



ISSN 1999-740X (Print)
ISSN 2959-3433 (Online)
№ 3 (сентябрь) 2023

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

№ 3 (сентябрь) 2023

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

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

№ 3 (сентябрь) 2023

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,
М.Г. Мустафаев (Азербайджан),
К.М. Пачикин (заместитель главного редактора), Э. Сальников (Сербия)
М.Т. Егизтай (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. 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

География и генезис почв

А. Ахатов, С. Буриев, В. Нурматова Состояние калия и его резервов в горных коричневых почвах Узбекистана	5
--	---

Биология почв

М.Ж. Әшірбеков, Н.В. Малицкая, М.А. Аужанова, А.К. Хаймулдинова, Н.М. Джумадилова Солтүстік Қазақстандағы майлы зығырдың өнімділігі мен сапасына органикалық-минералды тыңайтқыштардың әсері.....	22
---	----

Агрохимия

Б.М. Амиров, Қ.Қ. Құлымбет, А.Т. Сейтменбетова, О.С. Құрманакын Использование азота, фосфора и калия растениями дыни при удобрений на орошаемом засоленном сероземе южного Казахстана	36
М.А. Аужанова, М.К. Тыныкулов, Р.Ж. Кожажалиева, Н.В. Малицкая, М.Ж. Аширбеков Применение комплексных микроудобрений в защищенном грунте	54
Н.У. Буданов, Т.Е. Айтбаев, Н.А. Барлыкова Влияние биоорганических удобрений на продуктивность картофеля и овощных корнеплодов в условиях юго- востока Казахстана	67
Р.Х. Рамазанова, С.И. Танирбергенов, М.Н. Пошанов, А.И. Сулейменова, А.К. Абай, С.Н. Дуйсеков Содержание минерального азота в сероземах светлых и размеры эмиссии азота при применении удобрений.....	84

Обзорная статья

А.А. Kurmanbayev, К.К. Mussayeva, Sh.G. Yermek Soil biological activity and its indica- tors in soil quality monitoring: mini - review.....	99
Информация	109

CONTENT

Soil geography and genesis

A. Akhatov, S. Buriev, V. Nurmatova Potassium in brown soils of mountain pastures of Uzbekistan	5
--	---

Soil biology

M.Zh. Ashirbekov, N.V. Malitskaya, M.A. Auzhanova, A.K. Khaimuldinova, N.M. Jumadilova The influence of organo-mineral fertilizers on the yield and quality of oilseed flax in northern Kazakhstan	22
---	----

Agrochemistry

B.M. Amirov, K.K. Kulymbet, A.T. Seytmenbetova, O.S. Kurmanakyn Use of nitrogen, phosphorus and potassium by melon plants at fertilizing on irrigated saline sierozem in southern Kazakhstan.....	36
--	----

M.A. Auzhanova, M.K. Tynykulov, R.Zh. Kozhagalieva, N.V. Malitskaya, M.Zh. Ashirbekov Application of complex micro fertilizers in protected soil	54
N.U. Budanov, T.E. Aitbayev, N.A. Barlykova The effect of bio-organic fertilizers the productivity of potatoes and vegetable root crops in the conditions of the south-east of Kazakhstan	67

R.KH. Ramazanova, S.I. Tanirbergenov, M.N. Poshanov, A.I. Suleimenova, A.K. Abay, S.N. Duisikov Mineral nitrogen content in light sierozem soils and the size of nitrogen emission under fertilizer application.....	84
---	----

Review

A.A. Kurmanbayev, K.K. Mussayeva, Sh.G. Yermek Soil biological activity and its indicators in soil quality monitoring: mini - review	99
---	----

Information	109
--------------------------	-----

ГЕОГРАФИЯ И ГЕНЕЗИС ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.31; 68.05.33

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.3.5](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.3.5)А. Ахатов¹, С. Буриев¹, В. Нурматова^{1*}СОСТОЯНИЕ КАЛИЯ И ЕГО РЕЗЕРВОВ ГОРНЫХ КОРИЧНЕВЫХ
ПОЧВАХ УЗБЕКИСТАНА*¹Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохран-
ных технологий при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и**изменения климата Республики Узбекистан,**100043, Ташкент, пр. Бунёдкор, 7а, Узбекистан,***e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

Аннотация. Изученные горные коричневые почвы характеризуются суглинистым гранулометрическим составом, ореховато-комковатой структурой, слабощелочной реакцией. Общее содержание калия в верхнем горизонте варьирует от 1,240 до 1,685 %. Обменный калий колеблется от 265 до 1028 мг/кг почвы. Доля илстой фракции варьирует от 2,9 до 18,3 %. В илстых фракциях содержание калия в 2-3 раза больше, чем в почве в целом и колеблется от 1,26 до 3,02 %. Были выделены резервы калия - ближний, непосредственный и потенциальный. Колебания по содержанию калия резервов в гумусовом горизонте от общего содержания составили: непосредственный от 1,5 до 8,31 %, ближний - от 5,40 до 32,85 %, потенциальный, доминирующий в общем содержании от 65,12 до 93,0 %. Установлено, что распределение калия и его резервов в пастбищных горных коричневых почвах Узбекистана неравномерно и зависит от множества природных факторов. Выявлено, что в достаточно большом количестве представлен калий потенциального резерва, и в несколько меньшем количестве - ближний и непосредственный. Потери ближнего и непосредственного резервов калия приводят к снижению содержания общего калия в целом. Целью исследования была оценка содержания калия, выделение резервов калия, распределение калия в профиле коричневых почв горных пастбищ Узбекистана.

Ключевые слова: горные коричневые почвы; калий, обменный калий, резервы калия, илстые фракции; органическое вещество.

ВВЕДЕНИЕ

Среди множества элементов, принимающих участие в почвенно-геохимических процессах, калию принадлежит особая роль. Его поведение в почвах адекватно отражает как динамические, так и статические изменения в условиях почвообразования и направленности трансформационных преобразований почвы, в том числе, и тех, которые вызваны антропогенной деятельностью, например, загрязнением почвы [1]. Калий - активный участник всех почвенно-биологических процессов, поэтому его поведение в почвах в значительной степени определяет качество и уровень состояния экосистем. Значение калия для роста и развития растений общеиз-

вестно [2]. Большое значение имеет знание различных форм калия в почве и их распределение при оценке долгосрочной доступности калия для сельскохозяйственных культур и при формулировании надежной основы рекомендаций по удобрениям [3, 4]. Оценка доступного для сельскохозяйственных культур калия, а также большинство рекомендаций по удобрениям с калием основаны на учете водорастворимого и обменного К и не учитывают выделение К из обменных фракций [5]. Распределение форм калия в почве и равновесие между ними определяют калиевый статус почвы и потенциал поступления калия в растения [6]. Совершенно очевидно, что почвы с одинаковым содержанием об-

щего калия могут сильно различаться по калийной способности в зависимости от распределения различных форм калия. Поэтому для оценки калийной способности почв необходимо изучить распределение и характеристику различных форм К в почве [7]. Принятый в 2019 году Закон о пастбищах [8] и Стратегия развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020- 2030 годы [9], стали толчком к более активному использованию горных территорий в сельском хозяйстве, а именно пастбищ, и сенокосы. Чрезмерный выпас, сопровождающийся выбиванием растительного покрова животными, приводит к нарушению стабильности склонов, благоприятствуя эрозии почв, их дегумификации и уменьшению площади полезных земель, восстановление которых в условиях горного рельефа проблематично [10, 11]. Несмотря на большое количество проведенных исследований, посвященных изучению содержания калия, его запасов, влияния факторов на их динамику в местных почвах [12-21], эта тематика остается по-прежнему актуальной, учитывая современный тренд изменения климата в регионе [22]. Особенный интерес вызывает проблема истощения запасов калия коричневых почв, которые широко распространены в средне- и низкогорьях и составляют основную часть земельного фонда страны.

Целью исследования были оценка содержания калия, выделение резервов калия, распределение калия в профиле коричневых почв горных пастбищ Узбекистана.

Районы и объекты исследования. Исследования проводились в 7 горных районах страны в период 2019-2021 гг. (таблица 1). В качестве объекта исследования выбраны коричневые почвы под горными пастбищами [23]. В соответствии с Мировой реферативной базой почвенных ресурсов [24] (WRB, 2015), изученные почвы относятся к

Cambisols и Krastanozems, наиболее эродированные варианты – Leptosols. Коричневые почвы широко распространены в горах юго-востока и востока Узбекистана, где занимают склоны различной крутизны и экспозиции на высотах от 800 до 1800 м. Почвообразующими породами выступают делювиальные и лессовидные суглинки, карбонатные породы [25].

Климатические условия отличаются резкой континентальностью, абсолютный температурный максимум +45°C, абсолютный минимум -30°C. Суммарная радиация в горах до 8350 МДж/м². Количество осадков варьирует в предгорьях – 300-400 мм, на западных и юго-западных склонах горных хребтов достигает 600-800 мм, отчетливо выражен весенний максимум выпадения осадков – до 600 мм, на летний период приходится минимум влаги (менее 100 мм). В предгорьях (от 300-400 до 600-1000 м н.у.м.) устойчивый снежный покров образуется не каждую зиму, в горной зоне (выше 600-1000 м н.у.м.) начинается с высоты 800-1000 м и местами его максимальная толщина превышает полтора метра [26].

Растительность представлена разнотравно-дерновинно-злаковыми степями с участием пырея волосистого (*Agropyrum trichophora* (Link) Nevski), ячменя луковичного (*Hordeum bulbosum* L.), мятлика луковичного (*Poa bulbosa* L.), костра (*Bromus* sp.), прангоса высокого (*Prangos pabularia* Lindl.), ферулы (*Ferula* sp.), ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.), мортука восточного (*Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach), вьюнка шерстистого (*Convolvulus subhirsutus* Regel & Schmalh.), кузинии теневой (*Cousinia umbrosa* Bunge) и др. На сухих склонах развиты арчево-кустарниковые леса с арчей туркестанской (*Juniperus turkestanica* Kom.), жимолостью (*Lonicera* sp.), шиповником (*Rosa* sp.) [25]. В целом по стране, пустынные пастбища занимают 77 %, предгорные - 16 %, горные -

4 %, высокогорные – 3 %. Естественные предгорные и горные пастбища Узбекистана занимают около 5 млн. га, однако урожайность их низка и составляет

3-7 ц/га воздушно-сухой массы, но на некоторых участках и при благоприятных погодных условиях может достигать 12 ц/га [27].

Таблица 1 - Географическое положение ключевых почвенных разрезов

№ раз-реза	Координаты		Абс.выс., м	Географическая привязка разреза
	широта	долгота		
74	40°57'41'' с.ш.	70°46'05'' в.д.	1044	Кураминский хребет, западный макросклон, вблизи поселка Чодак, склон западной экспозиции
54	39°52'21'' с.ш.	68°22'24'' в.д.	924	Туркестанский хребет, северный макросклон, вблизи поселка Зомин, склон западной экспозиции
40	39°30'38'' с.ш.	66°44'11'' в.д.	885	Заравшанский хребет, западный отрог, северный макросклон, вблизи поселка Сазагон, склон восточной экспозиции
66	41°35'29'' с.ш.	70°07'17'' в.д.	1382	Западный Тянь-Шань, Коксуйский хребет, юго-западный склон, вблизи поселка Бурчмулла, склон южной экспозиции
28	40°25'47'' с.ш.,	66°02'20'' в.д.	839	Горы Нуратау (Южно-Нуратинский хребет), хребет Актау, северный макросклон вблизи поселка Чуя, склон северной экспозиции
13	39°12'54'' с.ш.,	67°04'10'' в.д.	1112	Заравшанский хребет, юго-западный отрог, западный макросклон, вблизи поселка Варганза, склон южной экспозиции
1	37°42'24'' с.ш.	66°44'55'' в.д.	824	Гиссарский хребет, юго-западные отроги, хребет Кугитангтау, восточный макросклон, вблизи посёлка Пашхурт, склон южной экспозиции

В горах коричневые почвы, как правило, образуют выраженный высотный пояс. В нижней части пояса выделяется подтип коричневых слабо выщелоченных почв, а в верхней – подтип коричневых типичных. Почвы подвержены эрозии, в связи с чем часто встречаются в разной степени эродированные разновидности. Типичный профиль коричневых почв характеризуется большой мощностью, хорошо дифференцирован на гумусо-аккумулятивный, метаморфический (срединный) и карбонатно-иллювиальный горизонты [25]. Гумусово-аккумулятивный горизонт

имеет серую или темно-серую окраску с коричневым оттенком, суглинистый и средне-суглинистый состав, комковато-зернистую структуру, насыщен корнями (дернина), карбонатные роды почв вскипают от 10 % соляной кислоты с поверхности. Срединный горизонт отличается коричневой окраской, глинистым гранулометрическим составом, ореховато-комковатой структурой. Иллювиально-карбонатный горизонт хорошо диагностируется по белесой окраске, уплотнен, содержит обильные новообразования вторичных карбонатов (белоглазка, пропитка, псевдомице-

лий). У сильноэродированных коричневых почв профиль нарушен до карбонатного горизонта, верхняя часть профиля часто отсутствует. У средне- и слабоэродированных почв верхняя часть профиля фрагментарна, дифференциация на горизонты слабо выражена.

Для проведения исследований заложено 7 разрезов со сходным гранулометрическим составом на склонах различной экспозиции.

Методы исследования. В задачи исследования входило полевое изучение морфологических профилей коричневых почв, отбор почвенных образцов, лабораторно-аналитические работы. Полевые исследования, отбор образцов и пробоподготовка выполнены в соответствии с общепринятыми методиками [28, 29]. Степень эродированности почв оценивалась по С.С. Соболеву [30]. Илистые фракции выделяли с помощью центрифугирования по методу М.Ш. Шаймухометова и К.А. Ворониной [31]. Содержание общего калия определялось в одной навеске с последующим колориметрированием по методу И.М. Мальцевой [32], подвижного калия (непосредственный резерв) в почвах и илистых фракциях определялось в 1% $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ угле-аммонийной вытяжке по методу Б.П. Мачигина [32].

Ключевой задачей настоящего исследования является более детальное деление на так называемые резервы калия и их расчет, который производился по методике расчета элементов питания Н.И. Горбунова [33]. Суть метода заключается в расчетах которые показывают потери общего калия за счет убывания из почвы резервов. Ближний резерв был определен как калий в илистой фракции, с учетом содержания илистой фракции $<0,001$ мм (%), непосредственный резерв - водорастворимая, подвижная форма. Потенциальный резерв вычислили от общего резерва калия. При порядке расчета резервов калия исходными величинами были: содержание

калия в почве в целом и во фракции $<0,001$ мм (%), количество фракций в почве менее 0,001 мм. Расчеты всех видов резервов калия пересчитывались в миллиграммах на 100 г. Все виды резервов суммировали и от суммы вычисляли процентное содержание каждого вида резерва. Расчет резервов выполнен по формулам:

$$\text{БК} = (\text{K}_{\text{ил}} \times \text{ИФ}) / 100 \quad (1),$$

где БК – это резерв ближнего калия, в мг на 100 г. почвы;

$\text{K}_{\text{ил}}$ – содержание калия в илистой фракции, в мг на 100 г. почвы

ИФ – доля илистой фракции, в %.

Непосредственный резерв калия (НР) это водорастворимая и подвижная форма, и он равен количеству калия в 1% углеаммонийном растворе;

$$\text{ПК} = \text{ОК} - (\text{БК} + \text{НК}) \quad (2),$$

где, ПК – потенциальный резерв калия, мг/100 г;

ОК – общий резерв калия, мг/100 г;

БК – ближний резерв калия, мг/100 г;

НК – непосредственный резерв калия, мг/100 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали следующее. Показатель рН в почвах разрезов 74, 54, 40 - 6,5 (слабокислая среда), в остальных разрезах - 7,2 (среда слабощелочная, ближе к нейтральной). Общее содержание калия в верхнем горизонте изученных коричневых почв варьирует от 1,240 до 1,685 %. Обменный калий колеблется от 265 до 1028 мг/кг почвы, что зависит от эродированности и гумусированности почв, так в гумусовом слое средне эродированных почв разрезов 13, 66 от 559 до 708 мг/100 г, в слабо эродированных почвах разрезов 40, 54, 28, 74 от 265 до 1028 мг/100 г (таблица 2). Процент обменного калия от его общего содержания, в гумусовом горизонте, варьирует от 15,72 до 45,56 % (рисунок 1).

Таблица 2 - Содержание калия в горных коричневых почвах Узбекистана

Глубина, см	Общий калий, %	Обменный калий, мг/кг	Обменный калий от общего, %	Содержание илистой фракции <0,001 мм, %	Калий илистой фракции, %
1	2	3	4	5	6
Разрез 40 Заравшанский хребет, западный отрог, северный макросклон, вблизи поселка Сазагон, склон восточной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, слабо эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном суглинке					
0-7	1,685	265	15,72	12,7	3,02
7-11	1,470	241	16,39	13,5	2,63
11-27	1,120	241	21,52	12,7	2,00
27-50	0,924	217	23,48	11,9	1,65
50-80	1,032	188	18,72	11,1	1,34
80-160	0,908	169	18,61	12,7	1,18
Разрез 13. Заравшанский хребет, юго-западный отрог, западный макросклон, вблизи поселка Варганза, склон южной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, средне эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном суглинке					
0-9	1,560	559	35,83	6,3	2,79
9-45	1,461	568	38,88	12,2	2,62
45-85	1,442	442	30,65	14,5	2,58
Разрез 66 Коксуйский хребет, юго-западный склон, вблизи поселка Бурчмулла, почва коричневая выщелоченная, средне эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном делювии гранитов					
0-5	1,554	708	45,56	5,0	2,78
5-29	1,476	686	46,48	5,2	2,64
29-63	1,464	648	44,26	3,6	2,62
63-90	1,050	600	57,14	4,0	1,88
90-122	0,930	578	62,15	2,9	1,66
Разрез 54. Туркестанский хребет, северный макросклон, вблизи поселка Зомин, склон западной экспозиции, почва коричневая, выщелоченная, слабо эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессах					
0-9	1,442	310	21,50	11,1	2,58
9-31	1,412	304	21,53	17,5	2,53
31-52	1,288	262	20,34	18,3	2,31
52-85	1,035	213	20,58	18,3	1,86
85-121	1,005	194	19,30	17,5	1,31

Продолжение таблицы № 2

1	2	3	4	5	6
Разрез 28. Южно-Нуратинский хребет, хребет Актау, северный макросклон, вблизи поселка Чуя, склон северной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, слабо эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном суглинке					
0-8	1,321	271	20,51	4,8	2,36
8-53	1,488	240	16,12	4,0	2,66
53-98	1,474	228	15,47	3,2	2,63
98-136	0,967	180	18,61	4,0	1,26
Разрез 1. Гиссарский хребет, юго-западные отроги, хребет Кугитангтау, восточный макросклон, вблизи поселка Пашхурт, склон южной экспозиции, коричневая выщелоченная, эродированная, мало гумусированная, среднесуглинистая почва на лессах					
0-8	1,270	443	34,88	12,6	2,27
8-38	1,165	271	23,26	13,5	2,09
40-69	1,120	190	16,96	14,8	2,00
69-105	0,930	100	10,75	16,3	1,66
Разрез 74. Кураминский хребет, южный макросклон, вблизи поселка Чодак, склон западной экспозиции, почва коричневая типичная, карбонатная, слабо эродированная, средне гумусированная, средне суглинистая на лессах					
0-7	1,240	1028	32,90	3,0	2,22
7-26	1,280	539	42,11	8,3	2,29
26-75	0,960	424	44,16	8,6	1,88

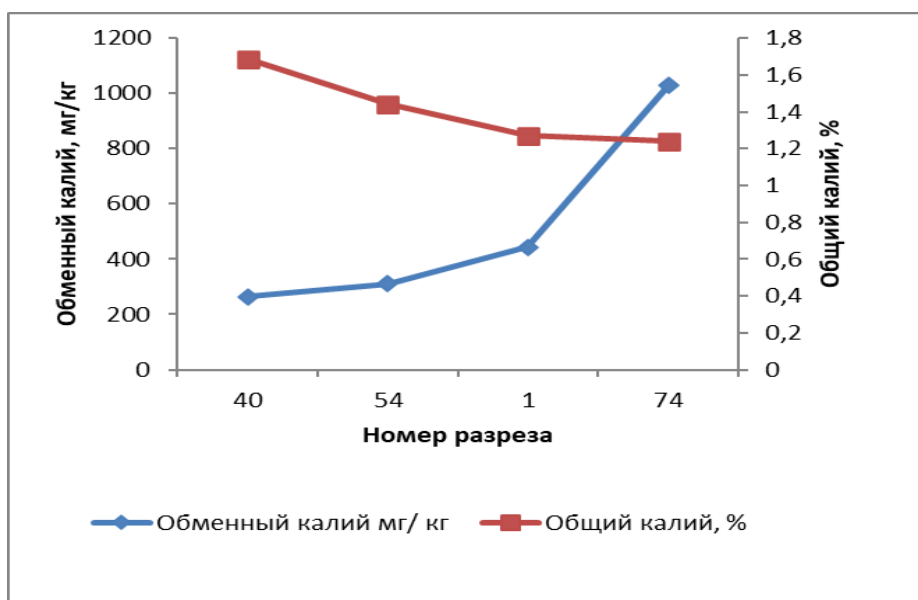


Рисунок 1 -Вертикальное распределение общего и обменного калия в профиле коричневых почв разной степени эродированности

Гранулометрический состав изученных почв среднесуглинистый. Доля илистой фракции варьирует от 2,9 до 18,3 % (таблица 2). Вертикальное распределение относительно равномерное с неясно выраженным накоплением в средней части профиля, что может быть объяснено иллювиальными процессами (рисунок 2). Из этого можно сделать вы-

вод, что в изученных почвах процесс внутрипочвенного выветривания происходит очень медленно. В илистых фракциях содержание калия в 2-3 раза больше, чем в почве в целом. В частности, максимум содержания калия в выделенных илистых фракциях выявлен в разрезе 40 и составил 3,02 % (рисунок 2).

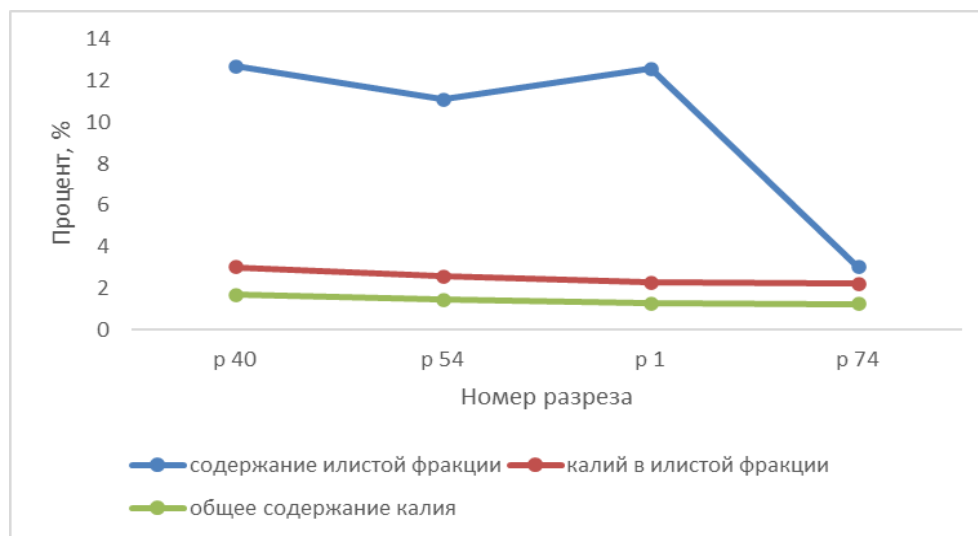


Рисунок 2 -Вертикальное распределение илистой фракции и калия в ее составе в профиле коричневых почв разной степени эродированности

Оценка резервов калия показала следующее. Как мы указали, калий непосредственного резерва доступен для микроорганизмов и растений. Вертикальное распределение непосредственного резерва калия зависимо от экспозиции склонов и эродированности почвы, так как в слабо щелочной среде он подвижен по почвенному профилю. В изученных почвах доля калия непосредственного резерва варьирует от 10 до 103 мг/100 г и соответственно от 1,5 до 8,31 % от общего содержания (таблица 3). Вертикальное распределение калия ближнего резерва неоднородное, с неравномерным уменьшением содержания вниз по профилю от 50 до 384 мг/100 г, с неясно выраженным накоплением в средней и нижней части

профиля, что может быть объяснено иллювиальными процессами. В процентном отношении в верхнем горизонте почв он составляет от 5,40 до 32,85 % от общего содержания калия. Максимальное накопление ближнего резерва в гумусовом горизонте коричневых почв в разрезе 40 – 384 мг/100 г, минимальное в разрезе 28 – 50 мг/100 г. С повышением степени выветренности почвообразующих пород и интенсивности почвообразовательного процесса, сопровождающихся накоплением в почвах илистой фракции, в них возрастает содержание ближнего резерва калия, характеризующегося более высокой подвижностью, чем калий потенциального резерва связанный с более крупными фракциями.

Таблица 3 - Резервы калия горных коричневых почв Узбекистана

Глубина, см	Общий калий, %	Резервы калия, в мг/100г почвы			Резервы калия, в % от общего содержания		
		непо- средств.	ближ- него	потен- циального	непо- средств.	ближ- него	потен- циального
1	2	3	4	5	6	7	8
Разрез 40 Заравшанский хребет, западный отрог, северный макросклон, вблизи поселка Сазагон, склон восточной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, слабо эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном суглинке							
0-7	1,685	27	384	1274	2,12	22,79	75,61
7-11	1,470	24	355	1091	1,63	24,15	74,22
11-27	1,120	24	254	842	2,14	22,68	75,18
27-50	0,924	22	196	706	2,38	21,21	76,41
50-80	1,032	19	146	864	1,84	14,44	83,72
80-160	0,908	17	150	741	1,87	16,51	81,61
Разрез 13. Заравшанский хребет, юго-западный отрог, западный макросклон, вблизи поселка Варганза, склон южной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, средне эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном суглинке							
0-9	1,560	56	176	1328	3,60	11,28	85,13
9-45	1,461	57	320	1084	3,90	21,90	74,20
45-85	1,442	44	374	1024	3,05	25,94	71,01
Разрез 66 Коксуйский хребет, юго-западный склон, вблизи поселка Бурчмулла, склон южной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, средне эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном делювии гранитов							
0-5	1,554	71	138	1345	4,57	8,88	86,55
5-29	1,476	69	137	1270	4,67	9,28	86,04
29-63	1,464	64	94	1306	4,37	6,42	89,21
63-90	1,050	60	75	915	5,71	7,14	87,14
90-122	0,930	58	48	824	6,24	5,16	88,60
Разрез 54. Туркестанский хребет, северный макросклон, вблизи поселка Зомин, склон западной экспозиции, почва коричневая, выщелоченная, слабо эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессах							
0-9	1,442	31	286	1127	2,15	19,83	78,16
9-31	1,412	30	443	939	2,12	31,37	66,50
31-52	1,288	26	123	839	2,02	32,84	65,14
52-85	1,035	21	340	674	2,03	32,85	65,12
85-126	1,005	19	229	757	1,89	22,79	75,32

Продолжение таблицы № 3

Разрез 28. Южно-Нуратинский хребет, хребет Актау, северный макросклон, вблизи поселка Чуя, склон северной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, средне эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном суглинке							
1	2	3	4	5	6	7	8
0-8	1,321	27	113	1181	2,04	8,55	89,40
8-53	1,488	24	106	1357	1,61	7,12	91,20
53-98	1,474	23	84	1367	1,56	5,70	93,0
98-136	0,967	18	50	899	1,86	5,17	92,96
Разрез 1. Гиссарский хребет, юго-западные отроги, хребет Кугитангтау, восточный макросклон, вблизи поселка Пашхурт, склон южной экспозиции, коричневая выщелоченная, эродированная, мало гумусированная, среднесуглинистая почва на лессах							
0-8	1,270	44	286	940	3,46	22,52	74,01
8-40	1,165	27	282	856	2,32	24,21	73,48
40-70	1,120	19	296	805	1,70	26,43	71,86
70-105	0,930	10	271	749	3,46	22,52	74,01
Разрез 74. Кураминский хребет, южный макросклон, вблизи поселка Чодак, склон западной экспозиции, почва коричневая типичная, карбонатная, слабо эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессах							
0-7	1,240	103	67	1070	8,31	5,40	86,29
7-26	1,280	54	190	1036	4,22	14,84	80,94
26-75	0,960	42	162	756	4,38	16,88	78,75

В изученных коричневых почвах потенциальный резерв калия является доминирующим в общем содержании калия и колеблется по профилю от 65,12 до 93,0 % (таблица 3), его вертикальное распределение неоднородное. Максимальная доля калия потенциального резерва в гумусовом горизонте коричневых почв зафиксирована в разрезе 66 - 1345 мг/100 г (до 89 % от общего количества калия), минимальная в разрезе 1 – 940 мг/100 г (до 74 % от общего количества калия) (таблица 3).

Нами была определена доля растворимого и нерастворимого калия от потенциального резерва, мг/100 г и % (таблица 4).

В гумусовом горизонте профилей изученных почв, выявлено широкое варьирование доли растворимого калия от потенциального резерва – от 140 до

441 мг/100 г, и соответственно от 11,47 до 53,20 %. Доля нерастворимого калия колеблется от 388 до 1136 мг/100 г и от 46,80 до 88,15 %. Вертикальное распределение растворимого и нерастворимого калия характеризуется неравномерностью по профилю. Причиной этого может быть удержание калия в глинистых минералах, в частности в гидрослюдах (гидромусковит) и разная степень распределения в почвенных слоях. По сравнению с другими разрезами, в разрезе 1 самое низкое содержание потенциального резерва калия в гумусовом горизонте 940 мг/100 г почвы, причиной этого может быть снижение количества общего калия, невысокий уровень влажности и переход калия между слоями гидрослюда в почвенный раствор.

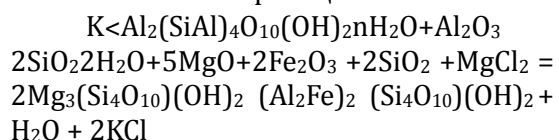
Таблица 4 - Растворимый и нерастворимый калий от потенциального резерва горных коричневых почв Узбекистана

Глубина, см	Потен- циальный резерв калия, мг/100 г	Растворимый и нерастворимый калий от потенциального резерва, мг/100 г		Растворимый и нерастворимый калий от потенциального резерва, %	
		Раств.	Н/раств.	Раств.	Н/раств.
1	2	3	4	5	6
Разрез 40. Заравшанский хребет, западный отрог, северный макросклон, вблизи поселка Сазагон, склон восточной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, слабо эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном суглинке					
0-7	1274	415	859	32,51	67,43
7-11	1091	379	712	34,74	65,26
11-27	842	278	564	30,02	66,98
27-50	706	221	485	31,30	68,70
50-80	864	165	699	19,10	80,90
80-160	741	167	574	22,54	77,46
Разрез 13. Заравшанский хребет, юго-западный отрог, западный макросклон, вблизи поселка Варганза, склон южной экспозиции, почва ко-ричневая выщелоченная, средне эродированная, средне гумусированная, среднесуг-линистая на лессовидном суглинке					
0-9	1328	232	1096	17,47	82,53
9-45	1084	377	707	34,78	65,22
45-85	1024	418	606	40,82	59,18
Разрез 66. Коксуйский хребет, юго-западный склон, вблизи поселка Бурчмулла склон южной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, средне эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном делювии гранитов					
0-5	1345	209	1136	15,54	84,46
5-29	1270	206	1064	16,22	83,78
29-63	1306	158	1148	12,10	87,90
63-90	915	135	780	14,75	85,25
90-122	824	106	718	12,86	87,14
Разрез 54. Туркестанский хребет, северный макросклон, вблизи поселка Зомин, склон западной экспозиции, почва коричневая, выщелоченная, слабо эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессах					
0-9	1127	317	810	28,13	71,87
9-31	939	476	463	50,69	49,31
31-52	839	149	690	17,76	82,24
52-85	674	361	313	53,56	46,44
85-126	757	248	509	32,76	67,84
Разрез 28. Южно-Нуратинский хребет, хребет Актау, северный макросклон, вблизи поселка Чуя, склон северной экспозиции, почва коричневая выщелоченная, средне эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессовидном суглинке					
0-8	1181	140	1041	11,85	88,15
8-53	1357	130	1227	9,58	90,42
53-98	1367	107	1260	7,83	92,17
98-136	899	68	831	7,56	92,44

Продолжение таблицы № 4

1	2	3	4	5	6
Разрез 1. Гиссарский хребет, юго-западные отроги, хребет Кугитангтау, восточный макросклон, вблизи поселка Пашхурт, склон южной экспозиции коричневая выщелоченная, эродированная, мало гумусированная, среднесуглинистая почва на лессах					
0-8	940	441	388	53,20	46,80
8-40	856	578	209	73,44	26,56
40-70	805	360	400	47,37	52,63
70-105	749	308	314	49,52	50,48
Разрез 74. Кураминский хребет, южный макросклон, вблизи поселка Чодак, склон западной экспозиции, почва коричневая типичная, карбонатная, слабо эродированная, средне гумусированная, среднесуглинистая на лессах					
0-7	1070	394	452	46,57	53,43
7-26	1036	474	332	58,81	41,19
26-75	756	424	112	79,10	20,90

В илстой фракции подвижность калия в определенной степени различна. Она возрастает из-за условий подверженности и частичного трансформационного превращения структур от слюд, гидрослюды к слюдогенным (слюда – монтмориллонит) смешаннослойным образованиям и с ослаблением в таком ряду прочности связи и частичным переходом межслоевого калия из структур этих минералов в обменные позиции и жидкую фазу почв под влиянием выветривания и почвообразования. Минерал гидрослюды (гидромусковит) гидроморфен и под влиянием повышенной влажности в верхних слоях образуется минерал монтмориллонит. Потерю калия из минеральной структуры гидрослюды можно увидеть из приведенной кристаллохимической реакции:



Этот процесс протекает в нижних горизонтах разрезов 54, 40, 13, 1, 74, что указывает на то, что из-за высокого уровня влажности в нижних горизонтах почвенного профиля, процесс монтмориллонизации гидрослюдистого минерала протекает сильнее, чем в гуму-

совом горизонте, что в результате вызывает снижение общего содержания калия. Доказательством этого процесса является тот факт, что количество обменного калия на примере разреза 74, в гумусовом горизонте составило 1028 мг/кг.

