicheskoe kartografirovanie. – M.: Aspekt-Press, 2003. – 251 s.

ТҮЙІН

К.М. Пачикин^{1*}, О.Г. Ерохина¹, А.К. Ершибулов¹, Е.Е. Сонгулов¹

ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАҒАЛАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕРІ

(БАТЫС ҚАЗАҚСТАН МЫСАЛЫНДА)

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,

*e-mail: kpachikin@yahoo.com

Батыс Қазақстан топырақ түзілу жағдайлары және топырақ жамылғысының күрделі құрылымы бойынша әртекті кең аумақпен сипатталады. Оның қалыптасуына шөлейттену жағдайында антропогендік кері факторлар да әсер етеді. Топырақ картасы әзірленді. Топырақтың тозу дәрежесін ескере отырып, генетикалық тәсіл негізінде жер ресурстарын бағалау кезінде кешенді тәсіл әдістемесі негізделген.

Түйінді сөздер: топырақ жамылғысы, топырақ картасы, топырақтың тозуы, топырақты агро-шаруашылық топтастыру, топырақтың электрондық деректер қоры.

SUMMARY

K. M. Pachikin^{1*}, O. G. Erokhina¹, A. K. Ershibulov¹, E. E. Songulov¹

MODERN APPROACHES TO LAND RESOURCES VALUATION
(ON THE EXAMPLE OF WESTERN KAZAKHSTAN)

¹*Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named
after U.U. Uspanov, 050060, Almaty, al-Farabi avenue, 75 B, Kazakhstan,*

**e-mail: kpachikin@yahoo.com*

Western Kazakhstan is characterized by a large territory, extremely heterogeneous in terms of soil formation conditions and a complex soil cover structure. Its formation is also influenced by negative anthropogenic factors against the background of desertification. A soil map has been compiled. A methodology for an integrated approach to land resource assessment based on a genetic approach, taking into account the degree of soil degradation, has been substantiated.

Key words: soil cover, soil map, soil degradation, agro-managemental grouping of soils, soil electronic database.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Пачикин Константин Михайлович – заведующий отделом географии, генезиса и оценки почв, к.б.н., e-mail: kpachikin@yahoo.com

2. Ерохина Ольга Глебовна – ВНС отдела географии, генезиса и оценки почв, к.б.н., e-mail: oerokhina@ramler.ru

3. Ершибулов Азамат Кайратович - МНС отдела географии, генезиса и оценки почв, e-mail: azamat_ershibul@mail.ru

4. Сонгулов Ерсултан Ержанович - МНС отдела географии, генезиса и оценки почв, e-mail: songulov@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПОЧВ И УСТОЙЧИВОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ»



В Казахском Национальном университете имени аль-Фараби 17-18 мая 2024 г. прошла Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы охраны почв и устойчивого использования земельных ресурсов», приуроченная к 90-летию Казахского национального университета имени аль-Фараби и 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Жамалбекова Есбола Усимбековича.

Цель конференции – формирование научных взглядов, подходов и методов по совершенствованию основных направлений в области проблем охраны почв и устойчивого использования земельных ресурсов, активизация международных научных и учебных контактов среди научных и производственных организаций, и физических лиц – представителей Наук о Земле, практики и образования.

Конференция объединила ведущих ученых и экспертов в области охраны почв и устойчивого использования земельных ресурсов из разных стран, включая Россию, Беларусь, Узбекистан и Китай. Среди приглашенных спикеров – профессора и доктора наук из ведущих учебных заведений и научно-исследовательских институтов. Участники конференции посетили пленарное заседание, секционные заседания и ознакомились со стендовыми докладами.

Ученые имели возможность обмениваться знаниями и опытом, а также обсудить инновационные подходы к управлению и защите земельных ресурсов. Секционная работа конференции велась по следующим направлениям: географические и экологические аспекты устойчивого развития, технологии и инновации в землеустройстве и кадастрах, исследования в области современных проблем охраны почв и агроландшафтов, а также исследования в области агропромышленного производства и продовольственной безопасности.

В рамках конференции на кафедре географии, землеустройства и кадастра факультета географии и природопользования была открыта именная аудитория профессора Жамалбекова Есбола Усимбековича. Спонсором открытия именной аудитории является его сын Джамалбеков Топжар Есболович. Работал в бизнесе, агросекторе, обладатель ордена «Құрмет». На прошедшей международной конференции Топжар Есболович награжден медалью «Ерен еңбегі үшін» КазНУ имени аль-Фараби.

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