Таким образом, различия по параметрам калия в изученных коричневых почвах разных районов Узбекистана, главным образом объясняется тем, что они распространены по склонам различной экспозиции, крутизны и формы. Также расположение горных хребтов, экспозиция склонов и высотное положение местности играют большое влияние на увлажнение. Особенно сильно увлажнены и имеют более густое растительное покрытие, западные и северные склоны, обращенные в сторону влажных ветров, приносящих осадки. Общее содержание калия в верхнем горизонте изученных коричневых почв варьирует от 1,560 % на южных склонах и до 1,240 % на западных, также для всех разрезов характерно резкое вертикальное снижение общего содержания калия, что свидетельствует о его глубоком проникновении. Гранулометрический состав изученных почв среднесуглинистый. Доля илстой фракции в

гумусовом горизонте варьирует от 3,0 % в разрезе 74, до 12,6 % в разрезе 1, вертикальное распределение относительно равномерное с неясно выраженным накоплением в средней части профиля практически во всех разрезах, что может быть объяснено иллювиальными и биохимическими процессами. Максимальное количество калия в составе илистой фракции сосредоточено в верхнем слое мощностью 0-50 см, при этом на глубине около 1 м количество калия близко к 1 %. Вертикальное распределение калия непосредственного резерва во всех исследованных разрезах составило от 2 до 8 %. Вертикальное распределение калия ближнего резерва однородное от 5,16 до 22,79 %, с неясно выраженным накоплением в средней части профиля, что может быть объяснено иллювиальными процессами. Потенциальный резерв калия является доминирующим и колеблется по профилю от 65,12 до 92,96 %, его вертикальное распределение также характеризуется неясно выраженным накоплением в средней части профиля, что указывает на его слабую подвижность. Выявлено широкое варьирование доли растворимого калия от потенциального резерва – от 11,85 до 53,20 %, нерастворимого – от 46,80 до 88,15 %. Вертикальное распределение растворимого и нерастворимого калия неравномерно по профилю с накоплением в средней части, причиной этого может быть процесс иллитизации монтмориллонита.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что распределение и качество калия в пастбищных горных коричневых почвах Узбекистана неравномерно, как по почвенному профилю, так и по регионам страны, на что влияют рельеф, экспозиция склонов, особенности почвообразующих пород, атмосферные осадки, гидротермические условия. В целом, горные коричневые почвы содержат достаточное количество обменного калия – от 264 до 1028 мг/кг. Калий ближнего и непосредственного резервов под влиянием атмосферных осадков вымывается, что в результате приводит к уменьшению общего калия. На склонах южной экспозиции процесс протекает более активно, чем на склонах западной и северной экспозиции с более густым растительным покрытием. Дальнейшее изучение особенностей калия, его накопления и восстановления в горных коричневых почвах имеет важное значение для разработки рекомендаций по рациональному использованию, противозерозионной защите и увеличению продуктивности горных пастбищ на коричневых почвах Узбекистана.

Исследования проведены при частичной финансовой поддержке Научно-исследовательского института окружающей среды и технологий охраны окружающей среды при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Schroeder D. Structure and weathering of potassium containing minerals// Proc. 11th Congr. Int. PotashInstitute. Berne. –1978.- С.43-63.
- 2 Kassa M., Kebede F., Haile W. Forms and dynamics of soil potassium in acid soil in the wolaita zone of southern Ethiopia// Applied and Environmental Soil Science. – 2021. – Т. 2021. – С. 1-10.
- 3 Saini J., Grewal K.S. Vertical distribution of different forms of potassium and their relationship with different soil properties in some Haryana soil under different crop rotation// Adv Plants Agric Res. -2014.- № 2. – P. 48-52.

4 Marcelo Raphael Volf, Willian Batista-Silva, Ailton Donizete Silvério. Lucas Grizzo dos Santos, Carlos Sérgio Tiritana. Effect of potassium fertilization in sandy soil on the content of essential nutrients in soybean leaves// Annals of Agricultural Sciences. – 2022. – Vol. 67. – Iss. 1. – P.99-106.

5 Jalali M. Kinetics of non-exchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of western Iran// Geoderma. – 2006. – Т. 135. – С. 63-71.

6 Pavlov K. V. The assessment of the potassium status of soil by the proportion between different forms of potassium// Eurasian Soil Science. – 2007. – Т. 40. – №. 7. – С. 792.

7 Bhat M. A. et al. Distribution of Various Geochemical Forms of Potassium under Horticulture Land Use System of District Ganderbal //Current Journal of Applied Science and Technology. – 2020. – Т. 39. – №. 43. – С. 1-10.

8 Республика Узбекистан. Закон РУз. О пастбищах. принят 20 мая 2019 года, № ЗРУ-538.

9 Указ Президента Республики Узбекистан. Стратегия развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы: принят 23 октября 2019 года, № УП-5853.

10 Dou X. et al. Risk assessment of soil erosion in Central Asia under global warming// Catena. – 2022. – Т. 212. – С. 106-116.

11 Chen T. et al. Disentangling the relative impacts of climate change and human activities on arid and semiarid grasslands in Central Asia during 1982–2015//Science of the Total Environment. – 2019. – Т. 653. – С. 1311-1325.

12 Азимова М.К., Исмаилов Д.Р. Минералогический состав, формы и резервы калия в почвах Каршинской степи в зависимости от характера почвообразующих пород // Тр. ИПА. -1978. - Вып. 16. - Ташкент, 1978. С. 3-20.

13 Толстова Л.Е. Формы, резервы и прочность связи калия в аллювиальных гидроморфных почвах пояса типичных сероземов// Агрохимия. -1980. - №3. - С. 44-50.

14 Исмаилов Д.Р. Минералогический состав и физико-химические свойства почв южного Узбекистана. - Ташкент: Фан, 1989. - 185 с.

15 Исмаилов Д.Р., Ахатов А., Рысбаев С.Б. Калийное состояние почв Узбекистана и их фундаментальная характеристика// Илмий-амалий анжуман маърузалар туплами. Ташкент, -2002.- С. 26-30.

16 Кадилова Д.А., Закиров Ф.М., Ананова К.К. Морфогенез почв среднегорий южных отрогов Гиссарского хребта и влияние на них эрозионных процессов // Science Review. – 2018. - Vol. 3 (10). С. 17-20.

17 Нормуратов О.У., Закиров Х.Х., Чориева Ш.К., Нуруллаев А.К., Абдурахмонова Ю.М., Боллиев А.Т. Почвенно-климатические условия Сурхандарии// Universum: Химия и биология. -2018. - № 6 (48).

18 Раупова Н.Б., Абдуллаев С.А. Горно-коричневые карбонатные почвы Западного Тянь-Шаня, их агрохимические свойства и гумусное состояние// Бюллетень науки и практики. – 2018.- Т. 4, № 2. – С. 153–161.

19 Akhatov A. Method for determining clay minerals content in soil// Irrigation and Melioration. - 2018. - Vol.4. - P. 3-11.

20 Ахатов А., Буриев С.С., Нурматова В.Б., Жураев Г.А. Гумус коричневых почв горных пастбищ Узбекистана// Почвы и окружающая среда. – 2022. – Т. 5. – №. 3. – С. 15-29.

21 Ахатов А., Буриев С.С., Нурматова В.Б. Фосфор коричневых почв горных

пастбищ Узбекистана // Агрохимия и почвоведение. Межведомств. тем. научн. сборник. Харьков: ННЦ "ИПА им. А.Н. Соколовского". - 2022. - Вып. 93. - С. 24-32.

22 Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia// Ecological Indicators. – 2020. – Т. 116. – С. 106490.

23 Генусов А.З., Горбунов Б.В., Кимберг Н.В. Классификация и диагностика почв Узбекистана // В кн.: Генезис, география и мелиорация почв Узбекистана. - Ташкент. - 1972. - С. 3-49.

24 IUSS Working Group et al. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps// (No Title). – 2014.

25 Горбунов Б.В. и др. Почвы Узбекистана. - Ташкент: ФАН, 1975. - 222 с.

26 Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан// Ташкент: НИГМИ, - 2007. – 132 с.

27 Юсупов С., Мукимов Т., Хамраев А. Стратегия управления пастбищным животноводством Узбекистана // Сборник материалов «Проблемы и пути решения устойчивого использования пастбищных ресурсов». Казахстан. - Астана, 2010. - С. 106-113.

28 Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - Москва: МГУ, 1970. - 487 с.

29 Розанов Б.Г. Морфология почв. - Москва: МГУ, 1983. – 320 с.

30 Соболев С.С. Защита почв от эрозии и повышение их плодородия. - Москва: Сельхозиздат, 1961. - 231 с.

31 Шаймухамедов М.Ш., Воронина К.А. Методика фракционирования органо-глинных комплексов почв с помощью лабораторных центрифуг// Почвоведение. -1972. - № 8. - С. 134–138.

32 Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в полевых хлопковых районах. Ташкент: СоюзНИХИ, 1963. - 440 с.

33 Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. Москва: Наука, 1978. – 292 с.

REFERENCES

1 Schroeder D. Structure and weathering of potassium containing minerals// Proc. 11th Congr. Int. PotashInstitute. Berne. – 1978. - S. 43-63.

2 Kassa M., Kebede F., Haile W. Forms and dynamics of soil potassium in acid soil in the wolaita zone of southern Ethiopia// Applied and Environmental Soil Science. – 2021. – Vol. 2021. – P. 1-10.

3 Saini J., Grewal K.S. Vertical distribution of different forms of potassium and their relationship with different soil properties in some Haryana soil under different crop rotation// Adv Plants Agric Res. - 2014. - № 2. – P. 48-52.

4 Marcelo Raphael Volf, Willian Batista-Silva, Ailton Donizete Silvério. Lucas Grizzo dos Santos,Carlos SérgioTiritana. Effect of potassium fertilization in sandy soil on the content of essential nutrients in soybean leaves// Annals of Agricultural Sciences. – 2022. - Vol. 67. - Iss. 1. - P. 99-106.

5 Jalali M. Kinetics of non-exchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of western Iran// Geoderma. – 2006. – Vol. 135. – P. 63-71.

6 Pavlov K. V. The assessment of the potassium status of soil by the proportion be-

tween different forms of potassium// Eurasian Soil Science. – 2007. – Vol. 40. – № 7. – P. 792.

7 Bhat M. A. et al. Distribution of Various Geochemical Forms of Potassium under Horticulture Land Use System of District Ganderbal// Current Journal of Applied Science and Technology. – 2020. – Vol. 39. – №. 43. – P. 1-10.

8 Respublika Uzbekistan. Zakon RUz. O pastbishchakh. № ZRU–538.: prinyat 20 ma-ya 2019 goda.

9 Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistan. Strategiya razvitiya selskogo khozyaystva Respubliki Uzbekistan na 2020-2030 gody. № UP-5853.: prinyat 23 oktyabrya 2019 goda.

10 Dou X. et al. Risk assessment of soil erosion in Central Asia under global warming// Catena. – 2022. – Vol. 212. – P. 106056.

11 Chen T. et al. Disentangling the relative impacts of climate change and human activities on arid and semiarid grasslands in Central Asia during 1982–2015// Science of the Total Environment. – 2019. – Vol. 653. – P. 1311-1325.

12 Azimova M.K., Ismatov D.R. Mineralogichesky sostav, formy i rezervy kaliya v pochvakh Karshinskoy stepi v zavisimosti ot kharaktera pochvoobrazuyushchikh porod // Tr. IPA. -1978.- vyp. 16. Tashkent, 1978. S. 3-20.

13 Tolstova L.E. Formy, rezervy i prochnost svyazi kaliya v allyuvialnykh gidro-morfnykh pochvakh poyasa tipichnykh serozemov// Agrokimiya. - 1980. - №3. - S. 44-50.

14 Ismatov D.R. Mineralogichesky sostav i fiziko-khimicheskiye svoystva pochv yuzhnogo Uzbekistana. Tashkent: Fan, 1989. - 185 s.

15 Ismatov D.R., Akhatov A., Rysbayev S.B. Kalynoye sostoyaniye pochv Uzbekistana i ikh fundamentalnaya kharakteristika.// Ilmy-amaly anzhuman maruzalar tuplami. Tashkent, - 2002. - S. 26-30.

16 Kadirova D.A., Zabiroy F.M., Ananova K.K. Morfogenezis pochv srednegory yuzhnykh otrogov Gissarskogo khrebtta i vliyaniye na nikh erozionnykh protsesov// Science Review. – 2018. - Vol. 3 (10). S. 17–20.

17 Nurullayev A.K., Abdurakhmonova Yu.M., Bolliyev A.T. Pochvenno-klimaticheskkiye usloviya Surkhandarii// Universum: Khimiya i biologiya. - 2018. - № 6 (48).

18 Raupova N.B., Abdullayev S.A. Gorno-korichnevye karbonatnye pochvy Zapadnogo Tyan-Shanya, ikh agrokhimicheskiye svoystva i gumusnoye sostoyaniye// Byulleten nauki i praktiki. – 2018.- T. 4, № 2. – S. 153–161.

19 Akhatov A. Method for determining clay minerals content in soil// Irrigation and Melioration. -2018. - Vol.4. - P. 3-11.

20 Akhatov A., Buriyev S.S., Nurmatova V.B., Zhurayev G.A. Gumus korichnevykh pochv gornyx pastbishch Uzbekistana// Pochvy i okruzhayushchaya sreda. – 2022. – T. 5. – №. 3. – S. 15-29.

21 Akhatov A., Buriyev S.S., Nurmatova V.B. Fosfor korichnevykh pochv gornyx pastbishch Uzbekistana// Agrokimiya i pochvovedeniye. Mezhdovedstv. tem. nauchn. sbornik. Kharkov: NNTs "IPA im. A.N. Sokolovskogo". -2022. - Vyp. 93. - S. 24-32.

22 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.

23 Genusov A.Z., Gorbunov B.V., Kimberg N.V. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Uzbekistana // V kn.: Genezis, geografiya i melioratsiya pochv Uzbekistana. Tashkent. - 1972.- S. 3-49.

24 IUSS Working Group et al. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps// (No

Title). – 2014.

25 Gorbunov B.V. i dr. Pochvy Uzbekistana. - Tashkent: FAN, 1975. - 222 s.

26 Chub V.E. Izmeneniye klimata i ego vliyaniye na gidrometeorologicheskiye protsessy, agroklimaticheskiye i vodnye resursy Respubliki Uzbekistan. Tashkent: NIGMI, - 2007. – 132 s.

27 Yusupov S., Mukimov T., Khamrayev A. Strategiya upravleniya pastbishchnym zhivotnovodstvom Uzbekistana// Sbornik materialov «Problemy i puti resheniya ustoychivogo ispolzovaniya pastbishchnykh resursov». Kazakhstan. Astana, 2010. - S. 106-113

28 Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. - Moskva: MGU, 1970. - 487 s.

29 Rozanov B.G. Morfologiya pochv. - Moskva: MGU, 1983. – 320 s.

30 Sobolev S.S. Zashchita pochv ot erozii i povysheniye ikh plodorodiya. - Moskva: Selkhozizdat, 1961. - 231 s.

31 Shaymukhamedov M.Sh., Voronina K.A. Metodika fraktsionirovaniya organo-glinnykh kompleksov pochv s pomoshchyu laboratornykh tsentrifug.// Pochvovedeniye. - 1972. - № 8. - S. 134-138.

32 Metody agrokhimicheskikh, agrofizicheskikh i mikrobiologicheskikh issledovaniy v polevykh khlopkovykh rayonakh. Tashkent: SoyuzNIKHI, 1963. - 440 s.

33 Gorbunov N.I. Mineralogiya i fizicheskaya khimiya pochv. Moskva: Nauka, 1978. – 292 s.

ТУЙИН

А. Ахатов¹, С. Бөриев¹, В. Нұрматова^{1*}

ӨЗБЕКСТАН ТАУ ЖАЙЫЛЫМДАРЫНЫҢ ҚОҢЫР ТОПЫРАҚТАРЫНДАҒЫ КАЛИЙ

¹Өзбекстан Республикасы Экология, қоршаған ортаны қорғау және климаттың өзгеруі министрлігіне қарасты Қоршаған орта және

*экологиялық технологиялар ғылыми-зерттеу институты, 100043, Ташкент, Бунёдкор даңғылы, 7а, Өзбекстан,*e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

Зерттелетін тау қоңыр топырақтары сазды гранулометриялық құрамымен, жаңғақ-тұзды құрылымымен, аздап қышқылды немесе аздап сілтілі реакциясымен сипатталады. Жоғарғы горизонттағы калийдің жалпы мөлшері 1,240-тан 1,685 %-ға дейін ауытқиды. Ауыспалы калий 265-тен 1028 мг/кг топыраққа дейін жетеді. Сазды фракцияның үлесі 2,9-18,3 % аралығында ауытқиды. Тұнбалы фракцияларда калийдің мөлшері жалпы топыраққа қарағанда 2-3 есе жоғары және 1,26-дан 3,0 %-ға дейін болады. Калий қоры анықталды – жақын, жақын және потенциалды. Жалпы құрамның қарашірік горизонтындағы калий қоры мөлшерінің ауытқуы: бірден 1,5-тен 8,31 %-ға дейін, жанында 5,40-тан 32,85 %-ға дейін, әлеуетті, жалпы мазмұндағы басым 65,12-ден 93,0 %-ға дейін таралуы анықталды. Өзбекстанның жайылымдық таулы қоңыр топырақтарындағы калий мен оның қоры біркелкі емес және көптеген табиғи факторларға байланысты. Потенциалды қордағы калий жеткілікті көп мөлшерде, ал аздаған мөлшерде – жақын және бірден болатыны анықталды. Калийдің жақын және жақын қорларының жоғалуы жалпы калий мазмұнының төмендеуіне әкеледі.

Түйінді сөздер: таудың қоңыр топырақтары, калий, алмасатын калий, калий қоры, лайлы фракциялар.

SUMMARY

A. Akhatov¹, S. Buriev¹, V. Nurmatova^{1*}

POTASSIUM IN BROWN SOILS OF MOUNTAIN PASTURES OF UZBEKISTAN

¹*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 avenue, 7a, Uzbekistan,*

**e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

The studied mountain brown soils are characterized by loamy granulometric composition, nutty-cloddy structure, slightly acidic or slightly alkaline reaction. The total potassium content in the upper horizon varies from 1.240 to 1.685 %. Exchangeable potassium ranges from 265 to 1028 mg/kg of soil. The share of clay fraction varies from 2.9 to 18.3 %. In silty fractions, the content of potassium is 2-3 times higher than in the soil as a whole and ranges from 1.26 to 3.02 %. Potassium reserves were identified - near, immediate and potential. Fluctuations in the content of potassium reserves in the humus horizon of the total content were: immediate from 1.5 to 8.31 %, near θ from 5.40 to 32.85 %, potential, dominant in the total content 65.12 to 93.0 %. It has been established that the distribution of potassium and its reserves in the pasture mountain brown soils of Uzbekistan is uneven and depends on many natural factors. It was revealed that potassium of a potential reserve is presented in a sufficiently large amount, and in a slightly smaller amount - near and immediate. Losses of near and immediate reserves of potassium lead to a decrease in the content of total potassium in general.

Key words: mountain brown soils, potassium, exchangeable potassium, potassium reserves, silty fractions.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

1 Ахатов Абдусамад – старший научный сотрудник лаборатории «Защита водных и земельных ресурсов», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
e-mail: ekologiya58@mail.ru

2 Буриев Салимжан Самеджанович – заместитель директора, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail:eco_nii@uznature.uz

3 Нурматова Виктория Борисовна – младший научный сотрудник лаборатории «Защита водных и земельных ресурсов»,
e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

БИОЛОГИЯ ПОЧВ

FTAXP 68.03.07

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.3.22](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.3.22)М.Ж. Әшірбеков^{1*}, Н.В. Малицкая¹, М.А. Аужанова²,А.К. Хаймулдинова³, Н.М. Джумадилова³**СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МАЙЛЫ ЗЫҒЫРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІ МЕН САПАСЫНА
ОРГАНИКАЛЫҚ-МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ӘСЕРІ**¹М. Қозыбаев атындағы «Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ,
150000, Петропавл қ., Пушкин көшесі 86, Қазақстан

*e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

²«Ш. Уәлиханов атындағы «Көкшетау университеті» КеАҚ,
020000, Көкшетау қ., Абай көшесі, 76, Қазақстан³«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ,
090000, Астана, Сатпаев көшесі, 2, Қазақстан

Аннотация. Мақалада Солтүстік Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешенінде топырақтың құнарлылығын, ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін үдемелі арттыру, ғылыми негізделген егіншілік жүйесі негізінде астық, мал азықтық жем-шөп және басқа да дақылдар өндірісін ұлғайту мәселелеріне көп көңіл бөлінетіні көрсетілген. Қазіргі уақытта астық егілетін егістік аймақтың ауыспалы егіс жүйесінде жүзеге асырылуы тиіс және халықты жоғары ақуызды майлы азық-түлікпен қамтамасыз ету проблемасы ерекше орын алуда. Майлы зығыр дақылын далалық ауыспалы егістің әртарапты түрлеріне енгізу халық шаруашылығын май өнімдерімен қамтамасыз етіп қоймай, сонымен қатар кәдімгі қара топырақтың агрофизикалық, биологиялық және агрохимиялық қасиеттерін жақсартуға да ықпал етеді. Сонымен қатар, зығыр дәнінде теңдестірілген және оңай қорытылатын ақуыздың, өсімдік майының, әртүрлі қант пен көміртегі суларының, сондай-ақ диетаға қажетті негізгі дәрумендер мен микроэлементтердің көп мөлшері шоғырланған. Далалық тәжірибе зерттеулері майлы зығыр дақылдарында минералды және органикалық тыңайтқыштарды қолданудың тиімділігін топырақ құнарлылығының жақсаруына, зығыр дақылының мөлшері мен сапасын қалыптастыруға әсерін анықтау, Қазақстанның Солтүстік өңірінде олардың ең тиімді нұсқасын анықтау бойынша жүргізілді. Минералды және органикалық тыңайтқыштарды оңтайлы түрде қолдану зығыр өсімдіктерінің ценозының тығыздығына, атап айтқанда өсімдіктің далалық өнгіштігіне, өсімдіктердің өсу динамикасына, зығыр өсімдіктерінің шикі және құрғақ массасының жиналуына оң әсерін туғызды. Минералды және органикалық тыңайтқыштарды оңтайлы қолдану топырақ құнарлылығын арттырып қана қоймай, зығыр өсімдіктерін өсірудің өнімділігі мен рентабельділік деңгейін арттыруға ықпалын тигізді.

Түйінді сөздер: майлы зығыр егісі, ақуыз, зығыр дәнінің майлылығы, ауыспалы егіс, өсімдіктің шикі және құрғақ зат массасы, өсімдіктер ценозы, топырақ құнарлылығы.

КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасы аграрлық мемлекет, сондықтан халық шаруашылығындағы ең бастысы мен маңыздысы аграрлық сала. Бүгінгі экономикалық қиын жағдайдан шығудың бірден бір жолы ауыл шаруашылығын дамытып, елімізді отандық жоғары сапалы азық-түлік өнімдерімен және т.б. ауыл шаруа-

шылығы өнімдерінің шикізаттарымен қамтамасыз ету.

Ауыл шаруашылығы саласының тиімділігін арттырудың негізгі міндеттерінің бірі өсімдік шаруашылығын әртараптандыру арқылы майлы дақылдардың өнімділігі мен сапасын арттыру. Қазақстанның солтүстік аймағында майлы дақылдардың перспективалы

түрлерінің бірі майлы зығыр болып табылады [1].

Соңғы жылдары Қазақстанның солтүстік аймағында майлы зығыр егісінің аумағы ұлғайып келеді. Егіс құрылымындағы майлы зығырдың көлемі 2012 жылы 0,3 % (12,9 мың га), ал 2020 жылы – 0,6 % (25,1 мың га), яғни егіс көлемі 2 есеге ұлғайған. Орташа өнімділік 12,2 ц/га, ал жоғары өнімділік – 25,9 ц/га дейінгі көрсеткішті құрады [2].

Майлы зығырдың танымалдылығы біріншіден, экономикалық сипаттамалары қазіргі кезеңде маңызды аргумент болып табылады. Зығыр ең тиімді ерте көктемгі майлы дақыл болып саналады, өйткені оның өнімділігі орташа 20 ц/га асады. Бірқатар есептеулер бойынша 1 гектарға майлы зығыр сеуіп өнім алу, 1 гектар күздік бидай егісінің кемінде 45 ц/га өнімділігіне пара-пар болатын экономикалық көрсеткіштерді қамтамасыз етеді.

Екіншіден, зығырдың тағы бір маңызды агротехникалық ерекшеліктері бар. Майлы зығырды Солтүстік өңірлерде ерте себу мерзіміне (сәуір-мамыр) орай, қысқа вегетация кезеңіне (90 күнге дейін) және жалпы зиянкестердің аз болуына байланысты көптеген дақылдар үшін, оның ішінде күздік бидай үшін жақсы алғы дақыл болып табылады [3-5].

Үшіншіден, вегетациялық кезеңдегі технологиялық ерекшеліктер де зығырдың пайдасына шешіледі. Жазғы егін жинау кезеңіндегі ауа райының қолайсыздығынан егіннің ысырап болу қаупін минимумға дейін төмендетеді, сонан соң дәнді дақылдардан кейін бірден пісіп-жетілген мерзімде жинау техникасын ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді [6].

Зығырды жасыл тыңайтқыш ретінде қолдануға да болады, яғни жасыл масса шіріп, топырақты құнарландырады, ал өсімдіктің тамыр жүйесі азотпен қосымша қоректенуді қамтамасыз

етеді [7-9].

Зығыр өсіруге қолайлы ең жақсы топырақтар: орташа гумусты, төмен гумусты, сілтілі емес тұзданбаған кәдімгі қара топырақтар және қара күлгін топырақтар болып табылады [10-12].

Басқа ауылшаруашылық дақылдарымен салыстырғанда зығыр қоректік заттарды едәуір аз тұтынады, бірақ тамыр жүйесі әлсіз болғандықтан, топырақтың құнарлылығына жоғары талаптар қояды. Бәрінен бұрын, ол азот тыңайтқыштарын шанақтау фазасынан бастап гүлденуге, яғни топыраққа фосфор мен калий тыңайтқыштарын енгізуге дейінгі бүкіл өсу кезеңінде қажет етеді [13-15].

Органикалық тыңайтқыштарды минералды тыңайтқыштарға қосып топыраққа енгізу нәтижесінде топырақтағы ауыр металдардың ығысып шығуына, сондай-ақ майлы зығыр өсімдігінің қарқынды өсу нәтижесінде топырақтың биологиялық белсенділігі артады [16-18].

А.П. Колотовтың зерттеулерінде майлы зығыр егістігінде қолданылған ресурс үнемдеу технологиясының нәтижесінде органикалық тыңайтқыштар дақылдың майлылығын 14-17 %-ға арттырғанын көрсетті [19].

Египеттің ауыл шаруашылығы дақылдары орталығының ғалымдары жүргізген зерттеулер нәтижесінде минералды тыңайтқыштарды органикалық тыңайтқыштармен кешенді түрде енгізу топырақ құнарлылығын арттырып, майлы зығыр өсімдігінің зиянкестермен залалдануын азайтқан, сонымен қатар дәнінің сапасы да артқан [20].

Сондай-ақ көптеген алыс және жақын шетел ғалымдарының зерттеулері топырақ құнарлылығының артуы майлы зығырдың майлылығы мен өндірілетін өнім сапасының едәуір артуын дәлелдеді [21, 22].

Осылайша, минералды және органикалық тыңайтқыштардың көмегімен

зығыр тұқымдарының мүмкін болатын максималды шығымын алу үшін өсімдіктердің өсу және даму процестерін реттеуге, жеке құрылымдық өнім элементтері мен дәннің сапасын мақсатты түрде өзгертуге болады [23, 24].

Солтүстік Қазақстанда өсімдік шаруашылығын әртараптандырып, топырақ құнарлылығын сақтап, егіншілік мәдениетін арттыру арқылы өңірдің негізгі дақылы болып саналатын дәнді, бұршақ, майлы және т.б. ауыл шаруашылығы дақылдарынан сапалы, әрі жоғары өнім жинау бүгінгі таңда өңір дақандарының күн тәртібінде тұрған ең өзекті мәселелерінің бірі. Қазіргі уақытта зығырдан жоғары сапалы өнім алу үшін тұқым селекциясы мен тұқым шаруашылығын дамыту, топырақ өңдеу мен тыңайтқыш қолдану, агротехникалық шараларды талапқа сай жүргізу шешуші факторлардың бірі болып табылады. Сондықтан, жоғарыда келтірілген мәселені шешу жолында аталған мақсат-міндеттерді тереңірек зерттеуді жөн санадық.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Тәжірибеде майлы зығырды себу арқылы жоғары ақуызды май өнімдерін алу және егіншілікті әртараптық бағытқа ауыстыру арқылы топырақтың құнарлылығын сақтап қана қоймай оны арттыру мүмкіндігі де зерттелді.

Тәжірибеде қойылған міндеттерге байланысты келесі нұсқалар зерттелді:

1 нұсқа: Тыңайтқышсыз (бақылау)

2 нұсқа: N15 P15 K15

3 нұсқа: N30 P30 K30

4 нұсқа: N45 P45 K45

5 нұсқа: N30 P30 K30 + көң 25 т/га

6 нұсқа: N45 P45 K45 + көң 25 т/га

Зерттеу алаңының жалпы ауданы 1,5 га құрады. Мөлдектердің есептік ауданы 100 м² болды. Тәжірибе 4 рет қайталанды. Нұсқалардың орналасуы жүйелі түрге сәйкес келді.

Тәжірибеде жалпыға бірдей қабылданған әдістер бойынша келесі фенологиялық есептеулер мен бақылаулар жүргізілді:

1 майлы зығырдың өсу қалыңдығын есептеу: өну кезеңінде және жинауға дейін;

2 шанақтардың саны мен массасын санау және өлшеу;

3 майлы зығырдың өнім құрылымының негізгі элементтерін анықтау;

4 дәннің 14 %-дық ылғалдылығында тікелей бастыру арқылы майлы зығырдың шығымын есепке алу;

5 дисперсиялық талдау әдісімен алынған мәліметтерді математикалық өңдеу.

Қарастырылған ғылыми бағдарламаға сәйкес дақылды себу кезінде майлы зығырдың Қазақстанның солтүстік аймақтарында және Ресейде аудандастырылған «Қарабалық-7» сорты егілді. Сорт 1979 жылы аудандастырылды, өнімділігі гектарына 14-16 ц құрайды, май мөлшері 39-42 %, вегетациялық кезеңі 80-90 күнді құрайды.

Тәжірибелік зерттеулер майлы зығырдың «Қарабалық-7» сортында минералды және органикалық тыңайтқыштарды оңтайлы түрде қолдануға негізделген.

2019-2021 жылдары минералды және органикалық тыңайтқыштарды қолдану тиімділігін анықтау бойынша далалық зерттеулер Солтүстік Қазақстан облысы, Уәлиханов ауданы, Кішкенекөл елді мекенінің Қызыл Ту ауылындағы «Қызыл Ту-НАН» ЖШС тәжірибелік учаскесінде жүргізілді.

Бұл аймақтың климаты күрт континенталдылықпен қатар ауа-райының күрт өзгергіштігімен сипатталады. Бұл аймақтың қысы тым қатал, әрі ұзақ, ал жазы ыстық болғанымен қысқа мерзімді. 2019-2020 зерттеу жылдары ылғалды болды, мұнда 346,9 мм жауын-шашын түсті, ал ұзақ мерзімді мәліметтер бойынша 223 мм түсуі керек бо-

латын, яғни климаттық нормадан ауытқу 123,9 мм-ді құрады. Жауын-шашынның мөлшері: мамыр (43 мм) – 12 мм-ге; маусым (72,3мм) – 23,3 мм-ге; шілде (120,2 мм) – 59,2 мм-ге; тамыз (52,1 мм) – 2,1 мм; қыркүйек (59,3 мм) – 27,3 мм-ге нормадан асып түсті.

2021 жыл құрғақ жыл болды. Ең құрғақ ай маусымда небәрі 9,9 мм жауын-шашын болды, көпжылдық орташадан айырмашылығы 49,9 мм, нормадан ауытқу 39,2 мм. Ең көп жауған шілде 105 мм-ді құрады, бұл көпжылдық мәліметтерден (61 мм) 44 мм жоғары. Осылайша, ең құрғақ маусым (9,9 мм) және тамыз (21,6 мм) айлары болды. Мамыр айында (16,5 мм) және қыркүйекте (18,6 мм) жауын-шашын мөлшері де шамалы болды.

Орманды дала аймағындағы тәжірибелік учаскенің топырағы – кәдімгі қара топырақ, орташа қарашірікті және орташа ауыр гранулометриялық құрамы бар орташа саздақты, соның салдарынан батпақтану белгілері бар. Топырақтың сығынды рН ортасы аздап сілтілі реакция (рН сығынды 7,8-8,0), Тюрин бойынша гумустың мөлшері 3,5-4,5 %, сіңірілген негіздердің қосындысы 100 г топырақта 33-37 мг-экв., жалпы азот мөлшері 0,55-0,75, фосфор 0,15-0,22, калий 2,66-3,28 %, 100 г топырақта Тюрин-Кононов бойынша жеңіл гидролизденетін нитрат-азот 8-12 мг, Мачигин бойынша жылжымалы фосфор 15-17 мг, алмаспалы калий 120-130 мг.

Солтүстік Қазақстан облысы қара топырақ аймағында орналасқан, бірақ оның топырақ жамылғысы өте алуан түрлі. Жалпы, аймақтағы қара топырақтар екі кіші түрге бөлінеді: сілтісіздендірілген және кәдімгі орташа гумусты. Өңірде кәдімгі орташа гумусты қара топырақтар аймақтың басым бөлігін алып жатыр. Олардың А қуатты горизонты және құрамында 3,5-4,5 % гумус бар. Сіңіру көлемі 35-55 мг-экв/100 г. Сіңірілген негіздердің ішінде кальций басым. Бұл топырақтарда азот және

фосфор аз мөлшерде. Аймақта қара топырақтардың әр түрлі түрлерінен басқа сұр орман топырақтары және егістік емес жерлерде уытты, сортаң және тұзды топырақтар да кездеседі.

Негізінен Солтүстік Қазақстан облысының топырақтары жоғары табиғи құнарлылығымен ерекшеленеді және дәнді, бұршақты, майлы және мал азықтық дақылдардың жоғары өнімділігін қамтамасыз ете алады.

Тәжірибелерді жүргізу кезінде Орта Азия елдері мен Қазақстан үшін әзірленген жемшөп дақылдарын өсірудің жалпы қабылданған әдістемесі бойынша ұстаным мен бірге топырақтың химиялық құрамы Е.В. Аринушкина әдістемесі бойынша жүргізілді [25, 26]. Тәжірибелік деректерді математикалық және статистикалық өңдеу Б.А. Доспеховтың әдістемесі бойынша жүргізілді [27].

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Тәжірибеде тұқымды себу топырақтың физикалық пісуіне және мамыр айындағы жауын-шашынға байланысты 15 мамырда жүргізілді.

Өсімдіктің қалыңдығы – бұл егіннің маңызды құрамдас бөліктерінің бірі – тығыздық неғұрлым көп болса (белгілі бір аймақтағы өсімдіктер саны, мысалы, 1 м²-ге), соғұрлым өнімділік жоғарылайды.

Вегетациялық кезеңдегі өсімдіктердің тығыздығын байқау өсімдіктердің өсу және даму динамикасы туралы түсінік береді: себілген тұқымдардың қаншасы өсіп шықты («көктеу» фазасы) және қаншасы аман қалды (майлы дақылдарда «тұқымның пісуі» фазасы) [28].

Тәжірибе нәтижелері көрсеткендей, өсіп-өну кезеңінде майлы зығыр өсімдіктерінің қалыңдығы зерттеу жылдарында сыртқы факторларға – жылдың ауа-райы жағдайларына, өсімдіктердің дамуына әсер ететін зиянкестерге, қоректену алаңы үшін оларға

бәсекелестік тудыратын арамшөптерге және т.б. факторларға байланысты гектарына орта есеппен 6212-6868 мың дана өсімдікті құрады. Нәтижесінде зығырдың бүкіл вегетациялық кезеңінде өсімдіктердің өсу қалыңдығының тұрақты төмендеуі байқалады және тұқымның пісу кезеңінде гектарына 5871-6628 мың дана майлы зығыр анықталып, сақталуы 94,5-96,5 %-ды құрады.

Ауылшаруашылық дақылдарының өсу ерекшеліктерін зерттеу барысында уақыт бойынша өсу қарқынын

қадағалау маңызды. Бұл дақылдардың өнімділігін сенімді негіздеуге мүмкіндік береді. Осылайша, орта есеппен үш жыл бойына майлы зығыр өсімдіктерінің өну кезеңінде биіктікте өсуі, тәжірибе нұсқаларына сәйкес 2,2-2,8 см-ге, бүршіктену кезеңінде 2,7-3,2 см-ге, ал пісу кезінде – 1,1-1,5 см. Зерттеу нұсқалары бойынша ең жоғары орташа тәуліктік өсім гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада енгізген нұсқаларда байқалды (1-кесте).

Кесте 1 – Майлы зығырдың тыңайтқыш қолдану ерекшеліктеріне байланысты сызықтық өсу динамикасы (2019-2021 жж.)

Тәжірибе нұсқалары	Кезеңдердегі сызықтық өсу динамикасы, см		
	шығуы	шанақтау	пісуі
Тыңайтқышсыз (бақылау)	15,9	43,3	48,6
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	17,7	51,1	55,6
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	18,2	51,2	58,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	19,8	51,5	59,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + көң 25 т/га	20,5	55,5	61,9
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + көң 25 т/га	21,2	57,7	62,8

Осылайша, көптеген жылдардағы далалық тәжірибелердің нәтижелерін қорытындылай отырып, біз зығырдың өсу кезеңінде орта есеппен даму кезеңдері (фазалары) бойынша сызықтық өсу динамикасын 15,9-21,2 см, бүршіктену, шанақтау кезеңінде 43,3-57,7 см, ал пісу кезеңінде 48,6-62,8 см болды.

Зерттеулер көрсеткендей, зығыр өсіп, дамыған сайын өсімдіктің биологиялық массасының өсу динамикасы жыл бойына да, орта есеппен де өсіру үрдісі байқалады. Биомассаның ең қар-

қынды жинақталуы гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада енгізген нұсқаларында байқалды және өсу кезеңдерінде сәйкесінше 15,7-15,9 г/м², 34,7-36,8 г/м² және 51,9-53,7 г/м² болды, бұл бақылау нұсқасына қарағанда 1,3-1,5 г/м²; 5,0-7,1 г/м² және 6,4-8,2 г/м² жоғары болды.

Орташа алғанда, үш жыл ішінде майлы дақылдардың қоректенуінің зерттелген нұсқалары дақылдарда биологиялық массаның жинақталу динамикасына әр түрлі әсер етті (2-кесте).

Кесте 2 – Майлы зығырдың тыңайтқыш қолдану ерекшеліктеріне қарай биологиялық салмағының өсу динамикасы, г/м² (орташа 2019-2021 жылдар)

Тәжірибе нұсқалары	Вегетациялық даму кезеңдері		
	көктеп шығуы	шанақтау	гүлдеуі-пісуі
Тыңайтқышсыз (бақылау)	112	513	812
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	117	519	845
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	115	517	855
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	118	525	857
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + көң 25 т/га	121	532	872
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + көң 25 т/га	122	535	875

Тыңайтқыштардың әр түрлі комбинациялары бойынша тәжірибенің нұсқаларына сәйкес, дақылдың өсуінен гүлденуіне дейінгі дамудың жекелеген сатыларынан өту кезінде биомассаның біртіндеп өсуін түпкілікті байқауға болады, мұнда ол орташа есеппен 112-122 г/м² болған. Өсу кезеңі, шанақтау кезеңінде – 513-535 г/м², ал гүлдену кезінде сәйкесінше 812-875 г/м². Мұнда вегетативті массаның максималды өсуі өсімдіктердің гүлдену кезеңінде, ал ең азы өніп шығу кезінде алынғанын көреміз.

Алынған мәліметтер бойынша биологиялық массаның ең көп жинақталуы гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада енгізген нұсқаларында N₃₀P₃₀K₃₀, N₄₅P₄₅K₄₅ тыңайтқыштарын енгізу жылдамдығымен тәжірибе нұсқаларында байқалды. Дақылды жинау алдындағы биологиялық масса 872-875 г/м² құрады, бұл көрсеткіш бақылаудан 60-63 г/м² артық.

Майлы зығырды қоректендіруге арналған минералды тыңайтқыштардың барлық дозаларын ескере отырып, біз гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада енгізген нұсқаларда Солтүстік Қазақстан өңіріндегі кәдімгі қара топырақты өңдеуде ең оңтайлы агротехникалық шаралар екенін байқаймыз, аталған агротехникалық шараларда өсімдік биомассасының өсуі N₄₅P₄₅K₄₅ тыңайтқыштардың нормасының қоректік деңгейінде болды.

Зығыр өсімдігінің биологиялық массасының жинақталуының көрсетілген ерекшеліктері өнімділікті қалыптастыруда өте маңызды екендігі анықталды.

Өсімдіктердің биологиялық массасының жинақталуының аталған ерекшеліктері өнімділіктің қалыптасуында өте маңызды екені анық.

3-кестеге сәйкес, барлық зерттелген нұсқаларда вегетациялық кезеңнің

әртүрлі кезеңдерінде шикі және құрғақ массаның мөлшерін арттырғанын көруге болады. Бұл тыңайтқыштарды қолдану құрғақ масса мөлшері бақылау нұсқасына қарағанда аз ғана өскен. Осыдан тыңайтқыштарды оңтайлы түрде қолдану зығыр өсімдігінің құрғақ және шикі массасының пайда болуына аз дап әсер етеді деген қорытынды шығады.

Өнімділік – аудан бірлігінен алынған тұқымның массасы, сайып келгенде, фотосинтез арқылы анықталады, яғни өсімдіктер құрғақ затты негізінен фотосинтетикалық ферменттер жапырақтарда көміртекті бекітетіндіктен жинайды. Тұқымдардың толысуы процесінде құрғақ заттардың жинақталу қабілеті де өнімділіктің технологиялық процесінің маңызды бөлігі болып табылады және, атап айтқанда, дақылдың сорттық ерекшеліктеріне тығыз байланысты болады [19, 20]. Демек, бұл көрсеткіштер өсімдіктегі 1000 тұқымның массасын да арттыруға септігін тигізді.

Майлы зығыр дақылдарын зерттеу процесінде орташа есеппен бірнеше жыл ішінде ғана емес, сонымен қатар кейбір жылдары да дақыл өсіру мүмкіндігін жақсырақ дәлелдейтін басым шарттар бойынша және тәжірибе нәтижелеріне байланысты толығырақ таныстыратын заңдылықты орнату маңызды.

Алынған деректерді аз және өнімді жылдарға бөлек-бөлек талдау қызықтырады, өйткені олар бір-бірінен ерекшеленеді, және зерттеу барысында біз биологиялық масса мен тұқымның ең көп жиналуы 2020-жылы болғанын, ал ең аз – бірінші және үшінші, яғни 2019, 2021 зерттеу жылдары болғанын анықтадық (кесте 3).

Зерттеу жылдарында орта есеппен жасыл және құрғақ заттардың шығымы зығыр үшін тиісінше 66,8-85,9 және 14,2-21,5 ц/га құрады.

Зерттеу кезінде біз гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада енгізген (N₃₀P₃₀K₃₀, N₄₅P₄₅K₄₅) нұсқаларында (85,9 ц/га) ай-

мақтың табиғат-климатына қарай оңтайлы нұсқа екенін анықтадық, бақылау нұсқасына дейінгі өнімділіктің өсімі 8,7-9,1 ц/га немесе 25,9-26,2 %-ды құрады.

Нақты өнімділік – бұл 1 га егістік, көктемгі өнімді немесе нақты жиналған алқапқа есептегенде өсірілген өнімнің кіріске алынған немесе таза (өңделгеннен кейін) салмағы бойынша анықталатын өнімділік.

Зерттеу нәтижесінде майлы зығыр дәнінің ең жоғары өнімділігі 2020 жылы, яғни орташа 17,4 ц/га өнім алынғандығы анықталды (нұсқалар бойынша 13,9-20,8 ц/га).

Ең төменгі өнімділік қолайсыз ауа райына байланысты 2021 жылы қол жеткізілді және топырақтың құрамындағы қоректік деңгейіне қарамастан 15,8 ц/га құрады (4-кесте). Орташа алғанда, дәннің өнімділігі – 13,0-21,0 ц/га аралығында тіркелді.

Тұқым, дән өнімділігі бойынша аймаққа қолайлы 25 т/га көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада енгізгенде ($N_{30}P_{30}K_{30}$), орташа өнімділігі 19,5 ц/га, бақылауға дейін өсу 6,5 ц/га немесе 50,0 %-ды құрады және 25 т/га көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада енгізген ($N_{45}P_{45}K_{45}$) нұсқаларында, орташа өнімділігі 21,0 ц/га, бақылау нұсқасына дейін өсу 8,0 ц/га немесе 61,5 %-ды құрады.

Танаптық тыңайтқыштардың әсер ету мөлшерін ұлғайту тәжірибесінің нұсқасы тұқым өнімділігінің артуына әкелмеді, керісінше төмендеуі байқалды.

Майлы зығыр дәнінің сапасы Қазақстан Республикасының стандарт-

тарымен нормаланады. МемСт 13586.2-81 барлық дақылдар үшін дайындалған өнімге жіктеу белгіленеді – олар түрлерге, кіші түрлерге бөлінеді. Мәселен түсі, мөлшері, формасы және т.б., сонымен қатар негізгі (есептік) және шектеу нормалары.

Сапасына байланысты майлы дақылдар тауарлы дән ретінде қабылданған кезде класстарға және дәннің түсі, органолептикалық көрсеткіштері, қоспалардың құрамы және арнайы сапа көрсеткіштері анықталатын типтік құрамға бөлінді. Балалар тағамы өнімдерін өндіруге арналған майлы дақылдардың дәніне неғұрлым қатаң жекелеген талаптар белгіленеді. Дәннің сапасын сипаттау үшін мынадай қауіпсіздік көрсеткіштері қолданылды: жалпы (барлық дақылдардың дәніне қатысты); арнайы (жекелеген дақылдардың дәніне қолданылатын). Сыныпты анықтау үшін үлгіні талдау кезінде сапаның жалпы көрсеткіштеріне барлық майлы дақылдар дәнінің кез келген партиясында айқындалатын міндетті белгілер: балғындық белгілері (сыртқы түрі, түсі, иісі, дәмі), зиянкестермен залалдануы, ылғалдылық және арамшөптермен ласлану сияқты т.б. көрсеткіштері жатады.

Ал арнайы сапа көрсеткіштеріне немесе мақсатты көрсеткіштерге дәннің, тұқымның технологиялық қасиеттерін сипаттайтын сапа көрсеткіштері жатады. Зығыр үшін табиғи болмысы (натура), құлау саны, шикі майдың мөлшері мен сапасы, сондай-ақ зақымдалған ұсақ дәндер, аязға үсіген дәндер мен ласлану мөлшері анықталды.

Кесте 3 – Майлы зығырдың тыңайтқыш қолдану ерекшеліктеріне байланысты жасыл және құрғақ заттар элементтерінің өнімі (2019-2021 жж.).

Тәжірибе нұсқалары	Көк балауса өнімділігі, ц/га	Құрғақ заттар, %	Құрғақ заттар өнімділігі, ц/га	Қосымша өнім (стандартпен салыстырмалы), ц/га		Қосымша өнім (стандартпен салыстырмалы), %	
				көк балауса	құрғақ заттар	көк балауса	құрғақ заттар
Тыңайтқышсыз (бақылау)	66,8	14,2	11,8	-	-	-	-
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	75,5	15,5	12,9	8,7	1,1	15,5	17,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	82,9	15,9	15,9	16,1	4,1	25,9	29,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	83,7	17,7	18,7	17,9	6,9	26,6	29,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + көң 25 т/га	85,5	19,4	20,2	18,7	8,4	28,2	30,6
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + көң 25 т/га	85,9	21,5	21,9	19,1	10,1	31,1	32,5

Кесте 4 – Майлы зығыр дәнінің тыңайтқыш қолдану жүйесі ерекшеліктеріне байланысты өнімділігі

Тәжірибе нұсқалары	Дән өнімділігі, ц/га				Орташа 2019-2021 жж.	
	2019 жыл	2020 жыл	2021 жыл	Дән өнімділігі	Қосымша өнім стандартпен салыстырмалы, ц/га	Қосымша өнім (стандартпен салыстырмалы, %)
Тыңайтқышсыз (бақылау)	12,8	13,9	12,2	13,0	-	-
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	12,9	14,2	12,6	13,2	0,2	1,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	14,6	15,9	13,3	14,6	1,6	12,3
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	17,8	19,3	15,8	17,6	4,6	35,4
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + көң 25 т/га	19,5	20,2	18,8	19,5	6,5	50,0
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + көң 25 т/га	20,2	20,8	21,9	21,0	8,0	61,5
ЕАМА ₀₅ (НСР ₀₅)	2,1	1,9	1,5			

ҚОРЫТЫНДЫ

Солтүстік Қазақстанның далалы және орманды дала жағдайындағы зерттеулердің нәтижелері бойынша қорытынды:

1. Шығу қалыңдығы бойынша көрсеткіштер (6868 дана/га) гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада енгізген ($N_{30} P_{30} K_{30}$) нұсқасында байқалды, сонымен қатар егісті жинау алдындағы өсімдіктің сақталуы да аталған нұсқада (96,5 %) болды.

2. Өсімдіктегі тәуліктік орташа биомассның гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада ($N_{30} P_{30} K_{30}, N_{45} P_{45} K_{45}$) енгізгенде (51,9 г/м²) нұсқаларында шығу кезеңінен бастап гүлдеу пісу кезеңдерінде басқа нұсқалардан ерекшеленгені байқалды.

3. Өнімділіктің ең жоғары деңгейі гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада ($N_{45} P_{45} K_{45}$) енгізгенде (21,0 ц/га),

гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада ($N_{30} P_{30} K_{30}$) енгізгенде (19,5 ц/га) нұсқаларында арында тиісінше бақылау нұсқасына қарағанда 6,0-8,5 ц/га артық болды.

4. Зерттеудің экономикалық тиімділігі гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада ($N_{45} P_{45} K_{45}$) енгізгенде (339050 тг/га), гектарына 25 т көң және минералды тыңайтқыштарды оңтайлы нормада ($N_{30} P_{30} K_{30}$) енгізген нұсқасында (308250 тг/га). Аталған топырақ өңдеу нұсқаларындағы майлы зығарды өсіру-дегі рентабелділік деңгейі 218-206 %-ға тең болды.

5. Сондай-ақ, тыңайтқыштарды оңтайлы түрде қолдану бақылау нұсқасымен салыстырғанда өнімділікті едәуір арттырды. Зерттеу нәтижесіне сәйкес тыңайтқыш қолдану арқылы басқа нұсқаларға қарағанда ең жоғары өнімділікке қол жеткізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Артемов И.В., Болотова Н.С. Интенсификация производства энергетических кормов на основе использования льна // Кормопроизводство. – Москва. – 2007.

– № 12. – С. 22-25.

2 Государственная программа развития АПК Республики Казахстан на 2017-2021 годы [Электронный ресурс]: – Астана. – 2017. Режим доступа: – URL: <http://www.eurasiancommission.org> 2017, свободный.

3 Долгополова Н.В., Малышева Е.В., Нагорных А.В., Воронина А.А., Ковынев Б.М. Основа биологизации земледелия сельскохозяйственных агроландшафтов// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №7. – С. 6-11.

4 Башкин В.Н. Современные проблемы биологизации земледелия// Жизнь Земли. – 2022. – №2. – С. 180-191.

5 Коинова А.Н. Биологизация земледелия: реалии и перспективы// АгроФорум. – 2019. – №7. – С. 41-47.

6 Кузнецова Р.Я. Масличные культуры на корм. – Л.: Колос, - 1997. – 152 с.

7 Лукин С.В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почвы и продуктивность агропромышленности// Земледелие. – 2021. – №1. – С. 11-15.

8 Масалов В.Н., Березина Н.А., Лобков В.Т., Бобкова Ю.А. Управление плодородием почв на основе интенсификации биологических факторов в почвах земледелия// Вестник ОрелГАУ. – 2021. – №3 (90). – С. 10-17.

9 Дудкин И.В., Дудкина Т.А. Биоэнергетическая оценка биологизации земледелия// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №2. – С. 6-10.

10 Kiryushin, V.I. The Management of Soil Fertility and Productivity of Agrocenoses in Adaptive-Landscape Farming Systems / V.I. Kiryushin// Eurasian Soil Science. -2019. -Vol. 52. – № 9. – P. 1137–1145.

11 Sainju, U.M., Lenssen, A.W., Allen, B.L., Jabro, J.D., Stevens, W.B. Stacked crop rotations and cultural practices for canola and flax yield and quality// Agronomy Journal. – 2020. – №112 (3). – P. 2020-2032.

12 Piggini, Colin, Atef Haddad, Yaseen Khalil, Stephen Loss, Mustafa Pala. Piggini Effects of tillage and time of sowing on bread wheat, chickpea, barley and lentil grown in rotation in rainfed systems in Syria// Field Crops Research. – 2014. – №173. – 57-67 p.

13 Xie, Y., Li, Y., Qi, Y., Wang, L., Zhao, W., Li, W., Lv, Z. Effects of Phosphorus Supply on Seed Yield and Quality in Flax// Agronomy. – 2022. – №12. – P. 3225.

14 Klein, J., Zikeli, S., Claupein, W., & Gruber, S. Linseed (*Linum usitatissimum*) as an oil crop in organic farming: Abiotic impacts on seed ingredients and yield. // Organic agriculture. – 2017. - №7. – P.1-19.

15 Vozhehova, R., Borovyk, V., Konovalova, V., Kokovikhin, S., Biliaieva, I., Lykhovyd, P., Bidnyna, I. Evaluation of productivity and drought tolerance of oil-seed flax (*linum usitatissimum* L.) varieties depending on the conditions of humidification and mineral nutrition in the south of ukraine// AgroLife Scientific Journal. – 2020. – №9. – P. 362-373.

16 Сорокина О.Ю. Минеральное питание льна масличного при использовании традиционных и новых органоминеральных удобрений// Масличные культуры. – 2018. – №3 (175). – С. 46-51.

17 Белопухов, С. Л., Сюняев, Н. К., Сюняева, О. И., Дмитриевская, И. И. Агро-экологическая оценка последствий органоминеральных удобрений при выращивании масличного льна на легких дерново-подзолистых почвах// Агрохимия. – 2015. – №6. – С. 37-43.

18 Першаков А. Ю., Белкина Р. И., Сулейменова А. К. Отзывчивость сортов льна масличного на возрастающие нормы минеральных удобрений// Вестник Красноярского ГАУ. – 2021. - №. 6 (171). – С. 11-17.

19 Колотов, А. П., Бородулина, Ф. А. Реакция льна масличного на минеральные удобрения при бессменном посеве// Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2022. – № 5 (182). – С. 35-42.

20 Abd Eldaiem, M. A. M., & El-Borhamy, A. Effect of nitrogen, phosphor and potassium fertilization on yield of flax and quality under sandy soils// Journal of Plant Production. – 2015. – №6 (6). – P. 1063-1075.

21 Dilenssie, A. , Desalegn, T., & Ashagre, H. Effect of nitrogen fertilizer rates on seed yield and oil quality of linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties in Welmera District, Central Highland of Ethiopia// Journal of Science and Sustainable Development. – 2020. - №8. – P. 62-73.

22 Mohammed, A. A., Abbas, J. M., & Al-Baldawi, M. H. K. Effect of plant source organic fertilizers on yield and it's components of linseed cultivars// The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2020 – № 51. – P. 86-95.

23 Соколов Н. А., Дьяченко О. В., Бабыяк М. А. Тенденции биологизации земледелия брянской области// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №2. – С. 65-73.

24 Лобков В.Т., Абакумов Н.И. , Бобкова Ю.А. , Наполов В.В. Интенсификация

биологических факторов воспроизводства плодородия почвы в земледелии: монография – Орел: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2016. – 160 с.

25 Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами// ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., - 1983. – 197 с.

26 Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва: МГУ, 1970. – 489 с.

27 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. Агропромиздат – 351 с.

28 Майсурян Н.А., Степанов В.Н. и др. Лен// Растениеводство. - Москва: Колос, - 1981.- С. 371-372.

REFERENCES:

1 Artemov I.V., Bolotova N.S. Intensification of the production of energy feeds based on the use of flax// Feed production. – Moscow. - 2007. – № 12. – P. 22-25.

2 Gosudarstvennaya programma razvitiya APK Respubliki Kazakhstan na 2017-2021 gody [Electronic resource]: Астана. – 2017. Rezhim dostupa: – URL: <http://www.eurasiancommission.org> 2017, free.

3 Dolgopolova N.V., Malysheva E.V., Nagornyykh A.V., Voronina A.A., Kovynev B.M. The basis of biologization of agriculture of agricultural landscapes// Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2021. – № 7. – P. 6-11.

4 Bashkin V.N. Modern problems of biologization of agriculture// Life of the Earth. – 2022. – № 2. – P. 180-191.

5 Kosinova A.N. Biologization of agriculture: realities and prospects// AgroForum. – 2019. – № 7. – P. 41-47.

6 Kuznetsova R.Ya. Oilseed crops for feed. – L.: Kolos, - 1997. – 152 p.

7 Lukin S.V. Influence of biologization of agriculture on soil fertility and productivity of agro-industry (on the upland of the Belgorod region)// Agriculture. – 2021. – № 1. – P. 11-15.

8 Maslov V.N., Berezina N.A., Lobkov V.T., Bobkova Yu.A. Soil fertility management based on the intensification of biological factors in agricultural soils// Bulletin of the OrelGAU. – 2021. – №3 (90). – P. 10-17.

9 Dudkin I.V., Dudkina T.A. Bioenergetic assessment of biologization of agriculture// Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2017. – No. 2. – P. 6-10.

10 Kiryushin, V.I. The Management of Soil Fertility and Productivity of Agroecosystems in Adaptive-Landscape Farming Systems / V.I. Kiryushin// Eurasian Soil Science. -2019. - Vol. 52. – № 9. – P. 1137-1145.

11 Sainju, U.M., Lenssen, A.W., Allen, B.L., Jabro, J.D., Stevens, W.B. Stacked crop rotations and cultural practices for canola and flax yield and quality// Agronomy Journal. – 2020. – №112 (3). – P. 2020-2032.

12 Piggin, Colin, Atef Haddad, Yaseen Khalil, Stephen Loss, Mustafa Pala. Piggin Effects of tillage and time of sowing on bread wheat, chickpea, barley and lentil grown in rotation in rainfed systems in Syria// Field Crops Research. – 2014. – № 173. – 57-67 p.

13 Xie, Y., Li, Y., Qi, Y., Wang, L., Zhao, W., Li, W., Lv, Z. Effects of Phosphorus Supply on Seed Yield and Quality in Flax// Agronomy. – 2022. – №12. – P. 3225.

14 Klein, J., Zikeli, S., Claupein, W., & Gruber, S. Linseed (*Linum usitatissimum*) as an oil crop in organic farming: Abiotic impacts on seed ingredients and yield// Organic agriculture. – 2017. - №7. – P. 1-19.

15 Vozhehova, R., Borovyk, V., Konovalova, V., Kokovikhin, S., Biliaieva, I., Lykhovyd, P., Bidnyna, I. Evaluation of productivity and drought tolerance of oil-seed flax (*linum usitatissimum* L.) varieties depending on the conditions of humidification and mineral nutrition in the south of Ukraine// *AgroLife Scientific Journal*. – 2020. – №9. – P. 362-373.

16 Sorokina O.Yu. Mineral nutrition of oilseed flax when using traditional and new organomineral fertilizers// *Oilseed crops*. – 2018. – №3 (175). – P. 46-51.

17 Belopukhov, S. L., Syunyaev, N. K., Syunyaeva, O. I., Dmitrevskaya, I. I. Agroecological assessment of the aftereffect of organo-mineral fertilizers in the cultivation of oilseed flax on light sod-podzolic soils// *Agrochemistry*. - 2015. – No. 6. – P. 37-43.

18 Pershakov A. Yu., Belkina R. I., Suleimenova A. K. Responsiveness of oilseed flax varieties to increasing norms of mineral fertilizers// *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. – 2021. - № 6 (171). – P. 11-17.

19 Kolotov, A. P., Borodulina, F. A. Reaction of oilseed flax to mineral fertilizers at permanent sowing// *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. – 2022. – № 5 (182). – P.35-42.

20 Abd Eldaiem, M. A. M., & El-Borhamy, A. Effect of nitrogen, phosphor and potassium fertilization on yield of flax and quality under sandy soils// *Journal of Plant Production*. – 2015. – №6 (6). – P. 1063-1075.

21 Dilenssie , A. , Desalegn, T., & Ashagre, H. Effect of nitrogen fertilizer rates on seed yield and oil quality of linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties in Welmera District, Central Highland of Ethiopia// *Journal of Science and Sustainable Development*. – 2020. – №8. – P. 62-73.

22 Mohammed, A. A., Abbas, J. M., & Al-Baldawi, M. H. K. Effect of plant source organic fertilizers on yield and it's components of linseed cultivars// *The Iraqi Journal of Agricultural Science*. – 2020 – № 51. – P. 86-95.

23 Sokolov N. A., Dyachenko O. V., Babyak M. A. Trends in biologization of agriculture in the Bryansk region// *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. – 2021. – №2. – P. 65-73.

24 Lobkov V.T., Abakumov N.I., Bobkova Yu.A. , Polov V.V. Intensification of biological factors of reproduction of soil fertility in agriculture: monograph – Orel: Publishing House of the Oryol State Agrarian University, 2016. - 160 p.

25 Methodological guidelines for conducting field experiments with fodder crops// V.R. Williams Institute of Feed . – M., - 1983. – 197 p.

26 Arinushkina E.V. Manual on chemical analysis of soils. Moscow: Moscow State University, 1970. – 489 p.

27 Dospekhov B.A. Methodology of field experience. – M., 1985. Agropromizdat – 351 p.

28 Mysuryan N.A., Stepanov V.N. etc. Flax // *Vegetation*. – Moscow: Kolos, 1981. - S. 371-372.

РЕЗЮМЕ

М.Ж. Аширбеков^{1*}, Н.В. Малицкая¹, М.А. Аужанова²,

А.К. Хаймулдинова³, Н.М. Джумадилова³

ВЛИЯНИЕ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЛЬНА
МАСЛИЧНОГО В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ

¹НАО «Северо-Казахстанский университет» имени М. Козыбаева,

150000, г. Петропавловск, ул. Пушкина, 86, Казахстан, *

e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

²НАО «Кокшетауский университет» имени Ш. Уалиханова,

020000, г. Кокшетау, ул. Абая, 76, Казахстан

³НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева»,

090000, Астана, ул. Сатпаева, 2, Казахстан

В статье показано, что в агропромышленном комплексе Северного Казахстана большое внимание уделяется вопросам повышения плодородия почв, урожайности сельскохозяйственных культур, увеличения производства зерна, кормов и других культур на основе научно обоснованной системы земледелия. В настоящее время посевная площадь должна осуществляться в системе севооборота и особое место занимает проблема обеспечения населения высокобелковыми и сбалансированными жирными продуктами питания. Внедрение льна масличного в диверсифицированные виды полевых севооборотов способствует не только обеспечению народного хозяйства масличными продуктами, но и улучшению агрофизических, биологических и агрохимических свойств обыкновенных черноземов. Кроме того, льняное семя содержит большое количество сбалансированного и легко усваиваемого белка, растительного масла, различных сахаров и углеводов, а также основных витаминов и микроэлементов, необходимых в рационе питания. Полевые опытно-экспериментальные исследования проводились выявления влияния эффективности применения минеральных и органических удобрений на улучшение плодородия почв, формирование размеров и качество посевов льна, определению наиболее эффективного их варианта в северном регионе Казахстана. Оптимальное применение минеральных и органических удобрений вызвало положительное влияние ценоза растений льна на плотность, в частности, на полевую всхожесть растений, динамику роста растений, накопление сырой и сухой массы растений льна. Оптимальное применение минеральных и органических удобрений способствовало кроме повышения плодородия почвы, новый урожайности растений и рентабельности выращивания льна масличного.

Ключевые слова: посевы льна масличного, протеин, жирность льняного семени, севооборот, масса сырого и сухого вещества растения, ценоз растений, плодородие почвы.

SUMMARY

M.Zh. Ashirbekov*¹, N.V. Malitskaya¹, M.A. Auzhanova²,

A.K. Khaimuldinova³, N.M. Jumadilova³

THE INFLUENCE OF ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY
OF OILSEED FLAX IN NORTHERN KAZAKHSTAN

¹NJSC «North Kazakhstan University named after M. Kozybayev»,
150000, Petropavl city, Pushkin street, 86, North-Kazakhstan region, Kazakhstan,

*e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

²NJSC «Kokshetau University named after Shokhan Ualikhanov»,
020000, Kokshetau city, Abai street, 76, Kazakhstan

³NJSC «Eurasian National University named after L.N. Gumilyov»,
090000, Astana, Satpaev street, 2, Kazakhstan

The Abstract: The article shows that in the agro-industrial complex of Northern Kazakhstan, much attention is paid to the issues of progressive improvement of soil fertility, crop yields, increasing the production of grain, feed and other crops based on a scientifically based farming system. Currently, the acreage should be carried out in the crop rotation system and a special place is occupied by the problem of providing the population with high-protein and balanced fatty foods. The introduction of oilseed flax into diversified types of field crop rotations contributes not only to providing the national economy with oilseed products, but also to improving the agrophysical, biological and agrochemical properties of ordinary chernozems. In addition, flaxseed contains a large amount of balanced and easily digestible protein, vegetable oil, various sugars and carbon waters, as well as essential vitamins and trace elements needed in the diet. Field experimental studies were conducted to identify the effect of the effectiveness of mineral and organic fertilizers on improving soil fertility, the formation of the size and quality of flax crops, and to determine the most effective option in the northern region of Kazakhstan. The optimal use of mineral and organic fertilizers caused a positive effect of flax plant cenosis on the density, in particular, on the field germination of plants, plant growth dynamics, accumulation of raw and dry mass of flax plants. The optimal use of mineral and organic fertilizers contributed in addition to increasing soil fertility on plant yields and profitability of growing oilseed flax.

Key words: Oilseed flax crops, protein, flaxseed fat content, crop rotation, mass of raw and dry plant matter, plant cenosis, soil fertility.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

1 Әшірбеков Мұхтар Жолдыбайұлы – «Агрономия және орман шаруашылығы» кафедрасының доценті, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы,
e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

2 Малицкая Наталья Владимировна – «Агрономия және орман шаруашылығы» кафедрасының доценті, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты,
e-mail: natali_gorec@mail.ru

3 Аужанова Мария Асылханқызы – «Ауыл шаруашылығы және Биоресурстар» кафедрасының аға оқытушысы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты,
e-mail: auzhanovam@bk.ru

4 Хаймулдинова Алтынгүл Құмашқызы - «Стандарттау, сертификаттау және метрология» кафедрасының доценті м.а., техника ғылымдарының кандидаты,
e-mail: ahaymuldinova@mail.ru

5 Джумадилова Назым Мұратқазықызы, техника ғылымдарының магистрі, «Стандарттау, сертификаттау және метрология» кафедрасының аға оқытушысы,
e-mail: ahaymuldinova@mail.ru

АГРОХИМИЯ

ГРНТИ 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.3.36](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.3.36)**Б.М. Амиров^{1*}, Қ.Қ. Құлымбет¹, А.Т. Сейтменбетова¹, О.С. Құрманакын¹
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ РАСТЕНИЯМИ ДЫНИ
ПРИ УДОБРЕНИИ НА ОРОШАЕМОМ ЗАСОЛЕННОМ СЕРОЗЕМЕ ЮЖНОГО
КАЗАХСТАНА**

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,
*e-mail: bak.amirov@gmail.com

Аннотация. Применение минеральных удобрений является важным агротехническим приемом в системе интенсивного земледелия. В 2021-2022 годах в Мактааральском районе Туркестанской области были проведены полевые опыты для оценки реакции среднеспелой дыни на различные дозы и соотношения азотных, фосфорных и калийных удобрений. Для моделирования влияния удобрений и засоленности почвы на показатели урожайности и использование питательных веществ растениями дыни, данные по годам были подвергнуты математической обработке отдельно, чтобы построить наиболее адекватные регрессионные модели, описывающие зависимости показателей от изучаемых факторов на фоне фактического состояния почвенного плодородия. В первый год исследований ранний урожай дыни на 96 % зависел от суммарного эффекта всех изучаемых факторов. При этом азотные удобрения оказали отдельный положительный эффект, но эффект от его взаимодействия с фосфором и засолением почвы был отрицательным. Калий при сочетании с фосфором ускорял созревание дыни, но во взаимодействии с засолением - замедлял. Валовый урожай дыни на 92 % зависел от суммарного влияния изучаемых факторов, при этом азот отдельно и в сочетании с фосфором и фосфор в сочетании с калием показали позитивный эффект. Обусловленность выноса азота единицей урожая дыни изучаемыми факторами составила 99 %, фосфора – 88 % и калия – 78 %. Во второй год исследований ранний урожай дыни на 97 % зависел от суммарного эффекта всех изучаемых факторов. Азотные удобрения оказали положительное, а фосфор и засоленность почвы – отрицательное влияние. Взаимодействие азота с фосфором и засолением почвы имело негативный эффект. Калий во взаимодействии с фосфором положительно повлиял на ранний урожай дыни, а во взаимодействии с засолением почвы - отрицательно. Валовый урожай дыни на 90 % зависел от суммарного влияния всех 4-х изучаемых факторов. Сочетание азотного питания с калийным и с засоленностью почвы оказало отрицательный эффект, а фосфор в сочетании с калием оказал позитивный эффект на валовый урожай дыни. Вынос питательных элементов единицей урожая дыни и на второй год исследований реагировал на изменение изучаемых факторов ($R^2=0,84-0,90$). Применение азотного удобрения увеличивало нормативный вынос азота, фосфора и калия.

Ключевые слова: дыня, серозем, удобрения, засоленность, урожайность, регрессия.

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование удобрений может предотвращать деградацию почвы и неурожай, в особенности, вызванные истощением запаса питательных веществ или недостаточным усвоением ключевых питательных веществ растениями. Поэтому к использо-

ванию питательных веществ растениями требуется комплексный подход.

Многолетние научные исследования показали, что засоление почв широко и повсеместно проявляется во всех природных зонах и связано со слабой дренированностью территории, исходной засоленностью почвообразующих

пород и минерализованными грунтовыми водами, подпитывающими почвенные горизонты. В Казахстане значительная часть этих засоленных орошаемых массивов сосредоточена в южных и юго-восточных областях. В результате нерационального использования водных ресурсов в бассейне р. Сырдарьи резко увеличились площади вторичного засоления [1].

В настоящее время в Казахстане на больших территориях плодородие почвы заметно снизилось, при этом содержание гумуса в почве в условиях неорошаемой зоны снизилось на одну треть от исходного содержания, а на орошении – наполовину [2].

Применение удобрений в комплексе с другими агрохимическими средствами сопровождается не только высокой продуктивностью агроэкосистем, но и высоким качеством и относительной безопасностью продукции, чему служит примером целый ряд промышленно- и сельскохозяйственно-развитых стран мира, где уровень применения минеральных удобрений составляет 84-716 кг NPK на гектар посева, что многократно превышает уровень внесения минеральных удобрений в Казахстане (2,5 кг/га). В странах СНГ ситуация намного лучше: 16 кг/га (Россия) – 179 кг/га (Армения) [3]. Расчеты показывают, что ежегодный вынос из почвы питательных элементов с урожаями сельскохозяйственных культур превышает в сотни раз поступление их с удобрениями.

Для определения норм удобрений на планируемую урожайность обязательным является получение экспериментально установленных коэффициентов использования элементов питания из почвы и удобрений для отдельных культур в конкретных почвенно-климатических условиях [4].

Тип засоления почвы обычно определяют по концентрации анионов: хлоридный, сульфатный, хлоридно-

сульфатный и содовый. Наиболее опасным для растений считается избыточное содержание карбоната натрия в почве, который образует слабощелочную среду и создает дополнительный стресс. При обильном снабжении водой в холодный период соли обычно вымываются из почвы, но в сухом и жарком климате нисходящий поток влаги затрудняется, и происходит подъем солей с восходящим током почвенной воды. Изменение степени засоления на юге Казахстана в условиях глобального изменения климата способствуют его усугублению. В условиях повышенного содержания в почве солей растения испытывают определенные изменения в потреблении питательных элементов [5]. Негативное воздействие избытка солей в почве на растения обуславливается высоким осмотическим давлением, щелочной реакцией среды, токсическим действием легкорастворимых солей, ухудшением водопроницаемости почвы и т.д. Такие почвы имеют низкий уровень потенциального плодородия – уменьшается доступность макро и микроэлементов для растений. Поэтому изучение особенностей почвенного питания в условиях засоления почвы имеет особую актуальность [6].

Повышение урожайности дыни и улучшение качества продукции неразрывно связано с созданием оптимальных условий минерального питания растений. Сообщалось, что в условиях засоления стресс вызывают три основных физиологических механизма: снижение водного потенциала в корневой среде, токсическое воздействие натрия и хлорида и дисбаланс питательных веществ из-за снижения поглощения и переноса побегами [7]. Имеются данные о том, что засоление может привести к избыточному накоплению фосфора, достигая токсического уровня и вызывая дефицит фосфора в тканях растений [8]. В большинстве случаев внесение фосфатов в засоленные участки,

вероятно, повысит урожайность, демонстрируя положительное взаимодействие между фосфором и засолением [9].

Оптимизация минерального питания дыни способствует интенсивному росту растений, ускорению прохождения фенологических фаз, повышенному плодоношению, то есть увеличению количества плодов и улучшению их вкусовых качеств. Вынос и потребление основных питательных веществ растениями дыни сопряжены с условиями почвенного питательного режима, дозами и соотношениями применяемых удобрений [10].

Было выявлено, что засоление почвы снижает устьичную проводимость растений [11]. Это снижение устьичной проводимости приводит к снижению скорости фотосинтеза и поглощения воды [12], что в конечном итоге влияет на фотохимический и углеводный метаболизм [13]. Соленость также оказывает пагубное воздействие на хлоропласты и структуру устьиц [14] и приводит к снижению содержания хлорофилла и каротиноидов [15]. Солевой стресс оказывает пагубное влияние на массу и количество плодов, нарушая осмотические процессы и вызывая ионную или Na^+ токсичность. Уменьшение количества плодов на растении признано основной причиной потери урожая у сортов дыни, чувствительных к засолению. Более того, стресс от засоления препятствует развитию корней, нарушая поглощение питательных веществ и воды, что связано с нарушением осмотической адаптации [16].

Исследования показали, что более высокие уровни поступления фосфора могут повышать уровень сахара, который накапливается в плодах дыни, что приводит к более сладким и ароматным продуктам. Это может положительно повлиять на размер плодов, в результате чего плоды дыни будут крупнее. Кроме того, фосфор может способствовать накоплению полезных

соединений, таких как антиоксиданты и витамины, повышая питательную ценность плодов дыни [17]. Внесение фосфора также связано с улучшением твердости плодов, что является важным фактором для транспортабельности и срока хранения [18].

В настоящей статье представлены результаты исследований по формированию урожая и использованию удобрений, проведенных с культурой дыни на орошаемых засоленных сероземах в Туркестанской области.

Целью настоящих исследований явилось моделирование зависимости урожайности дыни при применении минеральных удобрений на сероземе светлом разной степени засоления в Туркестанской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для закладки полевых опытов под дыню на орошаемых сероземах разной степени засоленности были выбраны производственные участки на землях крестьянского хозяйства «Сабыр», п. Атакент, Мактааральского района, Туркестанской области.

Почва опытного участка представлена светлым сероземом, по гранулометрическому составу - среднесуглинистая. Почвы отличаются очень низким содержанием гумуса, недостаточной водопроницаемостью, порозностью и сравнительно небольшой связностью, средней миграцией воды и питательных веществ. Перед закладкой опытов проведены отборы почвенных проб и выполнены основные агрохимические анализы на содержание основных питательных элементов и солей в пахотном и подпахотном горизонтах. Содержание гумуса в верхнем полуметровом слое колеблется в пределах 0,3-0,9 %. Содержание легкогидролизуемого азота в полуметровом слое почвы варьировало в зависимости от участка: на слабозасоленном участке - 30,8-36,4 мг/кг, на средnezасоленном участке - 31,9-42,0 мг/кг. Многолетнее сис-

тематическое одностороннее применение фосфорных удобрений с нарушением баланса почвенного питания на опытных участках привело к обогащению почв подвижным фосфором от 21,8-26,0 до 61,3-74,3 мг/кг. Содержание обменного калия в пахотном слое почвы варьировало в пределах 256-357 мг/кг.

Результаты анализа водной вытяжки почвенных проб показали, что выбранные участки по солевой деградации позволяют отнести их к слабо и средне засоленным с содержанием суммы солей от 0,11-0,23 и до 0,32-0,53 %, соответственно (таблица 1).

Таблица 1 - Агрохимические показатели почв участков под дыней, Атакент, 2021-2022 гг.

Глубина образца, см	Фон засоления	Гумус, %	Подвижные формы, мг/кг			Сумма солей, %
			азот	фосфор	калий	
2021 г.						
0-25	Слабозасоленный	0,4	33,0	21,8	256	0,23
25-50		0,2	30,8	16,4	226	0,35
0-25	Среднезасоленный	0,5	32,5	26,0	302	0,53
25-50		0,3	31,9	18,4	224	0,51
2022 г.						
0-25	Слабозасоленный	0,7	36,4	61,3	257	0,11
25-50		0,7	34,5	47,7	250	0,12
0-25	Среднезасоленный	0,9	36,4	74,3	357	0,32
25-50		0,8	42,0	71,0	397	0,31

Следует отметить, что глубина залегания грунтовых вод за вегетационный период сильно меняется, она в весенние месяцы поднимается до метровой глубины, в то время как в зимние месяцы опускается до 3,0-3,5 м. По данным метеорологической станции ТОО

«СХОС хлопководства и бахчеводства» (рисунок 1) за 7 месяцев с марта по сентябрь 2021 года в среднем температура воздуха составляла 19,4 °С, а в 2022 году 20,9 °С, при среднемноголетней температуре 19,9 °С [19].

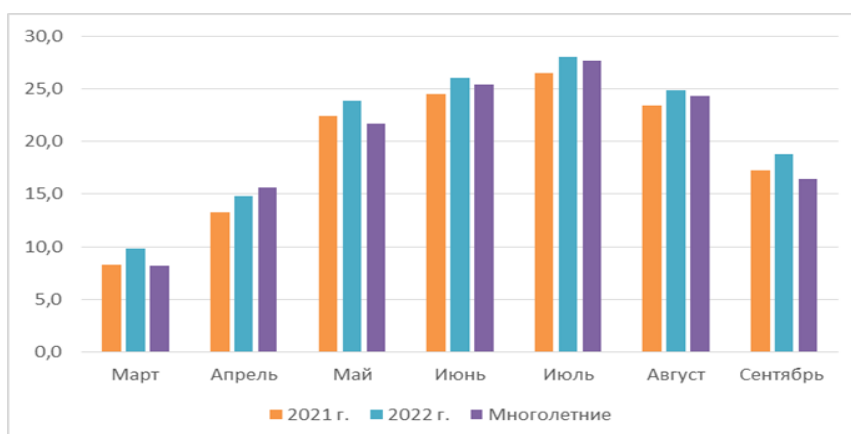


Рисунок 1 – Температура воздуха за вегетационный период в годы исследований (данные метеостанции ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства», с. Атакент), °С

За период вегетации в 2021 году выпало 21,0 мм, а в 2022 году 95,0 мм осадков (рисунок 2). При среднемноголетней норме за этот период 137,2 мм. Относительно засушливый весенний

период 2021 года существенно сказался на формировании сравнительно небольшого урожая дыни по сравнению с более увлажненным 2022 годом.

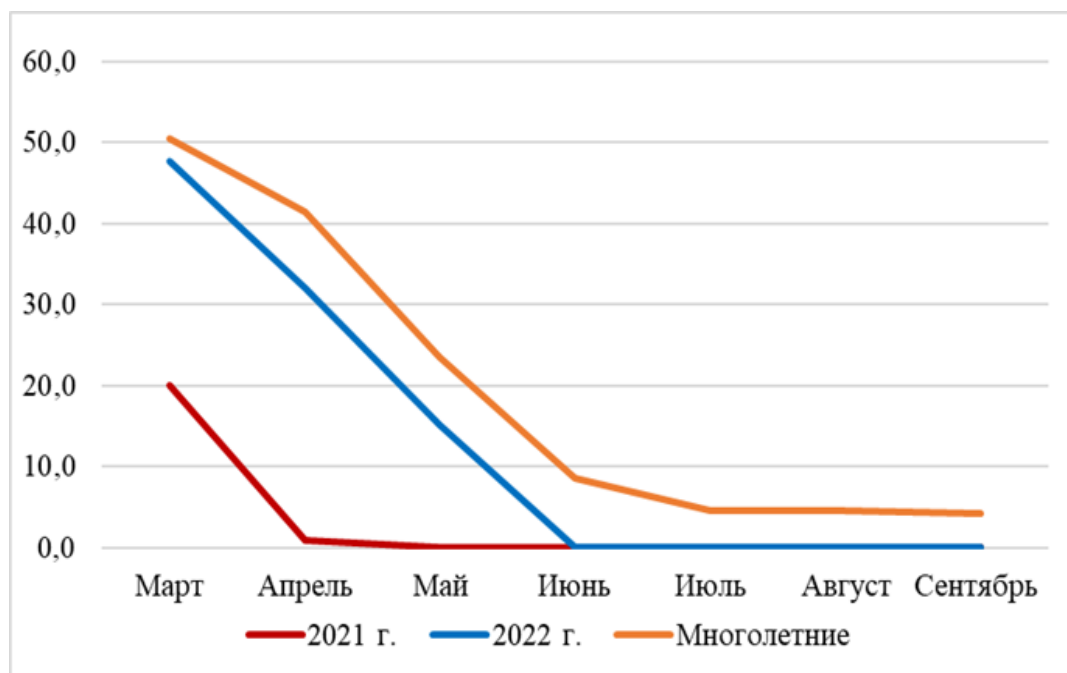


Рисунок 2 – Атмосферные осадки за вегетационный период в годы исследований (данные метеостанции ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства», с. Атакент), мм

Схема полевых опытов под дыней на обоих фонах засоленности включала 9 вариантов с различными дозами и соотношениями удобрений: 1. Контроль (без удобрений); 2. $N_{120}P_{80}$; 3. $N_{120}K_{80}$; 4. $P_{80}K_{80}$; 5. $N_{120}P_{80}K_{80}$; 6. $N_{60}P_{80}K_{80}$; 7. $N_{180}P_{80}K_{80}$; 8. $N_{120}P_{120}K_{80}$; 9. $N_{120}P_{80}K_{120}$. В качестве удобрений использовали аммиачную селитру (34 %), двойной суперфосфат (45 %) и сульфат калия (51 %), которые вносили в один прием сплошной лентой с заделкой на расстоянии 20-30 см от посевных рядов дыни.

В основные фазы вегетации растений проведены отборы почвенных проб и выполнены основные агрохимические анализы на содержание основных

питательных элементов и солей.

Проведены фенологические наблюдения, биометрические исследования и отборы растительных образцов для изучения потребления растениями дыни питательных элементов. Анализы почвенных и растительных образцов выполнены в аналитической лаборатории КазНИИПиА им. У.У. Успанова общепринятыми в почвоведении и агрохимии методами [20, 21]: общий гумус – по Тюрину, легкогидролизуемый азот – по Тюрину-Кононовой, подвижный фосфор и калий – по Мачигину; рН – потенциометрически.

В опытах использован отечественный сорт дыни «Каракай», посев в 2021 году был проведен 8 мая, а в 2022

году - 14 апреля сеялкой ленточным способом. Площадь опытной делянки составила 52,5 кв. м $((25 \times (3,0+1,2))/2)$, повторность опыта 3-х кратная. Учёт урожая плодов дыни проводили по деляночно по мере созревания плодов. Для моделирования зависимостей показателей урожайности дыни и использование питательных веществ растениями от применяемых доз минеральных удобрений и степени засоления почвы, данные были проанализированы на регрессионную связь, учитывающую их действие и взаимодействие.

Составление регрессионного уравнения осуществлялось по программному приложению Excell, позволяющему вести последовательную оценку и исключение незначимых коэффициентов регрессии ($P < 0,05$). Согласованность теоретических и фактических данных оценивалась с использованием коэффициента детерминации (R^2).

Действия и взаимодействия изучаемых факторов были представлены половинной моделью в виде уравнения регрессии:

$$Y = a_0 + a_1N + a_2P + a_3K + a_4S + a_5N^{0,5} + a_6P^{0,5} + a_7K^{0,5} + a_8S^{0,5} + a_9(NP)^{0,5} + a_{10}(NK)^{0,5} + a_{11}(NS)^{0,5} + a_{12}(PK)^{0,5} + a_{13}(PS)^{0,5} + a_{14}(KS)^{0,5} \quad (1),$$

где:

Y – результирующий (зависимый) фактор;

a_0 – свободный член, отражающий величину результирующего фактора без внесения минеральных удобрений; $a_1, a_2, a_3, \dots a_n$ – регрессионные коэффициенты, отражающие действие и взаимодействие факторов;

N, P, K и S – изучаемые в опыте факторы (N – азотные удобрения, P – фосфорные удобрения, K – калийные удобрения, S – сумма солей).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На возделывание культур в засушливых условиях юга Казахстана сильно влияет засоление почв, что приводит к дисбалансу минерального питания растений и снижению урожайности. Важным подходом к решению данной проблемы является исследование взаимодействия между засоленностью и минеральным питанием растений.

В наших опытах получены сравнительные результаты, позволяющие судить об эффективности применения минеральных удобрений под дыню на различных фонах засоленности. Изучение результатов применения удобрений на почвах с различной степенью засоленности в конечном итоге позволило выявить некоторые закономерности в формировании урожайных показателей дыни (таблица 2).

При учете урожайности дыни важно было определить формирование раннего урожая (первые 2 сбора). В наших опытах в 2021 и 2022 годах на фоне слабого засоления наибольший выход раннего урожая обеспечил вариант, где применяли двойные дозы азота, фосфора и калия (вариант 5), составив, соответственно 7,2 и 10,1 т/га. При этом, доля ранней продукции в валовом урожае дыни была также достаточно высока составив, соответственно 34,3 и 34,4%. На средnezасоленном фоне выход ранней продукции был значительно ниже показателя слабозасоленного фона: в зависимости от вариантов удобрений в 2021 году снижение составило 2,0-3,9 т/га, а в 2022 году – 4,8-8,4 т/га. Доля раннего урожая от валового также снизилась на средnezасоленном фоне. В 2021 году снижение составило 5,7-11,5 % при 31,3-36,5 % на слабозасоленном фоне, а в 2022 году, соответственно 18,1-24,9 % и 29,5-36,1 %.

Таблица 2 - Урожайные показатели дыни в зависимости от удобрений при разной засолённости почвы, Атакент, 2021-2022 гг.

Варианты	Ранний урожай плодов, (первые 2 сбора), т/га	Доля раннего урожая в валовом урожае, %	Валовый урожай, т/га	Средняя масса плода, кг
Слабозасоленный фон				
1.Без удобрений	5,6	35,0	16,1	0,911
2. N ₁₂₀ P ₈₀	6,9	31,4	22,0	1,008
3. N ₁₂₀ K ₈₀	6,5	30,8	21,3	0,994
4. P ₈₀ K ₈₀	5,9	33,2	17,7	0,885
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	8,6	34,4	25,2	1,044
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀	7,5	35,8	21,0	0,926
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀	8,2	33,9	24,0	0,990
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	7,8	34,3	22,6	0,964
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	8,1	34,0	24,0	1,010
НСР(05), т/га	0,6-1,4		1,0-2,2	
Среднезасоленный фон				
1.Без удобрений	2,1	19,1	11,2	0,905
2. N ₁₂₀ P ₈₀	2,5	17,4	14,9	0,972
3. N ₁₂₀ K ₈₀	2,6	18,8	15,1	0,994
4. P ₈₀ K ₈₀	2,3	18,8	13,6	0,891
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	2,6	17,0	16,3	0,982
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀	2,7	19,2	15,1	0,957
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀	3,1	18,6	18,1	1,024
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	2,8	18,1	16,1	0,946
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	2,5	16,2	16,7	0,980
НСР(05), т/га	0,4-0,4		0,7-1,3	

Результаты исследований позволили выявить влияние взаимодействия засолённости и минерального питания на биометрические параметры, урожайность и потребление питательных элементов. Было установлено, что удобрения при определенных дозах и соотношениях значительно улучшают устойчивость дыни к засолению. За 2021-2022 годы средний уровень солёности в почве привел к заметному снижению валовой урожайности плодов в зависимости от доз удобрений на 4,1-8,9 т/га или -23,2-35,3 % по сравнению со слабым уровнем засолённости. Тем не менее, применение отдельных доз и соотношении минеральных удобрений, как правило, смягчало негативное влияние повышенной засолённости почвы. Так, если при применении N₁₂₀P₈₀K₈₀ (ва-

риант 5) был отмечен наибольший процент снижения урожайности -35,3 % от повышения засолённости, то при исключении азотного удобрения (P₈₀K₈₀ - вариант 4) снижение урожая было наименьшим в опыте – 23,2,3 %.

В формировании урожайности дыни важное значение имеет количество питательных элементов, суммарно потребляемых общим урожаем культуры при соответствующем количестве побочной продукции. В наших исследованиях в среднем в годы эксперимента на слабозасоленном фоне для формирования валового урожая в 16,1-25,2 т/га растения дыни потребляли 61,5-145,5 кг/га азота, 23,5-52,6 кг/га фосфора и 144,0-236,7 кг/га калия (таблица 3). При этом на формирование 1 тонны продукции вынос азота соста-

вил 3,7-5,8 кг, фосфора 1,5-2,1 кг и калия 8,2-10,2 кг. На средnezасоленной почве при валовом урожае дыни 12,9-21,4 т/га суммарный вынос азота составил, 47,0-100,2 кг/га, фосфора 16,2-31,6 кг/га, и

калия 105,8-189,6 кг/га, а потребление на единицу продукции составило по азоту 4,1-5,8 кг, по фосфору 1,4-1,8 кг, а по калию 9,4-11,3 кг.

Таблица 3 – Вынос растениями дыни элементов питания в зависимости от удобрений при разной засоленности почвы, Атакент, 2021-2022 гг.

Варианты	Фон засоленности	Общий вынос, кг/га			Вынос на 1 тонну продукции, кг		
		N	P	K	N	P	K
1.Без удобрений	Слабозасоленный	61,5	23,5	144,0	3,7	1,5	9,0
2. N ₁₂₀ P ₈₀		26,1 ¹	38,1	211,5	5,7	1,7	9,4
3. N ₁₂₀ K ₈₀		91,3	33,6	177,6	4,3	1,5	8,2
4. P ₈₀ K ₈₀		83,1	31,5	173,1	4,7	1,8	9,7
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		145,5	52,6	236,7	5,7	2,1	9,4
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀		114,0	38,5	216,4	5,4	1,8	10,2
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀		140,9	39,6	225,1	5,8	1,7	9,3
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀		103,5	39,0	195,5	4,6	1,7	8,6
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀		120,7	36,3	224,4	4,9	1,5	9,2
Среднее по фону		109,6	37,0	200,5	5,0	1,7	9,2
1.Без удобрений	Среднезасоленный	47,0	16,2	105,8	4,1	1,5	9,4
2. N ₁₂₀ P ₈₀		83,6	25,9	154,1	5,6	1,8	10,1
3. N ₁₂₀ K ₈₀		80,7	22,4	150,3	5,6	1,5	9,9
4. P ₈₀ K ₈₀		63,6	22,4	143,0	4,8	1,8	10,6
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		92,5	28,1	175,4	5,8	1,8	10,7
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀		82,5	22,7	153,8	5,5	1,5	9,9
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀		100,2	31,6	181,6	5,8	1,8	10,1
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀		82,8	26,4	156,3	5,1	1,7	9,6
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀		89,3	23,5	189,6	5,3	1,4	11,3
Среднее по фону		80,2	24,4	156,7	5,3	1,6	10,2

В среднем по опытам, на средnezасоленном фоне растения дыни заметно больше потребляли азота и калия на формирование единицы урожая, чем на слабозасоленном фоне, соответственно 0,3 и 1,0 кг. Нормативное потребление фосфора, хотя по вариантам варьировало, имело тенденцию к снижению при повышении суммы солей в почве.

Для расчета доз удобрений под запланированный урожай дыни кроме нормативных коэффициентов потребления необходимы и коэффициенты использования питательных элементов почвы (КИП) и удобрений (КИУ). В наших экспериментах коэффициенты использования доступных питательных элементов почвы значительно варьировали в зависимости от года исследований, фона засоленности и доз удобрений (таблица 4).

На слабозасоленном фоне в среднем за два года легкогидролизуемый азот использовался на 55,2-74,9 %, подвижный фосфор на 20,6-27,5 %, обменный калий на 17,7-26,1 %. На средnezасоленной почве аналогичные элементы питания использовались из почвы на 42,5-58,0 %, 12,3-17,5 % и 10,0-14,5 %, соответственно. В среднем за 2 года исследований использование питательных элементов из внесенных минеральных удобрений на слабозасоленном фоне по отношению к неудобренному контролю составили: азот - 24,8-87,5 %, фосфор - 10,0-36,3 %, калий - 36,3-115,9 %. Аналогичные коэффициенты использования удобрений на средnezасоленном фоне составили: азот - 28,0-59,1 %, фосфор - 7,8-19,3 %, калий - 46,4-94,6 %.

На средnezасоленном фоне коэффициент использования удобрений по сравнению со слабозасоленным фоном снизился по азоту на 16,4 %, по фосфору на 7,5 %, по калию на 5,8 %. Аналогично

снизился коэффициент использования питательных веществ почвы, соответственно на 14,8; 9,2 и 9,7 % почвы. Учитывая значительно различающиеся исходные показатели участков по обеспеченности подвижными питательными элементами и степени засоленности, данные по годам были подвергнуты математической обработке отдельно, чтобы построить наиболее адекватные регрессионные модели, описывающие зависимости результирующих факторов от изучаемых факторов на фоне фактического состояния почвенного плодородия.

Регрессионные коэффициенты влияния изучаемых факторов на урожайные показатели и коэффициенты использования питательных веществ растениями дыни приведены в таблице 5. В первый год исследований ранний урожай дыни на 96 % зависел от суммарного эффекта всех изучаемых факторов. При этом азотные удобрения оказали отдельный положительный эффект, но эффект от его взаимодействия с фосфором и засолением почвы был отрицательным. Одностороннее влияние фосфора и засоления на ранний урожай дыни было негативным. Калий при сочетании с фосфором ускорял раннеспелость дыни, но во взаимодействии с засолением - замедлял. Доля раннего урожая дыни на 75 % обуславливалась обратным влиянием калийного удобрения и суммы солей в почве, а во взаимодействии они оказали положительный эффект. Валовой урожай дыни на 92 % зависел от суммарного влияния изучаемых факторов, при этом азот отдельно и в сочетании с фосфором и фосфор в сочетании с калием показали положительный эффект. Фосфор на фоне засоленности почвы снижал валовой урожай дыни.

Таблица 4 – Коэффициенты использования элементов питания из удобрений и почвы в зависимости от удобрений и степени засоленности почвы, Атакент, 2021-2022 гг.

Варианты	Фон засоленности	КИУ к контролю, %			КИУ к фону, %			КИП, %		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1. Без удобрений	Слабо-засоленный	-	-	-	-	-	-	55,2	20,6	17,7
2. N ₁₂₀ P ₈₀		53,9	18,3	-	-	-	0,0	-	-	26,1
3. N ₁₂₀ K ₈₀		24,8	-	41,9	-	0,0	-	-	27,5	-
4. P ₈₀ K ₈₀		-	10,0	36,3	0,0	-	-	74,9	-	-
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		70,0	36,3	115,9	38,8	26,9	27,0	-	-	-
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀		87,5	18,7	90,5	32,5	-	-	-	-	-
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀		44,1	20,2	101,3	33,9	-	-	-	-	-
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀		35,0	12,9	64,4	-	3,2	-	-	-	-
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀		49,3	16,0	66,9	-	-	15,7	-	-	-
Среднее по фону		52,1	18,9	73,9	26,3	10,0	14,2	65,1	24,1	21,9
1. Без удобрений	Средне-засоленный	-	-	-	-	-	-	42,5	12,3	10,0
2. N ₁₂₀ P ₈₀		30,4	12,1	-	-	-	0,0	-	-	14,5
3. N ₁₂₀ K ₈₀		28,0	-	55,6	-	0,0	-	-	17,5	-
4. P ₈₀ K ₈₀		-	7,8	46,4	0,0	-	-	58,0	-	-
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		37,9	15,0	86,9	27,4	10,8	21,0	-	-	-
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀		59,1	8,2	60,0	23,7	-	-	-	-	-
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀		29,5	19,3	94,6	27,8	-	-	-	-	-
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀		29,8	8,5	63,1	-	3,5	-	-	-	-
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀		35,2	9,2	69,8	-	-	27,9	-	-	-
Среднее по фону		35,7	11,4	68,1	19,7	4,8	16,3	50,3	14,9	12,3

Повышение суммы солей в почве на 0,1 % сопровождалось снижением валового урожая дыни на 1,3 т/га. Средняя масса дыни в первый год исследований зависела от изучаемых факторов в меньшей степени – 40 %. Обусловленность выноса азота единицей урожая дыни изучаемыми факторами составила 99 %, фосфора – 88 % и калия – 78 %. Азотные удобрения повышали, а фосфорные – снижали нормативный вынос азота фосфора и калия, калийные снижали нормативный вынос азота и фосфора и не повлияли на вынос калия. Засоленность почвы способствовала росту потребления азота и фосфора единицей урожая дыни. Азотные удобрения во взаимодействии с фосфором и калием повлияли на нормативный вынос элементов питания отрицательно, а во взаимодействии с засоленностью – положительно. Фосфор и калий во взаимодействии способствовали росту нормативного выноса всех трех питательных элементов. Фосфор во взаимодействии с засоленностью почвы снижал вынос азота, а вынос двух других элементов не зависел от этого взаимодействия. Калийные удобрения на засоленном фоне способствовали увеличению нормативного выноса всех трех питательных элементов.

Во второй год исследований ранний урожай дыни на 97 % зависел от суммарного эффекта всех изучаемых факторов. Азотные удобрения оказали положительное, а фосфор и засоленность почвы – отрицательное влияние. Взаимодействие азота с фосфором и засолением почвы имело негативный

эффект. Калий во взаимодействии с фосфором положительно повлиял на ранний урожай дыни, а во взаимодействии с засолением почвы – отрицательно. Доля раннего урожая в валовом урожае дыни на 97 % обеспечивался суммарным влиянием фосфорного и калийного удобрений, засолением почвы, причем фосфор в сочетании с калием ускорял созреваемость дыни, а в сочетании с солями почвы – замедлял.

Доля раннего урожая дыни с увеличением засоленности почвы на каждые 0,1 % уменьшалась на 26%, взаимодействие соли в почве с калийным питанием также снижало созреваемость дыни. Валовый урожай дыни на 90% зависел от суммарного влияния всех 4-х изучаемых факторов. При этом азотное питание оказало положительное, фосфорное питание и засоленность почвы – отрицательное влияние. Сочетание азотного питания с калийным и с засоленностью почвы оказало отрицательный эффект, а фосфор в сочетании с калием оказал позитивный эффект на валовый урожай дыни. Средняя масса дыни во второй год исследований достаточно адекватно реагировала на изменение изучаемых факторов ($R^2=0,67$), при этом азот способствовал росту массы плода, при его сочетании с калием она снижалась. Сочетание фосфора с калием положительно повлияло на массу плода дыни. Вынос питательных элементов единицей урожая дыни и на второй год исследований реагировал на изменение изучаемых факторов ($R^2=0,84-0,90$).

Таблица 5 - Регрессионная матрица влияния удобрений и засолённости почвы на показатели урожайности и вынос элементов питания единицей урожая дыни по уравнению (1)

Зависимые переменные (У)	Коэффициенты регрессии														R ²	
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈	a ₉	a ₁₀	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃		a ₁₄
2021																
Ранний урожай плодов (2 сбора), т/га	6,443	-	-	0,005	-7,778	0,635	-	-	-	-	0,031	0,391	0,047	0,474	-	0,962
Выход раннего урожая, % от валового	46,376	-	-	0,066	44,225		-	-	-	-	-	-	-	-	1,188	0,745
Валовый урожай плодов, т/га	16,515	-	-	-	12,930	1,397	-	-	-	0,015	0,057	0,986	0,078	0,844	-	0,924
Средняя масса плода, кг	0,896	0,000	-	-	-	-	-	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-	0,400
Вынос азота на 1 тонну продукции, кг	2,724	0,007	0,056	0,068	1,749	0,865	-	-	-	0,036	0,090	0,393	0,143	0,565	0,612	0,987
Вынос фосфора на 1 тонну продукции, кг	1,237	0,009	0,011	0,027	0,548	0,206	-	-	-	0,021	0,015	-	0,041	-	0,079	0,879
Вынос калия на 1 тонну продукции, кг	9,032	0,019	0,071	-	-	0,253	-	-	-	-	0,055	0,676	0,077	-	0,162	0,788
2022																
Ранний урожай плодов (2 сбора), т/га	13,411	-	0,016	-	-	0,489	-	-	-	19,851	0,016	-	0,504	-	0,570	0,970
Выход раннего урожая, % от валового	62,674	-	-	-	-	-	-	-	-	81,478	-	-	0,087	1,369	1,259	0,972
Валовый урожай плодов, т/га	27,509	-	0,129	-	-	1,687	-	-	-	24,695	0,094	0,820	0,147	-	-	0,897
Средняя масса плода, кг	0,918	-	0,004	-	-	0,034	-	-	-	-	0,003	-	0,004	-	-	0,668
Вынос азота на 1 тонну продукции, кг	3,527	0,012	0,034	0,015	-	0,501	-	-	2,022	0,026	0,046	0,169	0,037	0,366	-	0,898
Вынос фосфора на 1 тонну продукции, кг	1,687	0,006	-	-	-	0,130	-	-	-0,534	0,005	-	-	0,007	-	0,152	0,843
Вынос калия на 1 тонну продукции, кг	7,738	0,026	0,019	0,030	-	0,423	-	-	3,534	0,042	0,050	-	-	0,361	0,295	0,860

Применение азотного удобрения увеличивало нормативный вынос азота, фосфора и калия. Фосфорное удобрение снижало, а калийное удобрение повышало вынос азота и калия единицей урожая дыни. Засоленность почвы достоверно увеличивала вынос азота и калия, но снижала вынос фосфора единицей урожая плодов дыни. Азот во взаимодействии с фосфором и солью увеличивал вынос азота и калия почвы и уменьшал вынос фосфора, а во взаимодействии с калием, наоборот, снижал их вынос на единицу продукции. На засоленном фоне азотное удобрение снижало потребление азота на единицу продукции. Взаимодействие фосфорного и калийного удобрения повышало потребление азота и фосфора. Фосфор во взаимодействии с засоленностью почвы снижал вынос азота и калия. Калийные удобрения на засоленном фоне способствовали росту выноса калия, но отрицательно влияли на выносу фосфора единицей урожая дыни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Характер формирования раннего и валового урожая, использования питательных веществ почв и удобрений растениями дыни при применении удобрений на почвах различной засоленностью отличаются.

На средnezасоленном фоне в зависимости от погодных условий года и условий почвенного питания выход

ранней продукции дыни ниже показателя слабозасоленного фона на 2,0-8,4 т/га. Относительная доля ранней продукции в валовом урожае на средnezасоленном фоне ниже показателя слабозасоленного фона на 5,7-24,9 %.

На средnezасоленной почве валовый урожай дыни по сравнению с слабозасоленной почвой в зависимости от удобрений ниже на 4,1-8,9 т/га или 23,2-35,3 %. На формирование 1 тонны продукции при соответствующем количестве побочной продукции на слабозасоленном фоне растения дыни потребляют в среднем 5,0 кг азота, 1,7 кг фосфора и 9,2 кг калия, в то время как на средnezасоленном фоне потребляют 5,3 кг азота, 1,6 фосфора и 10,2 кг калия соответственно. Из пахотного слоя слабозасоленной почвы растениями дыни используется 65,1 % легкогидролизуемого азота, 24,1 % подвижного фосфора и 21,9 % обменного калия, при снижении аналогичных показателей использования питательных элементов из средnezасоленной почве до 50,3; 14,9 и 12,3 %, соответственно.

Коэффициенты использования азота, фосфора и калия растениями дыни из внесенных минеральных удобрений на слабозасоленном фоне в среднем на 16,4; 7,5 и 5,8 % выше аналогичных показателей на средnezасоленном фоне и составляют 52,1; 18,9 и 73,9 % соответственно.

Финансирование. Данное исследование профинансировано Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе № 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований», шифр программы 0.0946, № 0118РК01718.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eldala.kz/novosti/kazakhstan/2085-v-kazahstane-sostavlyayut-kartu-zasolennyh-pochv>, свободный.
- 2 Аханов Ж.У. Почвенные ресурсы Казахстана, проблемы их рационального использования в сельском хозяйстве// Производство и применение минеральных удобрений в Казахстане. - Тараз, 2004. - С. 22-26.
- 3 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://khabar.kz/ru/news/obshchestvo/item/149214-nallydaetsya-spad-proizvodstva-otechestvennykh-udobrenij-v-rk>, свободный.
- 4 Елешев Р.Е. Современные проблемы научного обеспечения регулирования плодородия почв// Современное состояние и перспективы развития мелиоративного почвоведения. - Алматы, 2009. - С. 43-44.
- 5 Пилипенко В.Н., Яковлева Л.В., Федотова А.В. Современное состояние засоленных почв дельты Волги// Фундаментальные исследования. – 2005. - №8. - С. 145-149.
- 6 Артамонова В.С., Дитц Л.Ю., Елизарова Т.Н., Лютых И.В. Техногенное засоление почв и их микробиологическая характеристика// Сибирский экологический журнал. – 2010. - №3. – С. 461-470.
- 7 Yarsi, G., Sivaci, A., Dasgan, H. Y., Altuntas, O., Binzet, R., & Akhoundnejad, Y. Effects of salinity stress on chlorophyll and carotenoid contents and stomata size of grafted and ungrafted galia C8 melon cultivar// Pakistan Journal of Botany. – 2017. №49(2). – P. 421–426.
- 8 Uygun, V., & Yetisir, H. Effects of rootstocks on some growth parameters, phosphorous and nitrogen uptake watermelon under salt stress// Journal of Plant Nutrition. – 2009. - №32. – P. 629–643.
- 9 Belouchrani, A. S., Latati, M., Ounane, S. M., Drouiche, N., & Lounici, H. Study of the Interaction Salinity: Phosphorus Fertilization on Sorghum// Journal of Plant Growth Regulation. – 2020. - №39(3). - P. 1205–1210.
- 10 Rincón Sánchez, L.A., Sáez Sironi, J., Pérez Crespo, J.A., Madrid, R. Growth and nutrient absorption by muskmelon crop under greenhouse// Acta Horticulturae. – 1998. - №458. - P. 153-160.
- 11 Betzen, B. M., Smart, C. M., Maricle, K. L., & Maricle, B. R. Effects of increasing salinity on photosynthesis and plant water potential in Kansas salt marsh species// Transactions of the Kansas Academy of Science. – 2019. - №122(1-2). – P. 49–58.
- 12 Stepien, P., & Johnson, G. N. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte arabidopsis and the halophyte thellungiella: Role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink// Plant Physiology. – 2009. - №49(2). - P. 1154-1165.
- 13 Maia, F. M. de A., Alan, C. C., Jociernas, N. de C., Clarice, A. M., & Frederico, A. Photosynthesis and water relations of sunflower cultivars under salinity conditions// African Journal of Agricultural Research. – 2016. - №11(30). - P. 2817-2824.
- 14 Huang, Y., Bie, Z., Liu, Z., Zhen, A., & Wang, W. Protective role of proline against salt stress is partially related to the improvement of water status and peroxidase enzyme activity in cucumber// Soil Science and Plant Nutrition. – 2009. - №55(5). - P. 698-704.
- 15 Hessini, K., Issaoui, K., Ferchichi, S., Saif, T., Abdely, C., Siddique, K. H. M., & Cruz, C. Interactive effects of salinity and nitrogen forms on plant growth, photosynthesis and osmotic adjustment in maize// Plant Physiology and Biochemistry. – 2019. - №139. – P. 171–178.

16 Khosh Kholgh Sima, N. A., Ahmad, S. T., Alitabar, R. A., Mottaghi, A., & Pessarakli, M. Interactive effects of salinity and phosphorus nutrition on physiological responses of two barley species// *Journal of Plant Nutrition*. – 2012. - №35(9). - P. 1411–1428.

17 Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A., Khan, F. A., Khaliq, A., Saud, S., Hassan, S., Shan, D., Khan, F., Ullah, N., Faiq, M., Khan, M. R., Tareen, A. K., Khan, A., Ullah, A., Ullah, N., & Huang, J. Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review// *Plant Growth Regulation*. – 2015. - №75(2). - P. 391–404.

18 Martuscelli, M., Di Mattia, C., Stagnari, F., Specia, S., Pisante, M., & Mastrocola, D. Influence of phosphorus management on melon (*Cucumis melo* L.) fruit quality// *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2016. - №96(8). - P. 2715–2722.

19 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kazcotton.com>, свободный.

20 Аринушкина Е.П. Руководство по химическому анализу почв// - М.: МГУ. – 1977. - 489 с.

21 Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению// Агропромиздат. - 1986. - 295 с.

REFERENCES

1 [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://eldala.kz/novosti/kazakhstan/2085-v-kazakhstane-sostavlyayut-kartu-zasolennykh-pochv>, free.

2 Akhanov ZH.U. Pochvennyye resursy Kazakhstana, problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya v sel'skom khozyaystve// *Proizvodstvo i primeneniye mineral'nykh udobreniy v Kazakhstane*. - Taraz, 2004. - S. 22-26.

3 [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://khabar.kz/ru/news/obshchestvo/item/149214-nallydaetsya-spad-proizvodstva-otekhestvennykh-udobreniy-v-rk>, free.

4 Елешев Р.Е. Современные проблемы научного обеспечения регулирования плодородия почв// *Современное состояние и перспективы развития мелиоративного почвоведения*. - Алматы, 2009. - С. 43-44.

5 Pilipenko V.N., Yakovleva L.V., Fedotova A.V. Sovremennoye sostoyaniye zasolennykh pochv del'ty Volgi// *Fundamental'nyye issledovaniya*. – 2005. - №8. - S. 145-149.

6 Artamonova V.S., Ditts L.YU., Yelizarova T.N., Lyutykh I.V. Tekhnogennoye zasoleniye pochv i ikh mikrobiologicheskaya kharakteristika// *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*. – 2010. - №3. – S. 461-470.

7 Yarsi, G., Sivaci, A., Dasgan, H. Y., Altuntas, O., Binzet, R., & Akhoundnejad, Y. Effects of salinity stress on chlorophyll and carotenoid contents and stomata size of grafted and ungrafted galia C8 melon cultivar// *Pakistan Journal of Botany*. – 2017. №49(2). – P. 421–426.

8 Uygur, V., & Yetisir, H. Effects of rootstocks on some growth parameters, phosphorous and nitrogen uptake watermelon under salt stress// *Journal of Plant Nutrition*. – 2009. - №32. – P. 629–643.

9 Belouchrani, A. S., Latati, M., Ounane, S. M., Drouiche, N., and Lounici, H. Study of the Interaction Salinity: Phosphorus Fertilization on Sorghum// *Journal of Plant Growth Regulation*. – 2020. - №39(3). - P. 1205–1210.

10 Rincón Sánchez, L.A., Sáez Sironi, J., Pérez Crespo, J.A., Madrid, R. (1998). Growth and nutrient absorption by muskmelon crop under greenhouse// *Acta Horticulturae*. – 1998. - №458. - P. 153-160.

11 Betzen, B. M., Smart, C. M., Maricle, K. L., & MariCle, B. R. Effects of increasing sa-

linity on photosynthesis and plant water potential in Kansas salt marsh species// Transactions of the Kansas Academy of Science. – 2019. - №122(1-2). – P. 49–58.

12 Stepien, P., & Johnson, G. N. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte arabidopsis and the halophyte thellungiella: Role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink// Plant Physiology. – 2009. - №49(2). – P. 1154-1165.

13 Maia, F. M. de A., Alan, C. C., J ocirc natas, N. de C., Clarice, A. M., & Frederico, A. ocirc nio L. S. Photosynthesis and water relations of sunflower cultivars under salinity conditions// African Journal of Agricultural Research. – 2016. - №11(30). – P. 2817-2824.

14 Huang, Y., Bie, Z., Liu, Z., Zhen, A., & Wang, W. Protective role of proline against salt stress is partially related to the improvement of water status and peroxidase enzyme activity in cucumber// Soil Science and Plant Nutrition. – 2009. - №55(5). – P. 698-704.

15 Hessini, K., Issaoui, K., Ferchichi, S., Saif, T., Abdelly, C., Siddique, K. H. M., & Cruz, C. Interactive effects of salinity and nitrogen forms on plant growth, photosynthesis and osmotic adjustment in maize// Plant Physiology and Biochemistry. – 2019. - № 139. – P. 171–178.

16 Khosh Kholgh Sima, N. A., Ahmad, S. T., Alitabar, R. A., Mottaghi, A., & Pessarakli, M. Interactive effects of salinity and phosphorus nutrition on physiological responses of two barley species// Journal of Plant Nutrition. – 2012. - №35(9). – P. 1411–1428.

17 Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A., Khan, F. A., Khaliq, A., Saud, S., Hassan, S., Shan, D., Khan, F., Ullah, N., Faiq, M., Khan, M. R., Tareen, A. K., Khan, A., Ullah, A., Ullah, N., & Huang, J. Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review// Plant Growth Regulation. – 2015. - №75(2). – P. 391–404.

18 Martuscelli, M., Di Mattia, C., Stagnari, F., Specia, S., Pisante, M., & Mastrocola, D. Influence of phosphorus management on melon (*Cucumis melo* L.) fruit quality// Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2016. - №96(8). – P. 2715–2722.

19 [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://www.kazcotton.com/>, free.

20 Arinushkina Ye.P. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv// - M.: MGU. – 1977. - 489 s.

21 Aleksandrova L.N., Naydenova O.A. Laboratorno-prakticheskiye zanyatiya po pochvovede-niyu// Agropromizdat. - 1986. - 295 s.

ТҮЙІН

Б.М. Амиров^{1*}, Қ.Қ. Құлымбет¹, А.Т. Сейтменбетова¹, О.С. Құрманакын¹
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ СУАРМАЛЫ ТҰЗДЫ СҰР ТОПЫРАҚТАРЫНДА
ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ҚОЛДАНУ КЕЗІНДЕГІ ҚАУЫННЫҢ АЗОТ, ФОСФОР ЖӘНЕ
КАЛИЙДІ ПАЙДАЛАНУЫ

¹ *Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,*

**e-mail: bak.amirov@gmail.com*

Минералды тыңайтқыштарды қолдану қарқынды егіншілік жүйесінде маңызды агротехникалық әдіс болып табылады. 2021-2022 жылдары Түркістан облысы Мақтаарал ауданында қауынның азот, фосфор және калий тыңайтқыштарының әртүрлі дозалары мен арақатынасына әсерін бағалау мақсатында реакциясын бағалау үшін далалық тәжірибелер жүргізілді. Тыңайтқыштар мен топырақ тұздылығының қауын дақылының өнімділігі мен қоректік заттарды пайдалану көрсеткіштеріне әсерін модельдеу үшін жылдар бойынша

мәліметтер топырақ құнарлылығының нақты күйі аясында зерттелетін факторларға тәуелділікті сипаттайтын регрессиялық модельдерді құру үшін бөлек математикалық өңдеуден өтті. Зерттеудің бірінші жылында қауынның ерте өнімділігі барлық зерттелген факторлардың жалпы әсеріне байланысты 96% құрады. Сонымен қатар, азот тыңайтқыштары жеке оң әсерін берді, бірақ оның фосформен және тұзбен әрекеттесуінің әсері теріс болды. Калий фосформен бірге қауынның ерте пісуін тездетеді, бірақ тұзбен әрекеттескенде баяулайды. Қауынның жалпы өнімділігі зерттелетін факторлардың жалпы әсеріне байланысты 92 % құрады, ал азотты бөлек және фосформен бірге, фосфорды калиймен біріктіріп қолдану оң нәтиже көрсетті. Зерттелетін факторлар бойынша қауын өнімінің бірлігімен азоттың шығарылу шарттылығы – 99 %, фосфор – 88 % және калий – 78 % құрады. Зерттеудің екінші жылында қауынның ерте өнімділігі зерттелген барлық факторлардың жиынтық әсеріне байланысты 97% құрады. Азот тыңайтқыштары оң әсер етті, ал фосфор мен топырақтың тұздануы теріс әсер етті. Азоттың фосформен және топырақ тұзымен әрекеттесуі теріс әсер етті. Калий фосформен әрекеттескенде қауынның ерте өнімділігіне оң әсер етті, ал топырақ тұзымен әрекеттескенде теріс әсер берді. Қауынның жалпы өнімділігі барлық 4 зерттелген факторлардың жалпы әсеріне байланысты 90% құрады. Азотпен қоректенудің калиймен және топырақтың тұздылығымен үйлесуі теріс әсер етті, ал фосфор калиймен бірге қауынның жалпы өніміне оң әсер етті. Қауын дақылының бірлігімен қоректік заттарды алып тастау және зерттеудің екінші жылында зерттелетін факторлардың өзгеруіне жауап берді ($R^2=0,84-0,90$). Азот тыңайтқышын қолдану азот, фосфор және калийдің нормативті шығарылуын арттырды.

Түйінді сөздер: қауын, сұр топырақ, тыңайтқыш, тұздану, өнімділік, регрессия.

SUMMARY

B.M. Amirov^{1*}, K.K. Kulymbet¹, A.T. Seytmenbetova¹, O.S. Kurmanakyn¹

USE OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM BY MELON PLANTS AT FERTILIZING ON IRRIGATED SALINE SIEROZEM IN SOUTHERN KAZAKHSTAN

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

**e-mail: bak.amirov@gmail.com*

The use of mineral fertilizers is an important agronomic technique in the system of intensive agriculture. In 2021-2022, field experiments were conducted in the Maktaaral district of Turkestan province to assess the response of mid-season melon to different doses and ratios of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. To model the effect of fertilizers and soil salinity on the indicators of yield and nutrient use by melon plants, the data by years were subjected to mathematical processing separately in order to build the most adequate regression models describing the dependence of the resulting factors on the studied factors against the background of the real state of soil fertility. In the first year of research, the early melon yield was 96% dependent on the combined effect of all factors studied. At the same time, nitrogen fertilizer had a separate positive effect, but the effect of its interaction with phosphorus and salt was negative. Potassium combined with phosphorus accelerated melon's early maturity, but in interaction with salt it slowed it down. The gross yield of melon was 92 % dependent on the combined effect of the studied factors, with nitrogen separately and in combination with phosphorus and phosphorus combined with potassium showing a positive effect. The dependence of nitrogen removal per unit of melon yield on the studied factors was 99 %, phosphorus – 88 % and potassium – 78 %. In the second year of research, the early harvest of melons was 97 % dependent on the total effect of all the studied factors. Nitrogen fertilizers had a positive effect, while phosphorus and soil salinity had a negative effect. Nitrogen interaction with phosphorus and soil salinity had a negative effect. Potassium in interaction with phosphorus had a positive effect on early melon yield, but in interaction with soil salt it was negative. The gross yield of melon was 90% dependent on the combined effect of all 4 studied factors. The combination of nitrogen nutrition with potassium and soil salinity had a negative effect, while phosphorus combined with potassium had a positive effect on

melon gross yield. Nutrient removal by a unit of melon yield responded adequately to changes in the studied factors ($R^2=0.84-0.90$) in the second year of the study. Application of nitrogen fertilizer increased normative removal of nitrogen, phosphorus and potassium.

Key words: melon, sierozem, fertilizer, salinity, yield, regression.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Амиров Бахытбек Мустафаулы - заведующий отделом агрохимии, к.с.-х.н., доцент, e-mail: bak.amirov@gmail.com

2 Құлымбет Қанат Қайратұлы - младший научный сотрудник отдела агрохимии, PhD докторант, e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

3 Сейтменбетова Аксауле Тынысбековна - ведущий научный сотрудник отдела агрохимии, к.б.н., e-mail: seytmenbetova77@mail.ru

4 Құрманакын Олжас Серікұлы - инженер-аналитик отдела агрохимии, e-mail: k.oljas.s@mail.ru

ГРНТИ 68.29.07; 68.35.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.3.54](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.3.54)

М.А. Аужанова¹, М.К. Тыныкулов², Р.Ж. Кожагалиева³,
Н.В. Малицкая⁴, М.Ж. Аширбеков^{4*}

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

¹НАО «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова»,
020000, г. Кокшетау, ул. Абая, 76, Казахстан

²НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»,
010000, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, Казахстан

³АО «Западно-Казахстанский университет имени М. Утемисова»,
090000, г. Уральск, пр. Назарбаева, 162, Казахстан

⁴НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева»,
150000, г. Петропавловск, ул. Пушкина, 86, Казахстан,

*e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

Аннотация. В засушливых и резко континентальных почвенно-климатических условиях Акмолинской области тепличное хозяйство является важным приемом. Тепличное хозяйство является одним из перспективных направлений сельского хозяйства, так как овощебахчевые культуры выращиваются в регулируемых на оптимальном уровне условиях температуры, влажности, освещенности, питательной среды, благодаря чему формируется высокая урожайность плодов овощей и бахчи. В зимней промышленной теплице Кокшетауского университета изучали влияние минеральных удобрений и микроэлементов на рост, развитие и урожайность огурца. В результате двух культурооборотов получены положительные данные, свидетельствующие об усилении роста растений в высоту на ранних стадиях развития в среднем на 2,20 см при предпосевном увлажнении семян и некорневой подкормке растений 0,1-0,5 % водным раствором препарата биологического происхождения Phomazin+Filvimax, увеличении листовой поверхности на 13,5 см², ускорении темпа цветения на 1,3-1,5 суток, увеличении выхода крупных плодов на 22 шт., повышении урожайности на 5,9 кг/м². Улучшение этих показателей обосновано наличием в препарате биологического происхождения Phomazin+Filvimax значительного количества макро- и микроэлементов, играющих большую роль в питании растений и формировании плодов огурца. Рекомендуется выращивать овощи по разработанной технологии в тепличном хозяйстве в условиях Акмолинской области для бесперебойного обеспечения населения свежими овощами.

Ключевые слова: микроудобрения, намачивание семян, некорневая подкормка, рост растений, площадь листьев, цветение, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Казахстан производство овощной продукции не обеспечивает полностью внутренний спрос несмотря на то, что с каждым годом растет валовой сбор и урожайность. Основной причиной трудности выращивания овощной продукции является резко-континентальные климатические усло-

вия и неразвита технологическая система по выращиванию овощных культур как в открытом, так и в закрытом грунте.

Овощи – важная составляющая питания человека. Они рассматриваются как персонал функционального питания, поскольку они не только поддерживают жизненные силы человека, но и

являются эффективными средствами, признанными как народными, так и стандартными методами в медицинской практике [1].

Тепличное хозяйство, в том числе защищенный грунт, в настоящее время является востребованной отраслью овощеводства, так как зеленые и овощные культуры необходимы для сбалансированного питания живого организма [2]. Во всех видах теплиц создаются наилучшие условия для произрастания овощных и зеленых культур. На оптимальный рост и развития культур влияют такие факторы как: освещение и проветривание, температура почвы и воздуха, влажность воздуха в теплице, питание растений, борьба с их вредителями и болезнями. В совокупности данные факторы позволяют обеспечить высокий урожай с наилучшим качеством [3].

Например, многочисленные факторы препятствовали производству качественных огурцов в Непале: экологические стрессы, биотические и абиотические ограничения, вспышки вредителей и болезней и многие другие. Использование экзогенных регуляторов роста растений имели решающее значение для Непальских производителей огурцов, поскольку регуляторы роста оказывают ускоренное влияние как на вегетативный, так и на качественный урожай растений. Это исследование направлено на выявление подходящих концентраций регуляторов роста для применения. Использование таких регуляторов экологически и токсикологически безопасно как для растений, так и для потребителей [4]. Изменение концентрации может быть связана с фазами сбора урожая, а также с генетическими факторами, такими как тип сорта, размер и цвет плодов [5].

Огурцы, широко культивируемые овощи, в основном выращиваются в тепличных условиях. В последние годы чрезмерное использование минераль-

ных удобрений для получения более высоких урожаев отрицательно сказалось на здоровье человека и окружающей среды. Поэтому эксперимент в теплице был проведен для оценки влияния различных источников питательных веществ (птичий помет и минеральные удобрения) на параметры повышения продуктивности огурцов с помощью однократного и многократного анализов. На основании полученных результатов рекомендовано фермерам применять передовую технологию, направленную на повышение качества урожая огурцов [6].

Устойчивое сельское хозяйство предъявляет новые требования к сельскохозяйственной практике и, в частности, к средствам защиты растений и удобрениям. Поэтому ожидается увеличение спроса на органические удобрения хорошего качества [7].

В тепличном, полевом и хозяйственном опытах сельскохозяйственных культур в условиях открытого и защищенного грунтов в Северном Кавказе, изучены различные способы и нормы внесения наноудобрений. Высокую эффективность показал вариант наноструктурированной водно-фосфорной суспензии при удобрении почвы в норме 1,0 т/га и предпосевной обработке семян из расчета 1,25 кг/т.

Установлено, что морфометрические показатели растений увеличиваются в 3,5 раза, урожай в свежем виде – 2,2 раза, а урожай плодов – с 14,5 до 24,1 %. Отмечено, улучшение качества продукции растениеводства по комплексу показателей в 2,6 раза [8].

Чрезмерное внесение питательных веществ и воды является обычным явлением в интенсивных тепличных системах. Тем не менее, питательные вещества почвы все еще выше оптимального уровня. Очевидный избыток азота в теплице наблюдался при различных обработках, в основном из-за высокого поступления азота из навоза.

Это исследование показало, что существует большой потенциал для сокращения использования питательных веществ и воды при сохранении той же урожайности в тепличной системе [9].

Комбинированная корешково-внекорневая подкормка повышала содержание азота, фосфора, калия и микроэлементов в листьях томата; стимулированный рост растений увеличил раннюю урожайность на 35-38 % и общую урожайность на 20-24 %, и количество плодов на растении до семи штук [10].

В течение двух лет в северной части Китая был проведен полевой эксперимент для изучения влияния подачи воды с отрицательным давлением на поверхностную влажность почвы, распределение нитратов и азота ($\text{NO}_3\text{-N}$) в профиле почвы, экономическую урожайность и эффективность использования воды и удобрений для томатов и огурцов при тепличном выращивании. Эксперимент включал два режима орошения: капельное орошение питательным раствором (DIN) и орошение питательным раствором под отрицательным давлением (NIN). Результаты показали, что обработка NIN имела относительно стабильную влажность почвы (около 87 % полевой емкости), а колебание влажности почвы в слое 0-20 см составляло 20,6-25,0 % за период эксперимента в 2014-2015 гг., что меньше диапазона 19,2-28,1 % при обработке DIN. Как при обработке DIN, так и при обработке NIN $\text{NO}_3\text{-N}$ в конце четырех вегетационных периодов в основном распределялся в слое почвы 0-40 см и отмечалась тенденция к постепенному увеличению по мере увеличения числа лет выращивания [11].

Обеспечение водой и удобрениями являются основными факторами, ограничивающими производство овощей в теплицах на Северо-Китайской равнине. В исследовании была проверена гипотеза

о том, что орошение с отрицательным давлением было выгодно для сокращения расхода воды и удобрений по сравнению с капельным орошением в теплице [12].

В защищенном грунте создаем абиотические факторы, которые уже позволяют получать экологически чистую продукцию. В любых видах защищенного грунта в основном выращивают огурец и томат (около 75 %), как пользующиеся спросом у населения овощные культуры [13].

Культуры, выращиваемые в защищенном грунте, в том числе огурец и томат, очень отзывчивы на внесение удобрений: органических и минеральных [14].

Вносим недорогие органические удобрения, которые поставляем из близко расположенных животноводческих комплексов. А минеральные удобрения заменяем недорогими биологическими, которые также способствуют повышению урожая овощных культур в защищенном грунте.

В качестве биологического удобрения в опыте использовали широко распространенный и доступный по цене с активным действием – гумат калия [15-21].

Гумат калия содержит: гуминовые кислоты (около 70 %), фульвокислоты (до 3 %), аминокислоты (1,4-1,7 %), азот (0,28-0,30 %), фосфор (0,36-0,39 %), калий (1,31-1,35 %) [6].

Одним из приоритетных направлений в защищенном грунте является изучение влияния использования комплексных, минеральных и органоминеральных удобрений. По данным Р.А. Булавинцева почву к возделыванию готовят следующим образом: осенью в неё добавляют перепревший компост или навоз, перемешивают и дополнительно рыхлят верхний слой. Зимой теплицу заполняют снегом для накопления влаги. Весной после схода

снега, зажигают две серных шашки для дезинфекции и неделю теплица стоит закрытой. После проветривания теплицы, почву посыпают золой, рыхлят её и укрывают черным агрилом с прорезанным в нем отверстием для высадки рассады [22].

Цель исследования: изучить влияния удобрений на продуктивность огурца в условиях защищенного грунта. Создать иммунитет растений огурца в защищенном грунте с помощью гумата калия и компонентами комплексного удобрения группы Swiss-grow: общего азота (N) - 3 %, аммиачного азота (NH_3) – 1,5 % и мочевины (NH_2CONH_2) – 1,5 %, также P_2O_5 – 30 %, K_2O – 17 %, Mn – 5 %, Zn – 5 %.

Научная новизна заключается в увлажнении семян и внекорневой подкормки водным раствором группы Swissgrow и гумата калия, оказывающие положительное влияние на биометрические показатели растений и урожайность товарной продукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в 2019-2020 годы в тепличном комплексе Кокшетауского университета имени Ш. Уалиханова. Огурец выращивали по голландской технологии.

Объект изучения: гибрид Kybria F1. Универсальный гибрид огурца предназначен для выращивания в стеклянных и пленочных теплицах. Гибрид Kybria F1 созревает в теплице в течение 38-45 дней. Длина плода 12-15 см. Вес каждого плода 100-120 г. Форма плода – цилиндрическая. Цвет – темно-зеленый, без светлых полос.

Корнишонный огурец – Cucumber. Гибрид Kybria F1 завязывает по 4-5 плода практически в каждой завязи. На основном стебле формирует наибольший урожай. Гибрид устойчив в условиях стресса из-за перепада температур и недостатка освещенности.

Данный гибрид рекомендуется для выращивания в первом и втором культурооборотах.

В начале помещение теплицы продезинфицировали, после этого за 2-3 дня до высадки рассады огурца, теплицу опрыскивали раствором микроэлементов (кальций, магний, железо, медь, цинк, бор, марганец).

Высевали семена в минерально-ватную тару размером 10x10x10, затем ее накрыли пленкой, которую не снимали до появления всходов. Определение посевных качеств семян огурцов проводили в соответствии с ГОСТом 12038-84.

Проводили досвечивание для ускоренного развития первых настоящих листьев, данный агроприем повышает урожайность огурца на 30 % [23].

Пересаживали растения на постоянное место через 18-20 дней после появления всходов. Плотность посадки – 3 растения/ м^2 . Минерально-ватный материал пропитывали раствором и делали дренажные отверстия для проникновения воздуха и воды.

После расстановки тары растения не поливали двое суток, а поливали, после укоренения растений. В течение вегетации полив проводили по мере потребности растений. Во время массового плодоношения pH среды питательного раствора поддерживали на уровне 5,9-6,2.

Уход за растениями включал: подвязывание растений к шпагату, регулярную формировку растений; удаление желтых побегов и листьев; деформированных завязей и плодов [24, 25].

В теплице поддерживали относительную влажность воздуха (75 %) в период роста и развития и в период плодоношения (80 %) растений.

Сборы огурца проводили по мере нарастания зеленцов практически каждый день. Каждый вариант опыта

испытывали на 5-ти растениях в трехкратной повторности. В качестве контрольного варианта (фона) использовали многокомпонентный раствор, который применяется во всей теплице на производственном посеве, путем индивидуальной подачи его каждому растению в корневую систему автоматически по голландской технологии.

Растительные образцы (стебли, листья, плоды) отбирали с трех повторности опыта. Образцы объединяли в один смешанный образец, в котором проводили учеты, промеры. Высоту растений измеряли методом промеров 10 растений, количество листьев (10 растений), определение сухого вещества методом высушивания до 105°C и взвешивания (30 листьев). Цветение растений огурца определяли (начало, середина) визуальным методом, площадь листьев – методом высечек, учет урожая плодов – методом взвешивания на всех растениях по каждому варианту опыта, количество плодов, длину, диаметр плода, товарность (10 растений).

Урожайность обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [26].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из резервов повышения всхожести семян огурцов является предпосевная обработка их биологически активными веществами, которые повышают адаптацию проростков к неблагоприятным условиям. Рекомендуется использовать малотоксичные чистые препараты в минимальных дозах, измеряемых в граммах и миллиграммах. Для реализации экологически безопасных технологий производства овощей к вышеперечисленным регуляторам роста можно отнести Phomazin+Filvimax.

Обработка семян препаратами Phomazin+Filvimax повышала лабораторную всхожесть в сравнении с контролем на 8-10%. Выделили лучшую концентрацию 0,5 мл/л, основанную на сравнительных положительных результатах (таблица 1).

Таблица 1. Влияние препаратов Phomazin+Filvimax на посевные качества семян огурцов, %

Показатель	Семена, смоченные в воде (контроль)	Обработка препаратом в концентрации		
		0,1 мл/л	0,3 мл/л	0,5 мл/л
Энергия прорастания, %	73	75	80	81
Лабораторная всхожесть, %	93	96	100	100
Полевая всхожесть, %	68	83	86	88

Для того, чтобы выяснить специфику физиологического воздействия биологически активных веществ, в каких концентрациях они могут действовать в качестве активаторов роста или ингибиторов ростовых процессов, мы изучили влияние препаратов в концентрациях: 0,1; 0,3; 0,5 мл/л. Полученные результаты помогли отобрать среди изучаемых концентраций наиболее эффективную, направленную для дальней-

шего углубленного изучения действия препаратов Phomazin+Filvimax.

Для того, чтобы выяснить специфику физиологического воздействия биологически активных веществ, в каких концентрациях они могут действовать в качестве активаторов роста или ингибиторов ростовых процессов, мы изучили влияние препаратов в концентрациях: 0,1; 0,3; 0,5 мл/л. Полученные результаты помогли отобрать среди

изучаемых концентраций наиболее эффективную, направленную для дальнейшего углубленного изучения действия препаратов Phomazin+Filvimax.

Phomazin – это жидкий азотно-фосфорный препарат с высоким содержанием фосфора, хорошо подходящий как для капельного орошения, так и для листовой подкормки. Фосфор легко поглощается клеточной мембраной листьев и корневой системой. Удобрения этого типа содержат ион фосфита, который повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям окружающей среды и возбудителям грибковых болезней. При применении фунгицидов культурные растения испытывают стресс, теряется много влаги, при этом расход рабочей жидкости составляет от 250 до 350 л/га.

При применении Phomazin в максимальной концентрации уничтожается вся грибковая флора, что дает возможность не использовать в дальнейшем фунгициды. Filvimax – сопутствующий препарат, способствующий быстрому усвоению растениями совместно с другими препаратами.

Растения огурцов находясь в благоприятных условиях питания, (освещенность, водный режим) росли активно и на 42-й день после появления всходов за счет внекорневой подкормки имели высоту стебля по вариантам опыта в 1-ом обороте 83,5-85,7 см, а во 2-ом обороте 86,8-88,6 см, при этом разница между вариантами была незначительной. В среднем за 2 оборота показатели изучаемых вариантов имели преимущества по сравнению контролем (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние увлажнения семян и внекорневой подкормки на линейный рост огурца в высоту на 42-й день после всходов, см

Вариант	1-й оборот	2-й оборот	Среднее
Контроль	83,5	86,8	85,2
Swissgrow	84,6	87,2	85,9
гумат калия	85,7	88,6	87,2

Установлено, что предпосевное увлажнение семян и внекорневая подкормка усиливали линейный рост основного стебля в среднем на 2,2 см по сравнению с контролем.

При формировании урожайности для всех сельскохозяйственных культур определенное значение имеет площадь листовой поверхности, которая играет значительную роль в фотосинтетической деятельности растений. В наших исследованиях установлено действие внекорневой подкормки изучаемыми удобрениями на площади развития листьев.

Исследования показали, что с ростом и развитием растений площадь

одного листа в среднем за 2 оборота на 42-й день после всхода на контроле возрастала от 282 до 482 см². По сравнению с контрольным вариантом наибольшее положительное действие оказало намачивание семян и внекорневая подкормка с гуматом калия (таблица 3). На варианте с применением подкормки удобрений группы Swissgrow показатели по площади листьев была ниже, чем с подкормкой гуматом калия. Так, на 7, 28 и 42-й день после появления всходов площадь листьев растений в среднем за 2 оборота на варианте применения гумата калия составила соответственно: 285, 453, 493 см²/лист.

Таблица 3 – Влияние увлажнения семян и внекорневой подкормки огурца на площадь листовой поверхности, см²

Варианты	1-й оборот			2-й оборот			Среднее		
	7-й день	28-й день	42-й день	7-й день	28-й день	42-й день	7-й день	28-й день	42-й день
Контроль	268	412	478	295	453	486	282	433	482
Swissgrow	272	436	483	296	475	495	284	456	489
Гумат калия	275	434	488	294	472	498	285	453	493

Фаза цветения огурца наступала в 1-ом обороте на 43-й день после появление всходов, а во 2-ом обороте на 37-й день, то есть увлажнение семян в сочетании с некорневой подкормкой микроудобрениями стимулировала и ускоряло фазы наступления цветения.

Цветение растений на удобренном фоне начиналось на 1,3-1,5 дня раньше, чем на контроле. Усиление физиологических процессов привело к плодоношению огурцов раньше, чем на контроле.

Предпосевное увлажнение семян и внекорневая подкормка огурцов растворами микроудобрений положительно сказались на показатели урожайности. Предпосевное увлажнение семян и некорневая подкормка огурцов оказало благоприятное влияние на формирование плодов и урожай продукции. В среднем за два культурооборота общая урожайность огурца на изучаемых удобренных вариантах была на 9,2-12,1 кг/м² больше, чем на контроле (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние увлажнения семян и некорневой подкормки на урожайность огурца, среднее за 2 оборота, кг/5 м²

Варианты	Плоды, шт.			Урожайность, кг		
	Общее	Стандартные	Нестандартные	Стандартные	Нестандартные	Суммарное
Контроль	829	785	44	175,7	6,8	182,5/36,5
Swissgrow	885	848	37	185,5	6,2	191,7/38,4
Гумат калия	896	862	34	198,2	6,4	204,6/41,0
НСР ₀₅						2,28

Наибольший урожай огурцов получен на варианте с внесением гумата калия – превышение на 22,1 кг/м² контроля. На втором месте вариант с внесением удобрений группы Swissgrow – на 9,2 кг/м² больше, чем на контроле.

Полученные нами данные показывают, что замачивание семян и внекорневая подкормка растений огурцов

вполне эффективно и дает возможность с каждого квадратного метра получить дополнительно 1,5-1,7 кг плодов огурцов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, проведенные в двух культурооборотах в зимне-весеннем тепличном комплексе, подтвердили, что увлажнение семян и

внекорневая подкормка огурцов микроудобрениями положительно сказалась на линейном росте по высоте и развитию плодов огурца.

Подтверждено, что при выращивании зеленцов с применением растворов для предпосевного увлажнения семян и некорневой подкормки огурца повышает всхожесть, усиливает линейный рост в среднем на 2,2 см, увеличивает площадь листовой поверхности на 13,5 см, ускоряет фазу наступления цветения на 1,3-1,5 дня, увеличивает выход крупных плодов на 22-28 штук. Общая урожайность плодов огурца при применении растворов удобрений группы Swissgrow и гуматом калия превзошла контроль на 9,2-12,1 кг/м², достоверность равна НСР₀₅ = 2,28 кг/м².

Применение комплексных удобрений Swissgrow для закрытого грунта при использовании рассады стимулирует активность роста и быстро восста-

навливает от стресса.

При протравливании семян Phomazin совместно с Filvimax препараты стимулируют поглощение питательных веществ, улучшает прорастание семян, увеличивают развитие первичных корней и увеличивают скорость на 8-12 %.

Проведение листовой подкормки в периоды - после пересадки, в фазе 3-4 листьев, в фазе цветения и с недельной периодичностью всего вегетационного цикла показывает, что препараты быстро растворимые и легко усвояемые. Они способствуют формированию цветочных бутонов, увеличивают рост плодов, стимулируют равномерное созревание, улучшают цвет плодов. Данные удобрения имеют органическую основу, поэтому их можно применять в период созревания, и они замедляют процесс старения растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Selivanova, M.V., Lobankova, O.Y., Romanenko, E.S., Esaulko, N.A., Sosyura, E.A. Effect of growth factors on the metabolism of cucumber crops grown in a greenhouse// Biosciences biotechnology research Asia. – 2015. – №12 (2) – P. 1397.
- 2 Асалиев А.И. Физиология и биохимия растений: учебное пособие / А.И. Асалиев, А.А. Беловалова. - Ставрополь: АГРУС, 2006. – 136 с.
- 3 Григорай Е.Е. Урожай и накопление минеральных элементов тепличной культурой огурца в зависимости от освещенности / Е.Е. Григорай, Г.Н. Табаленкова, И.В. Далькэ, Т.К. Головки// Агрохимия. - 2015. - №4. – С. 74-79.
- 4 Gosai, S., Adhikari, S., Khanal, S., Poudel, P. B. Effects of plant growth regulators on growth, flowering, fruiting and fruit yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.): A review// Archives of Agriculture and Environmental Science. 2020. – № 5 (3). – P. 268-274.
- 5 Soare R., Maria D., Alexandru-Ioan, A., Soare, M. The evolution of some nutritional parameters of the tomato fruit during the harvesting stages// Horticultural Science. – 2019. – № 46 (3). – P. 132-137.
- 6 Sallam, B.N., Lu, T., Yu, H., Li, Q., Sarfraz, Z., Iqbal, M.S. Jiang, W. Productivity enhancement of cucumber (*Cucumis sativus* L.) through optimized use of poultry manure and mineral fertilizers under greenhouse cultivation// Horticulturae. – 2021. – № 7 (8). – P. 256.
- 7 Ciesielczuk, T., Rosik-Dulewska, C., Poluszyńska, J., Miłek, D., Szewczyk, A., Sławińska, I. Acute toxicity of experimental fertilizers made of spent coffee grounds// Waste and Biomass Valorization. – 2018. – № 9. – P. 2157-2164.
- 8 Sharonova, N.L., Yapparov, A.K., Khisamutdinov, N.S., Ezhkova, A.M., Yapparov, I.A.,

Ezhkov, V.O., Babynin, E.V. Nanostructured water-phosphorite suspension is a new promising fertilizer// Nanotechnologies in Russia. – 2015. – №10 (7-8). – P. 651-661.

9 Wang, S., Bai, X., Zhou, J., Chen, Z. Reducing Nutrient and Irrigation Rates in Solar Greenhouse without Compromising Tomato Yield// HortScience. – 2019. – № 54 (9). – P. 1593-1599.

10 Tringovska, I. Optimization of Fertilization Schedule in Greenhouse Grown Tomatoes// Plant science. – 2015. – № 2. – P. 101-105.

11 Li, Y., Xue, X., Guo, W., Wang, L., Duan, M., Chen, H., Chen, F. Soil moisture and nitrate-nitrogen dynamics and economic yield in the greenhouse cultivation of tomato and cucumber under negative pressure irrigation in the North China Plain// Scientific Reports. – 2019. – № 9 (1). – P. 4439.

12 Li, Y., Xue, X., Xu, F., Guo, W., Duan, M., Lin, S., Wang, Z. Negative-pressure irrigation improves water and fertilizer use efficiencies and fruit yield of greenhouse tomato on the North China Plain// Irrigation and Drainage. – 2021. – № 70 (5). – P. 1027-1038.

13 Дубовицкий А.А., Климентова Э.А. Учебный практикум по дисциплине «Овощеводство»: учебное пособие для подготовки бакалавров по направлению 110400 «Агрономия» / И.П. Барабаш [и др.]. - Ставрополь: Параграф, 2013. - 108 с.

14 Дзанагов С.Х., Джелиев А.С., Черджиев Д.А. Удобрение огурца в зимней теплице// Вестник научных трудов молодых ученых ФГБОУ ВО Горский ГАУ. – 2018. – Т. 55. – Ч. 1. – С. 3-6.

15 Овчаренко М.М. Гуматы - активаторы продуктивности сельскохозяйственных культур// Агрохимический вестник, №2, 2001. – С. 13-14.

16 Гребенщиков В.Ю. Гуминовые препараты при выращивании ячменя// Агро XXI, №5, 2001. – С. 19.

17 Кондрашов А.Г. Гумат калия – торфяной жидкий// Агрохимический вестник, №2, 2002. – С. 40.

18 Соболев Н.М., Кушнаренко В.М. Применение гумата «Плодородие» в Волгоградской области// Агрохимический вестник, №1, 2002. – С. 25.

19 Балабко П.Н., Головков А.М., Хуснетдинова Т.И., Черкашина Н.Ф., Карпова Д.В., Батурина Л.К. Значение гумата и БИОУД-1 в технологии выращивания картофеля на дерново-подзолистой почве// Проблемы агрохимии и экологии, №2, 2010. – С. 44-49.

20 Власенко Н.Г. Используйте гумат калия// Защита и карантин растений, №10, 2007. – С. 23-24.

21 Хадикова Т.Б., Цугкиев Б.Г., Дзанагов С.Х., Козаева А.С. Гумат калия и его эффективность при выращивании африканского проса// Земледелие, № 1, 2007. – С. 18-19.

22 Булавинцев Р.А. Технические средства при выращивании огурцов в защищенном грунте// Агротехника и энергообеспечение. – 2017. – №4 (17).

23 Туаева Н.В. Подбор гибридов и разработка технологических приемов повышения продуктивности томата в зимних теплицах: автореф. дисс ... канд. с.-х. наук. - Владикавказ, 2012. – 23 с.

24 Патент 2737395 Российская Федерация, МПК А01С1/06. Способ выращивания огурца в закрытом грунте / Дзанагов С.Х., Кабалоев Т.Х., Бекузарова С.А., Джелиев А.С., Черджиев Д.А., Дзанагов Т.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет». № 2019131299; заявл. 10.02.2019; опубл. 30.11.2020. Бюл. № 34.

25 Портянкин А.Е. Огурец: от посева до урожая / А.Е. Портянкин,

А.В. Шамшина под общ. ред. С.Ф. Гавриша. - М.: ООО «Гибридные семена «Гавриш» для НП «НИИОЗГ», ЗАО «Фитон+», 2010. – 400 с.

26 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

REFERENCES:

1 Selivanova, M.V., Lobankova, O.Y., Romanenko, E.S., Esaulko, N.A., Sosyura, E.A. Effect of growth factors on the metabolism of cucumber crops grown in a greenhouse// Biosciences biotechnology research Asia. – 2015. – №12 (2) – P. 1397.

2 Asaliev A.I. Physiology and biochemistry of plants: a textbook / A.I. Asaliev, A.A. Belovolova. - Stavropol: AGRUS, 2006. – 136 p.

3 Grigorai E.E. Harvest and accumulation of mineral elements by greenhouse cucumber culture depending on illumination / E.E. Grigorai, G.N. Tabalenkova, I.V. Dalke, T.K. Golovko// Agrochemistry. - 2015. - № 4. – P. 74-79.

4 Gosai, S., Adhikari, S., Khanal, S., Poudel, P. B. Effects of plant growth regulators on growth, flowering, fruiting and fruit yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.): A review// Archives of Agriculture and Environmental Science. 2020. – № 5 (3). – P. 268-274.

5 Soare, R., Maria, D., Alexandru-Ioan, A., Soare, M. The evolution of some nutritional parameters of the tomato fruit during the harvesting stages// Horticultural Science. – 2019. – № 46 (3). – P. 132-137.

6 Sallam, B.N., Lu, T., Yu, H., Li, Q., Sarfraz, Z., Iqbal, M.S. Jiang, W. Productivity enhancement of cucumber (*Cucumis sativus* L.) through optimized use of poultry manure and mineral fertilizers under greenhouse cultivation// Horticulturae. – 2021. – № 7 (8). – P. 256.

7 Ciesielczuk, T., Rosik-Dulewska, C., Poluszyńska, J., Miłek, D., Szewczyk, A., Sławińska, I. Acute toxicity of experimental fertilizers made of spent coffee grounds// Waste and Biomass Valorization. – 2018. – № 9. – P. 2157-2164.

8 Sharonova, N.L., Yapparov, A.K., Khisamutdinov, N.S., Ezhkova, A.M., Yapparov, I.A., Ezhkov, V.O., Babynin, E.V. Nanostructured water-phosphorite suspension is a new promising fertilizer// Nanotechnologies in Russia. – 2015. – №10 (7-8). – P. 651-661.

9 Wang, S., Bai, X., Zhou, J., Chen, Z. Reducing Nutrient and Irrigation Rates in Solar Greenhouse without Compromising Tomato Yield// HortScience. – 2019. – № 54 (9). – P. 1593-1599.

10 Tringovska, I. Optimization of Fertilization Schedule in Greenhouse Grown Tomatoes// Plant science. – 2015. – № 2. – P. 101-105.

11 Li, Y., Xue, X., Guo, W., Wang, L., Duan, M., Chen, H., Chen, F. Soil moisture and nitrate-nitrogen dynamics and economic yield in the greenhouse cultivation of tomato and cucumber under negative pressure irrigation in the North China Plain// Scientific Reports. – 2019. – № 9 (1). – P. 4439.

12 Li, Y., Xue, X., Xu, F., Guo, W., Duan, M., Lin, S., Wang, Z. Negative-pressure irrigation improves water and fertilizer use efficiencies and fruit yield of greenhouse tomato on the North China Plain// Irrigation and Drainage. – 2021. – № 70 (5). – P. 1027-1038.

13 Dubovitsky A.A., Klimentova E.A. Training workshop on the discipline «Vegetable growing»: a textbook for bachelor's degree training in the direction 110400. «Agronomy» / I.P. Barabash [et al.]. – Stavropol: Paragraph, 2013. – 108 p.

14 Dzanagov S.H., Dzheliev A.S., Cherdjiev D.A. Cucumber fertilizer in a winter greenhouse// Bulletin of scientific works of young scientists of the Gorsky GAU. – 2018. – Vol. 55. – Part 1. – P. 3-6.

- 15 Ovcharenko M.M. Humates – activators of productivity of agricultural crops// Agrochemical bulletin, № 2, 2001. – P. 13-14.
- 16 Grebenshchikov V.Yu. Humic preparations in the cultivation of barley// Agro XXI, № 5, 2001. – P. 19.
- 17 Kondrashov A.G. Potassium humate – peat liquid// Agrochemical Bulletin, № 2, 2002. – P. 40.
- 18 Sobolev N.M., Kushnarenko V.M. Application of humate «Fertility» in the Volgograd region// Agrochemical Bulletin, № 1, 2002. – P. 25.
- 19 Balabko P.N., Golovkov A.M., Khusnutdinova T.I., Cherkashina N.F., Karpova D.V., Baturina L.K. The value of humate and BIOUD-1 in potato growing technology on sod-podzolic soil// Problems of agrochemistry and ecology, № 2, 2010. – P. 44-49.
- 20 Vlasenko N.G. Use potassium humate// Protection and quarantine of plants, № 10, 2007. – P. 23-24.
- 21 Khadikova T.B., Tsugkiev B.G., Dzanagov S.H., Kozaeva A.S. Potassium humate and its effectiveness in growing African millet// Agriculture, № 1, 2007. – P. 18-19.
- 22 Bulavintsev R.A. Technical means for growing cucumbers in protected soil// Agrotechnics and energy supply. – 2017. – №4 (17).
- 23 Tuaeveva N.V. Selection of hybrids and development of technological methods for increasing tomato productivity in winter greenhouses: abstract. diss ... candidate of agricultural Sciences. - Vladikavkaz, 2012. – 23 c.
- 24 Patent 2737395 Russian Federation, IPC A01C1/06. Method of growing cucumber in closed ground / Dzanagov S.H., Kabaloev T.H., Bekuzarova S.A., Dzheliev A.S., Cherdjiev D.A., Dzanagov T.S.; applicant and patent holder of the Gorsky State Agrarian University. № 2019131299; application 10.02.2019; publ. 30.11.2020. Byul. № 34.
- 25 Portyankin A.E. Cucumber: from sowing to harvest / A.E. Portyankin, A.V. Shamshina under the general editorship of S.F. Gavrish. - M.: LLC «Hybrid seeds «Gavrish» for NP «NII OZG», CJSC «Fiton+», 2010. – 400 p.
- 26 Dospekhov B.A. Methodology of field experience. – M., 1985. Agropromizdat – 351 p.

ТҮЙІН

М.А. Аужанова¹, М.Қ. Тынықұлов², Р.Ж. Қожағалиева³,
Н.В. Малицкая⁴, М.Ж. Әшірбеков^{4*}

ҚОРҒАЛҒАН ТОПЫРАҚТА КЕШЕНДІ МИКРОТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ҚОЛДАНУ

¹«Ш. Уәлиханов атындағы «Көкшетау университеті» КеАҚ,
020000, Көкшетау қ., Абай көшесі, 76, Қазақстан

²«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ,
010000, Астана қ., Сатпаев көшесі, 2, Қазақстан

³«М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті» КеАҚ,
90000, Орал қ., Назарбаев даңғылы, 162, Қазақстан

⁴«М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ,
150000, Петропавл қ., Пушкин көшесі 86, Қазақстан,

*e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

Ақмола облысының құрғақ және күрт континенттік топырақ-климаттық жағдайында жылыжай шаруашылығы маңызды әдіс болып табылады. Жылыжай шаруашылығы ауыл шаруашылығының перспективалы бағыттарының бірі болып

табылады, өйткені көкөніс-бақша дақылдары оңтайлы деңгейде реттелетін температура, ылғалдылық, Жарық, қоректік орта жағдайында өсіріледі, соның арқасында жемістер мен көкөністердің жоғары өнімділігі қалыптасады. Көкшетау университетінің қысқы өнеркәсіптік жылыжайында минералды тыңайтқыштар мен микроэлементтердің қиярдың өсуіне, дамуына және өнімділігіне әсері зерттелді. Екі дақыл айналымының нәтижесінде өсімдіктердің өсуінің өсуінің өсуінің өсуін көрсететін оң деректер алынды вегетациялық кезеңнің ерте кезеңдерінде тұқымдарды себу алдында сулау және өсімдіктерді тамырсыз қоректендіру кезінде Phomazin+Filvimax биологиялық тектес препараттармен 0,1-0,5 % Сулы ерітіндімен, жапырақ алаңының 13,5 см² ұлғаюымен, Гүлдену фазасының 1,3-1,5 күнге жеделдеуімен, стандартты өсімдіктердің өнімділігінің ұлғаюымен орта есеппен 2,20 см-ге 22 дана жеміс, өнімділік 5,9 кг/м² артады. Бұл көрсеткіштердің жақсаруы Phomazin+filvimax биологиялық шыққан препараттарында өсімдіктердің қоректенуінде және қияр жемістерінің қалыптасуында үлкен рөл атқаратын макро - және микроэлементтердің едәуір мөлшерінің болуымен негізделген. Халықты жаңа піскен көкөністермен үздіксіз қамтамасыз ету үшін Ақмола облысы жағдайында жылыжай шаруашылығында әзірленген технология бойынша көкөністерді өсіру ұсынылады.

Түйінді сөздер: микротыңайтқыштар, тұқымдарды сулау, жапырақты азықтандыру, өсімдіктердің өсуі, жапырақтардың ауданы, гүлдену, өнімділік.

SUMMARY

M.A. Auzhanova¹, M.K. Tynykulov², R.Zh. Kozhagalieva³,

N.V. Malitskaya⁴, M.Zh. Ashirbekov^{4*}

APPLICATION OF COMPLEX MICRO FERTILIZERS IN PROTECTED SOIL

¹NJSC «Kokshetau University named after Shokhan Ualikhanov»,
020000, Kokshetau city, Abai street, 76, Kazakhstan

²NJSC «Eurasian National University named after L.N. Gumilyov»,
010000, Astana, Satpaev street, 2, Kazakhstan

³NJSC «West Kazakhstan University named after Makhambet Utemisov»,
090000, Uralsk, Nazarbaev avenue, 162, Kazakhstan

⁴NJSC «North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev»,
150000, North-Kazakhstan region, Petropavl city, Pushkin street, 86, Kazakhstan,

*e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

In arid and sharply continental soil and climatic conditions of the Akmola region, greenhouse farming is an important technique. Greenhouse farming is one of the promising areas of agriculture, since vegetable and melon crops are grown in conditions of temperature, humidity, illumination, and nutrient medium regulated at an optimal level, which results in a high yield of fruits, vegetables and melons. In the winter industrial greenhouse of Kokshetau University, the effect of mineral fertilizers and trace elements on the growth, development and yield of cucumber was studied. As a result of two crop rotations, positive data were obtained indicating an increase in plant growth in height at the early stages of vegetation by an average of 2.20 cm with pre-sowing soaking of seeds and non-root fertilization of plants with 0.1-0.5 % aqueous solution with preparations of biological origin Phomazin+Filvimax, an increase in leaf area by 13.5 cm², an acceleration of the flowering phase by 1.3-1.5 days, an increase in the yield of standard fruits by 22 pcs., an increase in yield by 5.9 kg / m². The improvement of these indicators is justified by the presence in the preparations of biological origin Phomazin+Filvimax of a significant amount of macro- and microelements that play an important role in plant nutrition and the formation of cucumber fruits. It is recommended to grow vegetables according to the developed technology in a

greenhouse in the conditions of the Akmola region for uninterrupted supply of fresh vegetables to the population.

Key words: micro fertilizers, seed soaking, foliar fertilizing, plant growth, leaf area, flowering, yield.

СВЕДЕНИЕ ОБ АВТОРАХ:

1 Аужанова Мария Асылхановна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры «Сельское хозяйство и Биоресурсы», e-mail: auzhanovam@bk.ru

2 Тыныкулов Марат Корганбекович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Биотехнология және микробиология», e-mail: tynykulov@list.ru

3 Кожажалиева Римма Жамбуловна – доктор философии (PhD), заведующей кафедрой «Биология», e-mail: Rabdrakhmanova_7@bk.ru

4 Малицкая Наталья Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агрономия и лесоводство», e-mail: natali_gorec@mail.ru

5 Аширбеков Мухтар Жолдыбаевич – доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агрономия и лесоводство», *e-mail: mukhtar_agro@mail.ru

ГРНТИ 68.35.49;68.35.51;68.05.29;68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.3.67](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.3.67)Н.У. Буданов^{1*}, Т.Е. Айтбаев², Н.А. Барлыкова¹**ВЛИЯНИЕ БИООРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КОРНЕПЛОДОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА
КАЗАХСТАНА**¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
050010, г. Алматы, пр. Абая, 8, Казахстан, *e-mail: nurbol26.75@mail.ru²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства»,
050060, г. Алматы, пр. Гагарина, 238/5, Казахстан

Аннотация. В Казахстане не производятся органические овощи и картофель. В этой связи, очень важное значение имеет разработка органических агротехнологий. В органическом производстве нельзя использовать минеральные удобрения. Здесь возникают сложности по сохранению и повышению плодородия почвы, обеспечению овощных растений всеми необходимыми элементами питания. Поэтому возрастает роль органических удобрений и биологических стимуляторов жизнедеятельности почвы и растений. Органические удобрения являются важным фактором сохранения и воспроизводства плодородия почвы, повышения урожайности и улучшения качества, включая экологическую чистоту продукции картофеля и овощных культур. На темно-каштановой почве предгорной зоны юго-востока Казахстана изучено влияние местных органических удобрений, нового биоорганического удобрения Baraebong Organic Fertilizer (Республика Корея) и биопрепаратов на содержание подвижных форм элементов питания в почве и урожайность картофеля и овощных корнеплодов (морковь, свекла). В исследованиях использованы методики по агрохимическим исследованиям, опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве, полевого опыта в овощеводстве и по органическому земледелию. Установлено положительное воздействие разных видов биоорганических удобрений на содержание подвижных форм азота, фосфора и калия. Урожайность картофеля от внесения в почву биоорганических удобрений повысилась на 17,4-87,5 %, моркови - на 12,8-38,3 %, столовой свеклы - на 14,0-46,2 %. Биоорганические удобрения не оказывали отрицательного влияния на качество продукции по содержанию нитратов. Уровень нитратов в клубнях был на уровне 65-215 мг/кг при ПДК 250 мг/кг. В выращенных с применением разных биоорганических удобрений корнеплодах моркови содержалось 47-136 мг/кг нитратов при ПДК 400 мг/кг, столовой свеклы - 132-429 мг/кг нитратов при ПДК 1400 мг/кг.

Ключевые слова: картофель, морковь, столовая свекла, почва, органические удобрения, биологические препараты, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель и овощные корнеплоды (морковь, свекла) относятся к числу наиболее востребованных населением видов продукции. По посевным площадям, валовому сбору и продовольственной значимости картофель в мире занимает 4-место после пшеницы, риса и кукурузы. Особой ценностью обладают также столовые корнеплоды, которые круглый год используются в пищу в свежем и переработанном виде.

В Казахстане картофель пользуется большим спросом у населения. Площади посадок картофеля по республике превысили 200 тыс. га, объемы производства достигли 4,0 млн т при потребности внутреннего рынка 2,7 млн т. При рекомендуемой норме 100 кг на 1 жителя Казахстану необходимо порядка 2,0 млн т продовольственного картофеля в год. На посадки 200 тыс. га требуется 0,7 млн т семенного картофеля. В целом обеспеченность картофелем в нас-

тоящее время составляет 150 %. Физиологическая норма по моркови на 1 жителя составляет 23 кг, следовательно, внутреннему рынку требуется 460 тыс. т этого корнеплода, а в целом по республике сейчас производится порядка 500 тыс. т моркови (21,37 тыс. га). При норме по столовой свекле 14 кг на человека, стране нужно производить 280 тыс. т этого корнеплода, тогда как производство столовой свеклы в настоящее время составляет около 250 тыс. т (6,86 тыс. га) [1].

Согласно статистическим данным, Казахстан практически полностью обеспечивает внутренний рынок картофеля и корнеплодами, а по некоторым существует даже перепроизводство продукции. При этом Казахстан не производит органические овощи и картофель. Между тем органическая продукция картофеля, моркови и столовой свеклы вполне может стать брендом государства. Казахстан может выступить как экспортер органической овощной и картофельной продукции. Для внутреннего рынка также важны качественные показатели и экологическая безопасность картофеля и овощей.

В Казахстане органическое производство находится на ранней стадии развития [2, 3]. В этом аспекте наши научные исследования окажут положительное влияние на развитие органического картофелеводства и овощеводства в стране. По существующим требованиям, в органическом производстве запрещается использовать минеральные удобрения. В этой связи возникают сложности по сохранению и повышению плодородия почв, обеспечению овощных растений всеми необходимыми элементами питания. Здесь на передний план выходят органические удобрения и биологические стимуляторы жизнедеятельности почвы и растений. Органические удобрения явля-

ются очень важным фактором сохранения и повышения плодородия почв, повышения урожайности и улучшения качества продукции, включая ее экологическую чистоту [4-10].

В данной научной статье представлены результаты исследований по изучению влияния местных органических удобрений и новых биоорганических удобрений на урожайность картофеля и овощных корнеплодов в условиях юго-востока Казахстана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Климат предгорной зоны юго-востока Казахстана резко континентальный, отличается очень большими суточными и годовыми колебаниями температуры воздуха, характеризуется холодной зимой и достаточно продолжительным жарким летом. Средняя температура воздуха в январе составляет минус 6-14°C при абсолютной величине минус 32-35°C. Продолжительность теплого периода колеблется в пределах 240-275 дней. Сумма положительных температур достигает 3750°C. Продолжительность безморозного периода составляет около 170 дней. Количество атмосферных осадков, в зависимости от условий года, колеблется от 350 до 600 мм [4].

Метеорологические условия вегетационного периода (апрель-сентябрь) 2022 года существенно отличались от среднемноголетних показателей (таблица 1).

Температура воздуха за вегетационный период 2022 года была, в среднем, на 4,5 °C выше, тогда как относительная влажность воздуха была, в среднем на 8,6 % ниже соответствующего среднего многолетнего показателя. Значительные различия были также по атмосферным осадкам: в 2022 г. их выпало на 75,8 мм (26,7 %) меньше по сравнению со средней многолетней нормой.

Таблица 1 - Средние многолетние метеорологические данные и данные за вегетационный период 2022 г.

Метео-показатели	Сроки (декады, годы)	Месяцы						Среднее / сумма за вегет. период
		апр.	май	июнь	июль	авг.	сент	
Температура воздуха ⁰ , С	I декада	16,63	20,4	22,0	24,8	24,4	25,2	22,2
	II декада	17,10	18,5	23,8	25,6	23,08	18,1	21,0
	III декада	15,20	19,9	26,6	28,3	20,1	19,05	21,5
	ср.месяц	16,31	19,6	24,1	26,2	22,5	20,8	21,6
	средняя многолетняя	9,20	14,5	18,8	21,5	20,9	17,6	17,1
Относительная влажность воздуха, %	I декада	49,13	64,9	56,9	46,2	46,9	29,2	48,9
	II декада	52,8	70,1	52,4	36,4	38,5	41,8	48,7
	III декада	61,73	76,8	48,4	37,7	38,1	38,2	50,2
	ср.месяц	54,6	70,6	52,6	40,1	41,16	36,4	49,3
	средняя многолетняя	66,03	61,0	55,0	49,2	52,0	57,0	57,9
Атмосферные осадки, мм	I декада	5,2	24,8	5,5	2,3	7,5	-	45,3
	II декада	6,4	47,4	19,2	-	-	-	73,0
	III декада	18,0	61,7	11,3	3,0	0,5	-	94,5
	ср. месяц	29,6	133,9	36,0	5,3	8,0	-	212,8
	средняя многолетняя	90,6	81,2	57,0	21,8	17,5	22,1	288,0

Почвы научного стационара Регионального филиала «Кайнар» ТОО «КазНИИПО» темно-каштановые и в период организации на этих почвах научного стационара по агрохимии (1981 г.) было установлено, что по гранулометрическому составу они являются среднесуглинистыми; количество частиц <0,01 мм составляет 39-44 %, а плотность сложения почвы 1,2 г/см³. Содержание гумуса в верхнем слое почвы составляло 3,0 % общего азота – 0,18-0,20 %, валового фосфора – 0,19-0,20 %, валового калия – 2,2-2,4 %, подвижного фосфора – 33-35 мг/кг, обменного калия – 340-370 мг/кг. Емкость катионного обмена составляла 18-20 мг-экв. на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора была слабощелочная (рН 7,3-7,4).

Объектами исследования являлись картофель, морковь, столовая свекла, темно-каштановая почва, биоорганические удобрения.

Схема полевого опыта включала 13 вариантов для картофеля и 11 вариантов – для моркови и столовой свеклы, в которых изучали 15 видов биоор-

ганических удобрений (таблица 2). В опыте с корнеплодами были исключены варианты с внесением навоза и птичьего помета, так как эти удобрения не рекомендуются применять при выращивании столовых корнеплодов. Площадь опытной делянки в опыте с картофелем составляла 63 м² (4,2 м x 15,0 м), в опыте с морковью и столовой свеклой – 35 м² (2,8 м x 12,5 м). Повторность опыта по всем исследованным культурам – 4-кратная.

В опыты был включен вариант с минеральными удобрениями в качестве контрольного с целью определения уровня снижения или повышения урожайности изучаемых культур при применении биоорганических удобрений.

Кроме того, в овощеводческом хозяйстве «Мария» (Карасайский район, Алматинская область) был заложен производственный опыт по оценке эффективности видов биоорганических удобрений на культуре картофеля. Опыты заложены в 2-кратной повторности, площадь опытной делянки – 0,5 га.

Таблица 2 - Схема полевого опыта

№	Варианты опыта (наименование биоорганических удобрений)	Нормы внесения удобрений
	1	2
Картофель (сорт Астана)		
1	Контроль (чистый)	без применения удобрений
2	Контроль (эталон) минеральный	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (д.в.) (основное внесение в почву)
3	Биогумус	10 т/га (внесение в почву)
4	Биогумус + БиоZZ	10 т/га (внесение в почву) + 5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
5	Навоз КРС	40 т/га (внесение в почву)
6	Птичий помет	30 т/га (внесение в почву)
7	Птичий помет + Терра Сорб фолиар	10 т/га (внесение в почву) + 3 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
8	Солома измельченная + MEGAVit	3 т/га (внесение в почву) + 5 л/га (3-кратное опрыскивание растений, с интервалом 15 дней)
9	Baraebong Organic Fertilizer	10 т/га (внесение в почву)

Продолжение таблицы №2

	1	2
10	MEGAVit	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
11	WORMic	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
12	БиоЭкоГум	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
13	Жидкое гуминовое удобрение (ЖГУ)	3 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
Морковь (сорт Алау)		
1	Контроль (чистый)	без удобрений
2	Контроль (эталон) минеральный	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ (д.в.) (основное внесение в почву)
3	StresStop + Берес-8	5 л/га (1-кратно в почву) + 0,2 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
4	БиоZZ	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
5	ULTRA Zn	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
6	MEGAVit	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
7	Жидкое гуминовое удобрение (ЖГУ)	3 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
8	Терра Сорб фолиар	3 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
9	БиоЭкоГум	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
10	Биогумус	10 т/га (внесение в почву)
11	Baraebong Organic Fertilizer	10 т/га (внесение в почву)
Столовая свекла (сорт Кызылкопыр)		
1	Контроль (чистый)	без удобрений
2	Контроль (эталон) минеральный	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ (д.в.) (основное внесение в почву)
3	БиоZZ	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
4	MEGAVit	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
5	БиоЭкоГум	5 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
6	Биогумус	10 т/га (внесение в почву)
7	StresStop + Берес-8	5 л/га (1-кратно в почву) + 0,2 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
8	Терра Сорб фолиар	3 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
9	Baraebong Organic Fertilizer	10 т/га (внесение в почву)
10	МЭРС	1 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)
11	Жидкое гуминовое удобрение (ЖГУ)	3 л/га (3-кратное опрыскивание растений в период вегетации с интервалом 15 дней)

Описания изученных в опытах видов биоорганических удобрений приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Характеристики биоорганических удобрений

Наименование биоорганических удобрений	Состав биоорганических удобрений
Биогумус	100 % органическое удобрение. Общий гумус - 29,98%, гидролизуемый азот - 288,4 мг/кг, подвижный фосфор - 748 мг/кг, подвижный калий - 8775 мг/кг, кальций - 42/1,5 мг/мг-экв., магний - 30/1,49 мг/мг-экв., С - 1,53%, рН - 7,9.
Солома (пшеница)	Азот - 0,5 %, фосфор - 0,25 %, калий - 0,8 %.
Навоз (КРС)	Азот - 0,6 %, фосфор - 0,3 %, калий - 0,7 %, кальций - 0,7 %, магний - 0,15 %.
Птичий помет	Азот - 1,5 %, фосфор - 1,8 %, калий - 1,0 %.
Baraebong Organic Fertilizer	Новое биоорганическое удобрение: 3,89 % азота, 2,57 % фосфора, 2,28 % кальция, опасные тяжелые металлы (свинец, кадмий, мышьяк) отсутствуют.
MegaVit	Содержит янтарную, щавелевую, лимонную, ортофосфорную кислоты, вытяжку из биогумуса, вытяжку из незрелых углей, наноглерод, N, P, K, B, Ca, S, обогащен хелатной формой Mg (3 г/л), B (2 г/л), Fe (2 г/л), Zn (1 г/л), Cu (1 г/л), Mn (1 г/л).
WORMic	Состав: N, P, Ca, S, Zn, Cu, Mn, воду Zam-Zam, фитогормоны, аминокислоты, фульваты, гиббереллины, ауксины, пептиды, гумины, почвенные бактерициды.
БиоЭкоГум	N - 189 мг/мл, P - 31 мг/мл, K - 310 мг/мл, общий углерод - 1,2 г/л, гуминовые кислоты - 2,1 г/л, фульвокислоты - 0,28 г/л, Cu - 0,14 мг/мл, Zn - 135,2 мг/мл, Mn - 170,4 мг/мл, Mo - 748,5 мг/мл, Fe - 11,2 мг/мл, B - 4,4 мг/мл.
Жидкое гуминовое удобрение	Содержит все компоненты биогумуса в растворенном состоянии: гуминовые кислоты, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы в виде биодоступных органических соединений; массовая доля питательных элементов (на 100 г абсолютно-сухого вещества): N - 1500 мг, P - 1600 мг, K - 2500 мг.
Терра Сорб фолиар	Органическое вещество (14,8 %), свободные, аминокислоты (9,3 %), общий азот (2,1 %), органический азот (2,1 %), бор (0,02 %), марганец (0,07 %), цинк (0,04 %).

Исследования проведены по классическим и новым методикам: методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [11]); методика агрохимических исследований [12]; методика полевого опыта в овощеводстве [13] (Литвинов С.С., 2011); методические рекомендации «Переход от традиционного к биоорганическому земледелию в Республике Беларусь» [14].

Статистическая обработка данных по урожайности культур проведена по Б.А. Доспехову [15]. Картофель убирали в 3-декаде сентября, учет урожая клубней проведен в 4-кратной повторности. Столовые корнеплоды (морковь, свекла) убирали во 2-декаде октября в фазу технической спелости, учет урожая корнеплодов проведен в 4-кратной повторности.

Почвенные образцы отбирались в июле 2022 г. в 2-кратной повторности, анализы на содержание в почве гумуса и элементов питания (азот, фосфор, калий) проводились в аккредитованной лаборатории ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова».

В опытах с удобрениями возделывались картофель сорта Астана, морковь сорта Алау и свекла столовая сорта Кызылкочыр.

Научные исследования проведены на стационаре Регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства» в рамках проекта «Органическое производство картофеля и столовых корнеплодов (морковь, свекла) на основе использования адаптивно-экологических сортов и биологизации агротехнологии культур в условиях юго-востока Казахстана» (2021-2023 гг.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При ведении органического овощеводства особо важное значение имеет плодородие почвы. По сути, органическое производство начинается с почвы. Незагрязненные опасными токсическими остатками пестицидов и химических удобрений почвы являются основой для органического сельского хозяйства. Почвы, имеющие лучшие агрохимические показатели, высокое содержание питательных веществ, способны обеспечивать растения необходимыми элементами питания. Если почвы будут иметь изначально повышенную и высокую степень обеспеченности элементами питания, то можно существенно снизить нормы вносимых органических удобрений [3].

Результаты почвенных исследований показали, что применение биоорганических удобрений оказывает положи-

тельное влияние на содержание в почве элементов питания.

В формировании почвенного плодородия ведущая роль принадлежит гумусу, содержание, запасы и состав которого определяют основные агрономические свойства и продуктивность почвы. Основная оценка почв проводится по содержанию гумуса, мощности гумусового горизонта. Поэтому определялось содержание гумуса (метод Тюрина) в почвах опытных участков. По данным анализов, почвы содержали до 2,17 % гумуса.

На неудобренном контрольном варианте содержание подвижных форм элементов питания в пахотном слое почвы (0-25 см) было следующим: легкогидролизруемый азот - 47,6 мг/кг, подвижный фосфор - 36 мг/кг, обменный калий - 270 мг/кг. На варианте опыта с минеральными удобрениями, которые применялись в нормах $N_{150}P_{90}K_{120}$ для сравнения с биоорганическими удобрениями, в почве содержалось 50,5 мг/кг легкогидролизруемого азота, 38 мг/кг подвижного фосфора и 320 мг/кг обменного калия.

Более высокое содержание элементов питания в корнеобитаемом слое почвы (0-30 см) отмечалось при внесении птичьего помета (30 т/га), полупрепавшего навоза КРС (40 т/га) и биогумуса (10 т/га). На этих вариантах содержание легкогидролизруемого азота в почве составляло 60,4; 64,4 и 67,6 мг/кг, подвижного фосфора - 64; 134 и 124 мг/кг, обменного калия - 300; 470 и 520 мг/кг соответственно. При внесении в почву органического удобрения Baraebong Organic Fertilizer (10 т/га) содержание легкогидролизруемого азота составило 57,6 мг/кг, подвижного фосфора - 58 мг/кг, обменного калия 300 мг/кг.

Таблица 4 - Влияние биоорганических удобрений на содержание элементов питания в почве

Варианты опыта	Подвижные формы элементов питания, мг/кг		
	азот	фосфор	калий
Контроль (без удобрений)	47,6	36	270
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (эталон)	50,4	38	320
Солома, 3 т/га + MegaVit, 5 л/га (3-кр.)	53,2	28	260
Птичий помет, 30 т/га	60,4	64	300
Baraebong Organic Fertilizer, 10 т/га	57,6	58	300
Навоз КРС (полуперепревший), 40 т/га	64,4	134	470
Биогумус, 10 т/га	67,6	124	520

Следует отметить, что многие органические удобрения имеют пролонгированное действие и оказывают влияние на содержание элементов питания растений в почве в течение 3-4 лет. Тем не менее, начиная с первого года внесения биоорганические удобрения показывают достаточно хороший эффект, что проявляется в улучшении условий питания растений и повышении урожайности культур. Следует отметить, что ранее (70-80-годы прошлого столетия) на агрохимическом стационаре Казахского НИИ картофелеводства и овощеводства (ныне Региональный филиал «Кайнар») в течение длительного времени были проведены научно-исследовательские работы по изучению эффективности разных видов и норм фосфорсодержащих удобрений. Поэтому влияние ранее внесенных в почву фосфорных удобрений сохранилось. Так, при исходном уровне (1981 г.) подвижного фосфора 35 мг/кг на ряде вариантов опыта фосфора содержалось от 58 мг/кг до 134 мг/кг, то есть наблюдается последствие фосфорных удобрений. Следует отметить, что в целом, все изу-

ченные в полевом опыте с картофелем биоорганические удобрения были высокоэффективными (таблица 5).

Урожайность клубней на необо- ренном контроле была наименьшей и составила 18,4 т/га. В варианте опыта с минеральными удобрениями было получено 26,9 т/га урожая. Здесь дополнительный урожай клубней составил 8,5 т/га, (46,20 %).

Внесение в почву биогумуса в норме 10 т/га повысило урожайность картофеля до 31,7 т/га, что на 13,3 т/га (72,28 %) выше, чем в контроле. При сочетании биогумуса (10 т/га) с новым биоудобрением БиоZZ в норме 5 л/га (3-кратное опрыскивание растений) урожайность картофеля в опыте была максимальной и составила 34,5 т/га; рост урожая по сравнению с контролем составил 87,50 %. Этот эффект можно объяснить усилением питания растений картофеля, которые поглощают питательные вещества не только корневой системой из биогумуса, но и листьями из препарата БиоZZ. В данном случае эти препараты дополняют друг друга и улучшают питание растений картофеля.

Таблица 5 - Урожайность картофеля по вариантам опыта

№	Варианты опыта	Урожайность картофеля, т/га	Дополнительный урожай клубней	
			т/га	%
1	Контроль (чистый)	18,4	-	-
2	Контроль минеральный (N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₂₀)	26,9	8,5	46,20
3	Биогумус, 10 т/га	31,7	13,3	72,28
4	Биогумус, 10 т/га + БиоZZ, 5 л/га	34,5	16,1	87,50
5	Навоз КРС, 40 т/га	30,4	12,0	65,22
6	Птичий помет, 30 т/га	25,6	7,2	39,13
7	Птичий помет, 10 т/га + Терра Сорб фолиар, 3 л/га (3-кратно)	28,9	10,5	57,07
8	Солома измельченная, 3 т/га + MEGAVit, 5 л/га (3-кратно)	24,5	6,1	33,15
9	Baraebong Organic Fertilizer, 10 т/га	27,8	9,4	51,08
10	MEGAVit, 5 л/га (3-кратно)	23,0	4,6	25,00
11	WORMic, 5 л/га (3-кратно)	22,4	4,0	21,74
12	БиоЭкоГум, 3 л/га (3-кратно)	21,9	3,5	19,02
13	Жидкое гуминовое удобрение (ЖГУ), 3 л/га (3-кратно)	21,6	3,2	17,39
Р, % 1,33; НСР05, т/га 1,07				

Высоким урожаем картофеля характеризовался вариант опыта с использованием навоза КРС: 30,4 т/га, что на 65,22 % выше, чем в контроле. Достаточно высокий эффект оказал птичий помет, внесение которого в дозе 30 т/га способствовало увеличению урожайности картофеля на 7,2 т/га или на 39,13 % по сравнению с контролем. Сравнительно высокая урожайность картофеля получена при совместном применении птичьего помета (внесение в почву 10 т/га) и органического удобрения Терра Сорб фолиар (3-кратное опрыскивание в период вегетации в норме 3 л/га). В этом варианте опыта было выращено 28,9 т/га урожая, величина дополнительной продукции равнялась 10,5 т/га или 57,07 %. Существенное повышение урожайности картофеля отмечалось при применении органического удобрения Baraebong Organic Fertilizer, которое

в норме 10 т/га обеспечило получение 9,4 т/га дополнительного урожая картофеля, что составляет 51,08 % к контролю. Биоудобрение MEGAVit в норме 5 л/га (3-кратное опрыскивание) показало высокую эффективность, обеспечив получение 4,6 т/га (25,00 %) прибавки урожая. Следует выделить и жидкое гуминовое удобрение, произведенное в Республике Беларусь, которое способствовало росту урожайности картофеля на 17,39 %.

Максимальный эффект показал биогумус (72,28 %) и сочетание биогумуса с препаратом БиоZZ (87,50 %), а минимальный эффект - ЖГУ (17,39 %).

При выполнении научно-исследовательских работ важным является внедрение их результатов в производство. Поэтому проводились производственные опыты на базе овощеводческого хозяйства «Мария». Без удобрений

(контроль) урожайность клубней составила 17,5 т/га. На варианте с биогумусом получено 25,6 т/га урожая, что больше контроля на 8,1 т/га (46,29 %). На варианте с навозом получен наибольший урожай по производственному опыту - 26,8 т/га, это больше контроля на 9,3 т/га (53,14 %). На участке, где внесен птичий помет, сформировано дополнительно 6,7 т/га урожая картофеля, что выше контроля на 38,29 %. В достаточной степени эффективными были новые жидкие биоудобрения. Так, опрыскивание (3-кратно) растений картофеля в период вегетации биоудобрением MEGAVit позволило повысить урожайность на 25,14 %, BioZZ - 18,29 %,

Терра Сорб фолиар -17,14 % (таблица 6). Полевые опыты с новыми видами биоудобрений проведены впервые. Если сравнить между собой органические удобрения, то биогумус показал эффективность на уровне навоза КРС (разница - в пределах ошибки опыта). Птичий помет уступал навозу КРС и Биогумусу, в то же время от его внесения получена достаточно высокая прибавка урожая клубней (38,29 %). Среди новых видов биоудобрений выделился MEGAVit, который превосходил BioZZ и Терра Сорб фолиар.

Эффективность биоорганических удобрений была установлена и в исследованиях с овощными корнеплодами.

Таблица 6 - Урожайность картофеля в производственном опыте (КХ «Мария»)

№	Варианты опыта	Урожайность картофеля, т/га	Дополнительный урожай клубней	
			т/га	%
1	Контроль (без удобрений)	17,5	-	-
2	Биогумус, 10 т/га	25,6	8,1	46,29
3	Навоз КРС, 40 т/га	26,8	9,3	53,14
4	Птичий помет, 30 т/га	24,2	6,7	38,29
5	MEGAVit, 5 л/га (3-кратно)	21,8	4,3	24,58
6	BioZZ, 5 л/га (3-кратно)	20,7	3,2	18,29
7	Терра Сорб фолиар, 3 л/га (3-кратно)	20,5	3,0	17,14
Р, %		1,36		
НСР05, т/га		0,95		

В полевом опыте с морковью на контрольном варианте (без внесения удобрений) урожайность корнеплодов была наименьшей по опыту - 23,5 т/га (таблица 7). На варианте опыта, где в почву под морковь были внесены минеральные удобрения, получено 31,8 т/га урожая культуры, здесь дополнительный урожай составил 8,3 т/га или 35,32 %.

На варианте с Биогумусом в норме 10 т/га урожайность моркови составила 32,5 т/га, что больше контроля на 9,0 т/га или 38,30 %. Статистическое достовер-

ное увеличение урожая моркови обеспечило органическое удобрение Baraebong Organic Fertilizer (10 т/га) - 25,96. Следует отметить достаточно высокую эффективность новых видов жидких биоорганических удобрений, которые использовались для некорневого опрыскивания растений моркови в период вегетации этой культуры. Данные виды биоорганических удобрений обеспечили статистически достоверное увеличение урожая корнеплодов моркови.

В полевом опыте с культурой столовой свеклы на неудобренном контроле получено 29,2 т/га урожая корнеплодов, что значительно ниже по сравнению с урожаями удобренных вариантов (таблица 8). На варианте опыта с минеральными удобрениями урожайность столовой свеклы значительно возросла и достигла 40,3 т/га, здесь по сравнению с чистым контролем (без удобрений) дополнительно было получено 11,1 т/га или 38,02 % урожая корнеплодов.

Урожай столовой свеклы в варианте опыта с минеральными удобрениями был выше, чем в вариантах со всеми исследуемыми биоорганическими удобрениями, за исключением биогуруса. Так,

внесение в почву биогуруса обеспечило формирование 42,7 т/га корнеплодов столовой свеклы, здесь дополнительно к контролю было получено 13,5 т/га (46,24 %) урожая. Существенное увеличение урожая столовой свеклы обеспечивало внесение Baraebong Organic Fertilizer, дополнительно получено 9,4 т/га или 32,20 % продукции. Следует указать на высокую эффективность новых видов жидких биоорганических удобрений, которые в опыте использовались способом некорневого опрыскивания растений в период вегетации столовой свеклы. Они обеспечили достоверное увеличение урожая корнеплодов.

Таблица 8 - Урожайность столовой свеклы в вариантах опыта

№	Варианты опыта	Урожайность столовой свеклы, т/га	Дополнительный урожай корнеплодов	
			т/га	%
1	Контроль (чистый)	29,2	-	-
2	Контроль минеральный (N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀)	40,3	11,1	38,02
3	БиоZZ, 5 л/га (3-кратно)	37,0	7,8	26,71
4	MEGAVit, 5 л/га (3-кратно)	36,4	7,2	24,66
5	БиоЭкоГум, 3 л/га (3-кратно)	33,3	4,1	14,04
6	Биогумус, 10 т/га	42,7	13,5	46,24
7	StresStop, 5 л/га (1-кратно в почву) + Берес-8, 0,2 л/га	34,1	4,9	16,78
8	Терра Сорб фолиар, 3 л/га (3-кратно)	35,2	6,0	20,55
9	Baraebong Organic Fertilizer, 10 т/га	38,6	9,4	32,20
10	МЭРС, 1 л/га (3-кратно)	34,9	5,7	19,52
11	Жидкое гуминовое удобрение (ЖГУ), 3 л/га (3-кратно)	34,5	5,3	18,15
Р, %		1,08		
НСР ₀₅ , т/га		1,20		

Необходимо отметить тот факт, что биостимуляторы роста растений, применяемые путем опрыскивания листьев в период вегетации, заметно уступают органическим удобрениям, вносимым в почву. Биопрепараты, стимулирующие жизнедеятельность почвы и растений, не могут также полноценно

заменить минеральные удобрения. Тем не менее, биоудобрения (биостимуляторы) в определенной степени влияют на питание растений, обеспечивают их некоторым количеством макро- и микроэлементов. Биостимуляторы более эффективны при их использовании совместно с органическими удобрениями.

Все это нужно учитывать при разработке системы удобрения картофеля и овощных культур, особенно в органическом земледелии.

При выращивании овощей важное значение имеет их качество, это особенно важно в органическом производстве. Среди качественных показателей овощей особое внимание уделяется содержанию в них нитратов. Избыточное накопление нитратов в продукции остается острой экологической проблемой овощеводства. На долю картофельной и овощебахчевой продукции приходится до 80 % от суточной нормы нитратов,

поступающих в организм человека. Длительное употребление овощей с высоким содержанием нитратов может привести к отравлению человеческого организма.

Исследованиями установлено, что на уровень содержания нитратов в овощах влияют более 20 разных факторов, среди которых основными являются удобрения [16-19]. Учитывая это, нами изучено влияние видов биоорганических удобрений на накопление нитратов в картофеле, моркови и столовой свекле (таблица 9).

Таблица 9 - Содержание нитратов в картофеле, моркови и столовой свекле по вариантам опыта

№	Варианты опыта	Содержание нитратов в продукции, мг на кг сырой массы		
		морковь (ПДК-400)	свекла (ПДК-1400)	картофель (ПДК-250)
1	Контроль (без удобрений)	58	145	104
2	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	239	520	224
3	StresStop, 5 л/га (1-кратно в почву) + Берес-8, 0,2 л/га	92	163	-
4	БиоZZ, 5 л/га (3-кратно)	76	184	-
5	ULTRA Zn, 5 л/га (3-кратно)	85	-	-
6	MEGAVit, 5 л/га (3-кратно)	47	176	89
7	Жидкое гуминовое удобрение, 3 л/га (3-кратно)	64	218	103
8	Терра Сорб фолиар, 3 л/га (3-кратно)	54	147	-
9	БиоЭкоГум, 3 л/га (3-кратно)	72	132	114
10	Биогумус, 10 т/га	125	351	146
11	Baraebong Organic Fertilizer, 10 т/га	136	429	126
12	МЭРС, 1 л/га (3-кратно)	-	204	-
13	Навоз, 40 т/га	-	-	165
14	Птичий помет, 30 т/га	-	-	215
15	Птичий помет, 10 т/га + Терра Сорб фолиар, 3 л/га (3-кратно)			174
16	Солома, 3 т/га+MEGAVit, 5 л/га (3-крат.)	-	-	65
17	Биогумус, 10 т/га+БиоZZ, 5 л/га (3-крат.)			132
18	WORMic, 5 л/га (3-кратно)			70

В картофеле, выращенном без удобрений, содержалось 104 мг/кг нитратов при ПДК 250 мг/кг сырой массы. В клубнях, выращенных на фоне $N_{120}P_{90}K_{150}$, содержание нитратов увеличилось более чем в 2 раза - 224 мг/кг. Азотные удобрения повлияли на уровень нитратов в урожае культуры. При использовании биоорганических удобрений в клубнях содержалось меньше нитратов - 65-146 мг/кг. Некоторое увеличение уровня нитратов выявлено в вариантах с внесением навоза и птичьего помета, что связано с большим количеством азота, поступающего в почву (240 и 450 кг/га, соответственно) с этими органическими удобрениями, и, соответственно, усилением азотного питания растений, в результате чего в клубнях накапливалось больше нитратов. Из полученных данных можно сделать вывод о том, что изученные виды биоорганических удобрений не приводят к накоплению в клубнях картофеля нитратов в количествах, превышающих ПДК.

В опытах со столовыми корнеплодами в контрольном варианте (без удобрений) в корнеплодах моркови и столовой свеклы содержалось минимальное количество нитратов - 58 и 145 мг на кг сырой массы соответственно. На фоне минеральных удобрений содержание нитратов в моркови составило 239 мг/кг, а в столовой свекле - 520 мг/кг. На вариантах опыта, где применялись разные биоорганические удобрения, в выращенной продукции моркови содержалось 47-136 мг/кг нитратов при ПДК 400 мг на кг сырой массы, столовой свеклы - 132-429 мг/кг нитратов при ПДК 1400 мг на 1 кг сырой массы.

Хотя по всем видам биоорганических удобрений уровень нитратов не превышает ПДК, тем не менее, разница

между отдельными вариантами достигает до 2,5-4 раз.

В опытах минеральные удобрения также не вызывают накопления в картофеле и столовых корнеплодах нитратов в концентрациях выше ПДК. Это связано с тем, что они применялись в научно-обоснованных, рекомендованных институтом нормах. В то же время минеральные удобрения повышали содержание нитратов в продукции по сравнению с контролем в 4,1 раза по моркови, в 3,6 раза - по столовой свекле, в 2,2 раза - по картофелю. При применении биоорганических удобрений содержание нитратов в клубнях и корнеплодах было значительно ниже по сравнению с применением минеральных удобрений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внесение в почву биоорганических удобрений оказывает положительное влияние на содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в темно-каштановой почве.

Урожайность клубней картофеля за счет применения разных видов биоорганических удобрений увеличилась на 17,39-87,50 %, корнеплодов моркови - на 12,8-38,3 %, корнеплодов столовой свеклы - на 14,0-46,2 %.

При выращивании картофеля и столовых корнеплодов биоорганические удобрения не оказывали отрицательного влияния на качество продукции по содержанию нитратов. Уровень нитратов в картофеле был в пределах 65-215 мг/кг при ПДК 250 мг/кг, в моркови - 47-136 мг/кг (ПДК - 400 мг/кг), в столовой свекле - 132-429 мг/кг (ПДК - 1400 мг/кг). Изученные виды биоорганических удобрений и биопрепаратов (биостимуляторов) рекомендуются картофелеводческим и овощеводческим хозяйствам Казахстана для производства органической продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Официальные статистические данные от Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.stat.gov.kz>, свободный.
- 2 Григорук В.В. Органическая продукция сельского хозяйства: мировой опыт, потенциал производства, емкость рынка, эффективность: ТОО «Издательство LEM», 2014. - С. 154-166.
- 3 Григорук В.В., Климов Е.В. Развитие органического сельского хозяйства в мире и Казахстане/под общ. ред. Х.Муминджанова. - Анкара, 2016. - 152 с.
- 4 Сапаров А.С. Плодородие почвы и продуктивность культур. - Алматы, 2006. - 244 с.
- 5 Чекмарев П.А., Лукин С.В. Система удобрения в условиях биологизации земледелия// Достижения науки и техники АПК. - 2012. - №12. - С. 10-12.
- 6 Теучеж А.А. Разработка технологического регламента при подготовке к использованию навоза крупного рогатого скота в качестве органического удобрения// Матер. V междунар. науч.-эколог.конф// КубГАУ. - 2017. - С. 782-788.
- 7 Теучеж А.А. Применение птичьего помета в качестве органического удобрения// Научный журнал КубГАУ. - №128 (04). - 2017. - С. 1-3.
- 8 Свиридова Л.Л., Косильникова Т.Л. Применение различных режимов орошения и доз органо-минеральных удобрений при возделывании картофеля в условиях Северного Прикаспия// Вестник Белорусской Государственной сельскохозяйственной академии. - 2007. - № 2. - С. 72-75.
- 9 Шалагинова Л.И., Федотов И.А., Хвоина Т.Ю., Ререр А.И., Стрельцова Т.В. Действие биогумуса и торфогуминного удобрения Теллури-Био на формирование урожая корнеплодов моркови в условиях пригородной зоны Барнаула// Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофелеводства. - Барнаул, 2007. - С. 449-453.
- 10 Aitbayeva A. T. et al. Effect of biological and organic fertilizers on growth processes, productivity and quality of melon fruits under Southeastern Kazakhstan// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2022. – Т. 1043. – №. 1. – С. 012048.
- 11 Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве/ под ред. В.Ф.Белика. – М.: ВО «Агропромиздат», 1992. – 320 с.
- 12 Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. – М., 1980. – 272 с.
- 13 Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. - М., 2011. - 11 с.
- 14 Довбан К.И., Яцухно В.М., Соколов Г.А., Гракун В.В., Логвинович Д.П. Переход от традиционного к биоорганическому земледелию в Республике Беларусь (Методические рекомендации). - Litres, 2017.
- 15 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: «Колос», 1985. – 420 с.
- 16 Лихоманова Л.М. Содержание нитратов в растениях в зависимости от минерального питания и прогноз качества столовой свеклы // Почвы Западной Сибири, их мелиорация и эффективность удобрений. - Омск, 1980. - С. 58-61.
- 17 Опополь Н.И., Добрянская Е.В. Нитраты. - Кишинев, 1986. - 115 с.
- 18 Покровская С. Пути снижения содержания нитратов в овощах. - М., 1988. - 61 с.
- 19 Федотов И.А., Шалагинова Л.И., Хвоина Т.Ю., Стрельцова Т.В., Антонова О.И.

Накопление нитратов в корнеплодах моркови при внесении удобрений// Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофелеводства.

- Барнаул, 2007. - С. 271-276.

REFERENCES

1 Ofitsialnye statisticheskiye dannye ot Komiteta po statistike Ministerstva natsionalnoy ekonomiki Respubliki Kazakhstan [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <http://www.stat.gov.kz>, svobodnyj.

2 Grigoruk V.V. Organicheskaya produktsiya selskogo khozyaystva: mirovoy opyt, potentsial proizvodstva, emkost rynka, effektivnost: TOO «Izdatelstvo LEM», 2014. - S. 154-166.

3 Grigoruk V.V., Klimov Ye.V. Razvitiye organicheskogo selskogo khozyaystva v mire i Kazakhstane/pod obshch. red. Kh.Mumindzhanova. - Ankara, 2016. - 152 s.

4 Saparov A.S. Plodorodiye pochvy i produktivnost kultur. - Almaty, 2006. - 244 s.

5 Chekmarev P.A., Lukin S.V. Sistema udobreniya v usloviyakh biologizatsii zemledeliya// Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - 2012. - №12. - S. 10-12.

6 Teuchezh A.A. Razrabotka tekhnologicheskogo reglamenta pri podgotovke k ispolzovaniyu navoza krupnogo rogatogo skota v kachestve organicheskogo udobreniya// Mater. V mezhdunar. nauch.-ekolog.konf// KubGAU. - 2017. - S. 782-788.

7 Teuchezh A.A. Primeneniye ptichyego pometa v kachestve organicheskogo udobreniya. Nauchny zhurnal KubGAU. - №128 (04). - 2017. - S. 1-3.

8 Sviridova L.L., Kosulnikova T.L. Primeneniye razlichnykh rezhimov orosheniya i doz organo-mineralnykh udobreniy pri vozdeystvovanii kartofelya v usloviyakh Severnogo Prikaspiya// Vestnik Belorusskoy Gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. - 2007. - № 2. - S. 72-75.

9 Shalaginova L.I., Fedotov I.A., Khvoina T.Yu., Reger A.I., Streltsova T.V. Deystviye biogumusa i torfогuminnogo udobreniya Telluro-Bio na formirovaniye urozhaya korneplodov morkovi v usloviyakh prigorodnoy zony Barnaula// Sovremennoye sostoyaniya i perspektivy razvitiya ovoshchevodstva i kartofelevodstva. - Barnaul, 2007. - S. 449-453.

10 Aitbayeva A.T., Zorzhanov B.D., Kossanov S.U., Koshmagambetova M.Zh., Balgabayeva R.K. Effect of biological and organic fertilizers on growth processes, productivity and quality of melon fruits under Southeastern Kazakhstan// «IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES)». - 1043 (2022) 012048. P: 1-10.

11 Metodika opytnogo dela v ovoshchevodstve i bakhchevodstve/ pod red. V.F.Belika. - M.: VO «Agropromizdat», 1992. - 320 s.

12 Yudin F.A. Metodika agrokhimicheskikh issledovaniy. - M.: «Kolos», 1980. - 272 s.

13 Litvinov S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve. - M., 2011.

14 Dovban K.I., Yatsukhno V.M., Sokolov G.A., Grakun V.V., Logvinovich D.P. Perekhod ot traditsionnogo k bioorganicheskomu zemledeliyu v Respublike Belarus (Metodicheskiye rekomendatsii). - Litres, 2017.

15 Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. - M.: «Kolos», 1985. - 420 s.

16 Likhomanova L.M. Soderzhaniye nitratov v rasteniyakh v zavisimosti ot mineralnogo pitaniya i prognoz kachestva stolovoy svekly// Pochvy Zapadnoy Sibiri, ikh melioratsiya i effektivnost udobreniy. - Omsk, 1980. - S. 58-61.

17 Opopol N.I., Dobryanskaya Ye.V. Nitraty. - Kishinev, 1986. - 115 s.

18 Pokrovskaya S.F. Puti snizheniya sodержaniya nitratov v ovoshchakh.
- М., 1988. - 61 с.

19 Fedotov I.A., Shalaginova L.I., Khvoina T.Yu., Streltsova T.V., Antonova O.I. Nakopleniye nitratov v korneplodakh morkovi pri vnesenii udobreny// Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya ovoshchevodstva i kartofelevodstva. - Barnaul, 2007. - S. 271-276.

ТҮЙІН

Н.У. Буданов¹, Т.Е. Айтбаев², Н.А. Барлыкова¹

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА БИООРГАНИКАЛЫҚ
ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ КАРТОП ЖӘНЕ КӨКӨНІСТІК ТАМЫРЖЕМІСТІЛЕРДІҢ
ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,
050010, Алматы қ., Абай даңғылы, 8; Қазақстан,
*e-mail: nurbol26.75@mail.ru,

²Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты,
050060, Алматы қ., Гагарин даңғылы, 238/5, Қазақстан

Қазақстанда органикалық көкөністер және картоп өндірілмейді. Осыған байланысты органикалық агротехнологияларды әзірлеу өте маңызды. Органикалық өндірісте минералдық тыңайтқыштарды қолдануға болмайды. Мұнда топырақ құнарлылығын сақтау және арттыру, көкөніс өсімдіктерін барлық қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ету күрделі болады. Осы себепті органикалық тыңайтқыштар мен топырақтардың және өсімдіктердің қызметін белсенді ететін биологиялық препараттардың рөлі артады. Органикалық тыңайтқыштар топырақтың құнарлылығын сақтауда және көтеруде, картоп және көкөністердің өнімділігін арттыру және сапасын арттыру, оның ішінде өнімнің экологиялық сапасын жақсартуда аса маңызды фактор болып табылады. Қазақстанның оңтүстік-шығысының тау бөктерінің жағдайында жергілікті органикалық тыңайтқыштардың, жаңа Baraebong Organic Fertilizer (Корея Республикасы) биоорганикалық тыңайтқыштың және биопрепараттардың топырақтың қоректік түзіміне және картоп пен көкөністік тамыржемістілердің (сәбіз, қызылша) өнімділігі зерттелді. Ғылыми зерттеулер «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС қарасты «Қайнар» аумақтық филиалының тәжірибе стационарында жүргізілді. Зерттеулерде агрохимиялық зерттеулер әдістемесі, көкөніс және бақша шаруашылығындағы танаптық тәжірибе әдістемесі, көкөніс шаруашылығындағы танаптық тәжірибе әдістемесі және «Беларусь Республикасында дәстүрлі егіншіліктен биоорганикалық егіншілікке ауысу» әдістемелік ұсынымдары қолданылды. Биоорганикалық тыңайтқыштардың әртүрлі түрлерінің топырақтың қоректік түзіміне оң әсері анықталды: онда азоттың, фосфордың және калийдың жылжымалы қоры артты. Биоорганикалық тыңайтқыштарды топыраққа енгізгенде картоптың өнімділігі 17,4-87,5 %, сәбіздің өнімділігі 12,8-38,3 %, асханалық қызылша өнімділігі 14,0-46,2 % артты. Биоорганикалық тыңайтқыштар өнімнің сапасына нитрат бойынша теріс әсер еткен жоқ. Түйнектердегі нитраттардың мөлшері 65-215 мг/кг аралығында болды, ал олардың рұқсат етілген шекті деңгейі 250 мг/кг құрайды. Биоорганикалық тыңайтқыштармен өсірілген сәбіз тамыржемістерінде 47-136 мг/кг нитраттар жинақталды (шекте деңгейі - 400 мг/кг), қызылша тамыржемістерінде 132-429 мг/кг нитраттар жинақталды (шекте деңгейі - 1400 мг/кг).

Түйінді сөздер: картоп, сәбіз, асханалық қызылша, топырақ, органикалық тыңайтқыштар, биологиялық препараттар, өнімділік.

SUMMARY

N.U. Budanov¹, T.E. Aitbayev², N.A. Barlykova¹

THE EFFECT OF BIO-ORGANIC FERTILIZERS

THE PRODUCTIVITY OF POTATOES AND VEGETABLE ROOT CROPS

IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN

¹*Kazakh National Agrarian Research University, 050010, Almaty, Abai Ave., 8,**Kazakhstan, *e-mail:nurbol26.75@mail.ru*²*Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute,**050060, Almaty, Gagarin Ave., 238/5, Kazakhstan*

Organic vegetables and potatoes are not produced in Kazakhstan. In this regard, the development of organic agricultural technologies is very important. Mineral fertilizers cannot be used in organic production. There are difficulties in preserving and increasing soil fertility, providing vegetables with all the necessary elements of nutrition. Therefore, the role of organic fertilizers and biological stimulators increases in soil and plant formation. Organic fertilizers are an important factor in preserving and increasing soil fertility, increasing yields, and improving quality, including the ecological purity of products, potatoes, and vegetables. The influence of local organic fertilizers, a new bio-organic fertilizer Baraebong Organic Fertilizer (Republic of Korea), and biological products on the nutritional regime of the soil and the productivity of potatoes and root crops (carrots and beets) was studied on the dark chestnut soil of the foothill zone of the south-east of Kazakhstan. Scientific research was carried out at the experimental station of the Regional branch "Kainar" LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Fruit and Vegetable Growing". The research uses "The Methodology of Agrochemical Research", "The Methodology of Experimental Work in Vegetable Growing and Melon Growing", "The Methodology of Field Experience in Vegetable Growing", and the methodological recommendations "Transition from Traditional to Bio-organic Farming in the Republic of Belarus". The positive effect of different types of bioorganic fertilizers on the nutritional regime of the soil was established such as the content of mobile forms of nitrogen, phosphorus, and potassium increased in it. The yield of potatoes from the introduction of bio-organic fertilizers into the soil increased by 17.4-87.5 %, carrots by 12.8-38.3 %, and beets by 14.0-46.2 %. Bio-organic fertilizers did not adversely affect the quality of potatoes in terms of nitrate content. The level of nitrates in tubers was at the level of 65-215 mg/kg with a MPC of 250 mg/kg. Carrots grown with the use of various bio-organic fertilizers contained 47-136 mg/kg of nitrates at MPC 400 mg/kg, and beet contained 132-429 mg/kg of nitrates at MPC 1400 mg/kg.

Key words: potatoes, carrots, beets, soil, organic fertilizers, biological preparations, productivity.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Буданов Нурбол Уалиевич - докторант НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», e-mail: nurbol26.75@mail.ru.

2 Айтбаев Темиржан Еркасович - председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоощеводства», доктор сельскохозяйственных наук, доцент, академик Национальной академии наук Республики Казахстан, e-mail: aitbayev.t@mail.ru.

3 Барлыкова Нурлыхан - старший преподаватель кафедры «Агрономия», магистр сельскохозяйственных наук, e-mail: nurmereke@mail.ru

ГРНТИ 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.3.84](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.3.84)

**Р.Х. Рамазанова^{1*}, С.И. Танирбергенов¹, М.Н. Пошанов¹, А.И. Сулейменова¹,
А.К. Абай¹, С.Н. Дуйсеков¹**

**СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В СЕРОЗЕМАХ СВЕТЛЫХ И РАЗМЕРЫ
ЭМИССИИ АЗОТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ**

*¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,
e-mail: raushasoil88@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению влияния биоорганических удобрений при возделывании озимой пшеницы, сахарной свёклы и сои на орошаемых светлых сероземах юго-востока Казахстана на содержание минеральных форм азота и размеры эмиссии N_2O из почвы. При проведении листовых обработок растений возделываемых культур минеральными и биоорганическими удобрениями улучшает азотный режим сероземов светлых. Основными источниками питания являются азот легкогидролизуемый и нитратный (более 80 %). Доля аммонийных форм в питании растений незначительна. Проведен учет размеров выбросов закиси азота в начале эксперимента и после первой обработки по листу. Под посевами озимой пшеницы исходная концентрация закиси азота составила 440,3 мкг/м³, в поле, подготовленном под посев 2023 года сахарной свеклы и сои - 373,7 и 557,7 мкг/м³. После первой обработки в вегетацию по листу в среднем по вариантам опыта на посевах озимой пшеницы этот показатель был равным 679 мкг/м³; сахарной свёклы – 576,8 мкг/м³; сои – 637,2 мкг/м³. То есть в агроценозах под озимой пшеницей выбросы N_2O больше, в сравнении с пропашными культурами – сахарной свёклой и соей.

Ключевые слова: озимая пшеница, сахарная свекла, соя, биоорганические удобрения, аминокислоты, минеральный азот почвы, эмиссия азота.

ВВЕДЕНИЕ

Юго-восток Казахстана является традиционно сельскохозяйственным регионом, поставляющим разнообразную продукцию от зерна и кормов до овощей и фруктов. Устойчивое производство высоких урожаев с/х культур хорошего качества сдерживает ряд факторов, в том числе невысокий уровень естественного плодородия почв, на которых сосредоточено сельскохозяйственное производство. Решение этой проблемы возможно путем применения удобрений, в частности азотных, поскольку азот является основным элементом, определяющим продуктивность сельскохозяйственных культур [1].

Но применение азотных удобрений сопряжено с рядом проблем, одной из которых является негативное воздействие на компоненты окружающей среды. При систематическом внесении

азотных удобрений в повышенных дозах в почве могут накапливаться нитраты в значительных количествах, отрицательно влияя на почвенную биоту, на урожай и его качество; мигрируя в грунтовые воды, они могут повышать концентрацию солей, вызывать эвтрофикацию водоемов и др. [2, 3].

В последние годы к этим проблемам добавилась проблема усиления выбросов парникового газа за счет побочного продукта нитрификации и денитрификации – закиси азота (N_2O), «поставщиком» которого является сельское хозяйство. Эмиссия N_2O зависит от многих факторов (тип почвы, вид ценоза, климат, перепад максимальных и минимальных температур, микробиологические процессы, технологии возделывания и др.) [4, 5]. Необходимость оценки эмиссии парниковых газов из сельскохозяйственных почв связана с важней-

шей ролью, которую играют почвы в образовании этих газов. По разным оценкам от 25 % до 60 % парниковых газов имеют почвенное происхождение, что важно при рассмотрении ключевой позиции почвенного покрова в биосферном круговороте этих газов [6-9].

Азот минеральных удобрений легко включается в биогеохимический цикл азота почвы, в том числе в процессы нитрификации и денитрификации, увеличивая вклад в эмиссию выбросов N_2O в атмосферу [10-16]. К примеру, для формирования урожая зерна в 10 т/га с соответствующим количеством побочной продукции потребность в азоте (с учетом Кисп до 60 %) 350–400 кг/га азота. Такое количество добавленного в почву усвояемого растениями и микроорганизмами азота вызовет эмиссию в атмосферу не менее 4–5 кг $N-N_2O$ /га [17, 18].

По оценкам ФАО мировая эмиссия N_2O из почв от применения азотных удобрений увеличилась с 1682 тыс. т в 2000 г. до 2272 тыс. т в 2017 г., т. е. на 35 % за 17 лет [19]. В связи с вышеизложенными данными, в последние годы многие фермеры заменяют азотные туки различными удобрениями органического и биологического происхождения, в том числе с включением аминокислот, которые обладают рядом свойств, оказывающими влияние на продуктивность культур. Обработка культур органическими кислотами и аминокислотами влияет на повышение устойчивости растений к стрессовым факторам - температурный, водный, световой, солевой, почвенный, пестицидный и др. [20]. Аминокислоты участвуют в процессах формирования фертильности пыльцы и образования завязи плодов [21], увеличивают способность усвоения элементов питания [22] и устойчивость к вредителям и болезням [23, 24]. Использование таких удобрений может дополнять традиционные схемы минерально-

го питания с максимальным эффектом. Но то, как такого рода удобрения влияют на выбросы закиси азота (N_2O) из почвы, остается неясным, особенно учитывая их связь с обилием микроорганизмов, участвующих в азотном цикле [25].

В соответствии с принятым 26.03.2009 года Законом РК «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата» о не превышении и сокращении выбросов парниковых газов важным аспектом является оценка степени кумуляции закиси азота и эмиссии газа из почв при возделывании сельскохозяйственных культур и применении удобрений [26].

Данная проблема в Казахстане практически не изучена. Имеются отдельные исследования по изучению динамики парниковых газов для пахотных угодий, оценке эмиссии закиси азота из темно-каштановых почв в 4-польных севооборотах [27, 28]. Не изученными остаются вопросы, связанные с исследованием активности продуцирования закиси азота почвой в зависимости от культуры и вида применяемых удобрений.

Целью наших исследований является изучение эффективности биоорганических удобрений при возделывании озимой пшеницы, сахарной свёклы и сои на орошаемых светлых сероземах юго-востока Казахстана и оценка размеров эмиссии закиси азота из почвы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые опыты заложены на полях Крестьянского хозяйства «Қайнар Коксу» Коксуского района Жетысуской области в условиях орошаемых светлых сероземов на сельскохозяйственных культурах: озимая пшеница (44°88'34.9398"N 78°11'64.4999"E), соя (44°8'70.15996"N 78°18'76.7999"E) и сахарная свёкла (44°8'55.26197"N 78°17'80.2303"E) (рисунок 1).

Климат района проведения исследований континентальный. Средние температуры января от -9 до -7°C (самый холодный месяц), июля $22-24^{\circ}\text{C}$ (самый жаркий месяц). В некоторых точках температура воздуха зимой может снижаться до -35°C . Годовое коли-

чество атмосферных осадков в равнинной местности составляет 150-250 мм, в горных районах 400-550 мм. При возделывании культур в условиях наших опытов влагообеспеченность не является лимитирующим фактором.

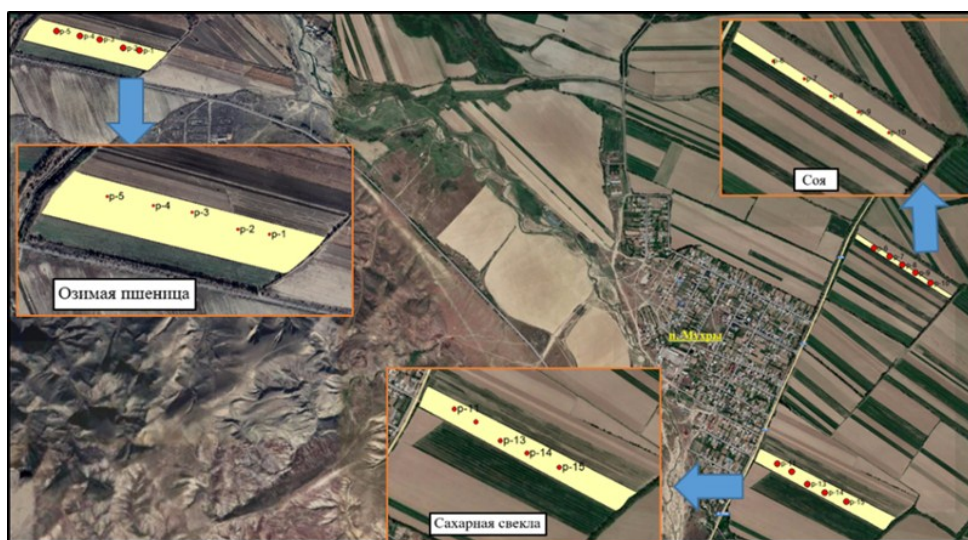


Рисунок 1 – Схема расположения опытных участков

Объекты исследований - сорта сельскохозяйственных культур, районированные в регионе: озимая пшеница, сорт Безостая 100 (оригинатор - Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко НПО Кубань Зерно, РФ), сахарная свёкла, сорт VIORICA KWS (оригинатор - KWS SAAT SE, Германия), соя, сорт Жансая (оригинатор - Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства).

В качестве азотных и биоорганических удобрений в опытах применяли аммиачную селитру (34,5% N), *Ruterr A* - жидкое органоминеральное удобрение, обогащенное хелатами и комплексом аминокислот растительного происхождения (N общий 5,65 %; P_2O_5 5,0 %; K_2O 3,5 %; Fe, Mn, Mo Zn $\leq 0,05$ %; свободные аминокислоты 7,0 %); *Амино turbo* - универсальный биостимулятор нового поколения на основе высоко-насыщенного сбалансированного комплекса ами-

нокислот (N органический 12,8 %, C органический 39 %, аминокислоты общие 85 %, аминокислоты свободные 80 %); *Геогумат* - гуминовое, органоминеральное удобрение с микроэлементами (N 1,2 %, P_2O_5 0,55 %; K_2O 6,5 %; S 2.1 %, Mg, Fe, Si Ca, гуминовая кислота 34 %, фульво-и др. органические кислоты 2 5 %).

Некорневая подкормка азотными и органоминеральными удобрениями проводилась по этапам органогенеза, ответственным за формирование урожая хорошего качества: озимая пшеница и соя - III и IV+V этапах, сахарная свекла - образование 4-6 листьев и 8 листьев на фоне внесения расчетных доз фосфорных удобрений и без них.

Площадь учетных делянок для пропашных культур - 150 м², для пшеницы - 96 м².

Методы исследований. Анализ почвы включал определение вещественного состава: содержание органиче-

ского вещества [ГОСТ 26213-91], определение гумуса по Тюрину; содержание легкогидролизуемого азота по Тюрину и Кононовой; содержание аммиачного азота методом Нesslerа, нитратного азота потенциометрически, путем измерения активности нитрат-ионов ион-селективным электродом, содержание подвижных форм фосфора и калия [ГОСТ 46-42-76 1.7.104. Определение P_2O_5 и K_2O по Мачигину (ЦИНАО)]. Учет эмиссии закиси азота – отбор газа методом закрытых камер по методике Н.П. Бучкиной [29] с дальнейшим определением на газовом хроматографе

Trace 1310 с тройным квадрупольным масс-спектрометрическим детектором TSQ 8000 EVO.

Статистический анализ результатов проведен по общепринятой методике [30] и в Excel 2010 (Майкрософт).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Перед закладкой полевого опыта было проведено агрохимическое обследование почв для определения их обеспеченности гумусом и подвижными формами элементов питания, на основании которых были составлены картограммы (рисунок 2).

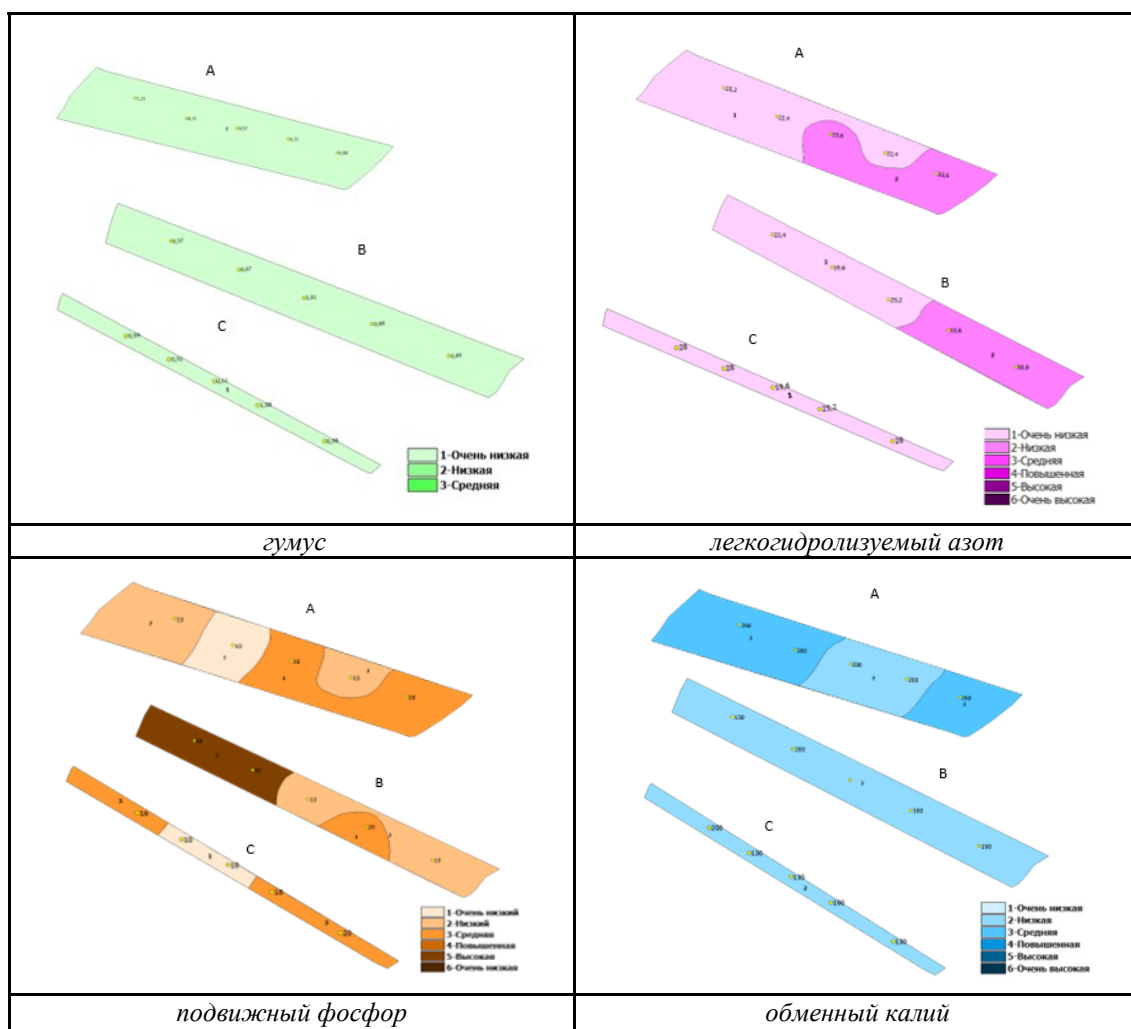


Рисунок 2 – Картограммы содержания гумуса и подвижных форм NPK в почве:

А – озимая пшеница, В – сахарная свёкла, С – соя

Как видно из данных картограмм содержание гумуса и подвижных форм элементов питания очень низкое. В получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур лимитирующим фактором выступает питательный режим почв по азоту и фосфору. В этих условиях необходимым и обязательным является внесение расчетных норм удобрений: для создания оптимального фона по фосфору и калию и применение азотных, органоминеральных, биологических удобрений в течение вегетации. При таком уровне обеспеченности почв элементами питания планировать вы-

сокие урожаи не целесообразно, этот уровень необходимо доводить до оптимального постепенно.

Анализ почвы на содержание минеральных форм азота в начальный период вегетации сельскохозяйственных культур показал, что обработка растений озимой пшеницы удобрениями в фазе кущения после возобновления весенней вегетации положительно повлияла на этот показатель - на контроле его содержание составило 47,1 мг/кг, на удобренных вариантах оно увеличилось до 16,5-21,8 мг/кг (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание форм минерального азота в сероземах светлых в зависимости от применения удобрений, мг/кг

№ п/п	Варианты	Н.л.г.	N-NO ₃	N-NH ₄	N мин, Σ
Озимая пшеница, посев 2022 г.					
1	Контроль – без удобрений	26,1	18,8	2,2	47,1
2	РК расчетная доза	28,0	16,8	1,7	46,5
3	N ₃₀ - III э/о и IV-V э/о	33,6	25,5	9,1	68,2
4	Амино turbo - III э/о и IV-V э/о	33,7	23,3	6,6	63,6
5	Ruterr A - III э/о и IV-V э/о	34,5	20,4	6,5	61,4
6	Геогумат - III э/о и IV-V э/о	34,5	25,3	9,1	68,9
Сахарная свекла, посев 2023 г.					
1	Контроль – без удобрений	27,1	27,3	17,8	72,2
2	N ₃₀ 4-6 листьев и 8 листьев	33,6	31,8	7,0	72,4
3	Амино turbo 4-6 листьев и 8 листьев	26,1	25,6	2,5	54,2
4	Ruterr A 4-6 листьев и 8 листьев	30,8	25,7	2,5	59
5	Геогумат 4-6 листьев и 8 листьев	29,9	22,7	3,1	55,7
6	РК расчетная доза	20,5	13,3	2,5	36,3
7	РК расчетная доза + N ₃₀ 4-6 листьев и 8 листьев	22,4	14,1	5,4	41,9
8	РК расчетная доза + Амино turbo 4-6 листьев и 8 листьев	22,4	14,3	2,0	38,7
9	РК расчетная доза + Ruterr A 4-6 листьев и 8 листьев	19,6	16,9	1,9	38,4
10	РК расчетная доза + Геогумат 4-6 листьев и 8 листьев	25,2	14,9	2,4	42,5
Соя, посев 2023 г.					
1	Контроль без удобрений	24,1	17,4	2,3	43,8
2	N ₃₀ III э/о и IV-V э/о	34,5	15,9	2,2	52,6
3	Амино turbo III э/о и IV-V э/о	33,6	18,3	2	53,9
4	Ruterr A III э/о и IV-V э/о	33,6	18,8	1,4	53,8
5	Геогумат III э/о и IV-V э/о	26,1	17,7	2,5	46,3

Продолжение таблицы № 1

6	РК расчетная доза	28,9	3,9	2,0	34,8
7	РК расчетная доза + N ₃₀ III э/о и IV-V э/о	25,2	5,2	2,8	33,2
8	РК расчетная доза + Амино turbo III э/о и IV-V э/о	25,2	3,9	1,7	30,8
9	РК расчетная доза + Ruterr A III э/о и IV-V э/о	22,4	13,9	1,9	38,2
10	РК расчетная доза + Геогумат III э/о и IV-V э/о	20,5	13,8	3,3	37,6

В этот период из биоудобрений Геогумат сработал на одном уровне с внесением N₃₀ по листу – 68,9 и 68,2 мг/кг соответственно. Среди форм азота на долю легкогидролизуемого приходится 49-60 % и нитратного 33-40 %, доля аммиачной формы азота в азотном питании озимой пшеницы составляет не более 13 %.

В посевах сахарной свеклы содержание подвижных форм азота после первой обработки растений определенной закономерности выявлено не было и на контроле оно составило 72,2 мг/кг, на фоне расчетной дозы фосфора его содержание было в 2 раза ниже – 36,3 мг/кг. В целом, на вариантах с листовой обработкой на фоне без удобрений содержание минерального азота было на уровне 54,2-72,4 мг/кг с максимальным значением на варианте с внесением N₃₀ по листу – 72,4 мг/кг. На удобренном фосфором фоне из изучаемых удобрений лучше сработал Геогумат – 42,5 мг/кг. При этом на контроле соотношение доли легкогидролизуемого и нитратного форм азота было практически равно 1:1, на фоне фосфорных удобрений превалировал азот легкогидролизуемый – 51-59 %.

Фосфорные удобрения, внесенные перед посевом и азотные и органоминеральные, биоудобрения, внесенные в первую подкормку в соответствии со схемой опыта, оказали влияние на содержание элементов питания в почве под посевом сои. Как и в опытах с сахар-

ной свеклой, содержание минеральных форм азота выше на контроле – 43,8 мг/кг, на фоне с фосфором – 34,8 мг/кг. Внесение удобрений по листу на фоне фосфора, по-видимому, способствовало большему развитию корневой системы сахарной свеклы и сои и, соответственно, усилению степени поглощения минерального азота. При этом в посевах сои на контроле сумма форм азота была практически одинаковой по вариантам опыта. На фоне внесения фосфора увеличение количества минерального азота отмечено на вариантах с обработкой по листу Ruterr A и Геогуматом – 38,2 и 37,6 мг/кг соответственно.

В целом, удобрения улучшают азотный режим питания сероземов светлых в посевах возделываемых культур. Основными источниками питания являются азот легкогидролизуемый и нитратный. Аммонийные формы азота практически отсутствуют и применение удобрений не влияет на их динамику.

По данным Novoa, R. et al. такие факторы, как тип культуры, биохимическое качество остатков, управление сельским хозяйством, климат и время года, свойства почвы и влажность почвы, играют значительную роль в скорости выброса закиси азота [31].

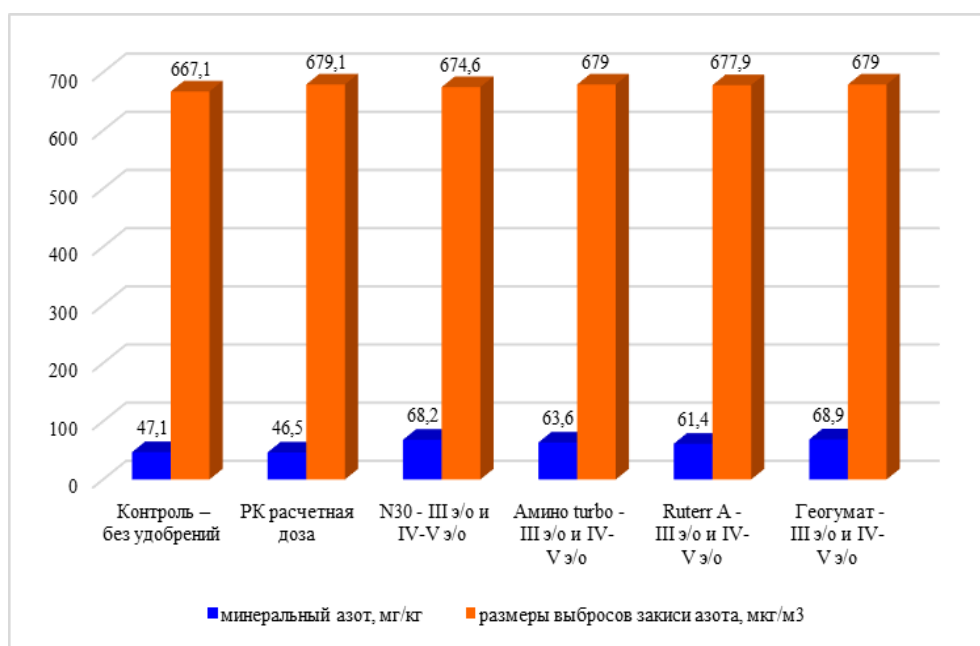
В начале эксперимента нами была проведена оценка по размерам эмиссии азота из сероземных почв опытных участков. Под посевами озимой пшеницы в фазе всходов после осеннего внесе-

ния удобрений исходная концентрация закиси азота составила 440,3 мкг/м³, в поле, подготовленном под посев 2023 года сахарной свеклы и сои этот показатель составил 373,7 и 557,7 мкг/м³. При этом следует отметить, что предшественником сахарной свеклы была озимая пшеница по обороту пласта люцерны. Предшественником сои – необрабатываемая 3-4 года пашня. Это повлияло на размеры эмиссии.

Учет размеров выбросов закиси азота после первой обработки по листу показал, что в среднем по вариантам опыта на посевах озимой пшеницы этот показатель был равным 679 мкг/м³; сахарной свёклы – 576,8 мкг/м³; сои –

637,2 мкг/м³ (рисунки 3-5). То есть в агроценозах под озимой пшеницы выбросы N₂O больше, в сравнении с пропашными культурами – сахарной свёклой и соей, как и в показаниях исходных определений. В начале вегетации культуры по величине выбросов N₂O в атмосферу можно расположить в ряд: озимая пшеница > соя > сахарная свёкла.

Размеры эмиссии азота под посевами озимой пшеницы в зависимости от листовых обработок удобрениями были практически на одном уровне – 675,6-679,0 мкг/м³, при этом меньшие показатели были на варианте с обработкой мочевиной – 674,6 мкг/м³ (рисунок 3).

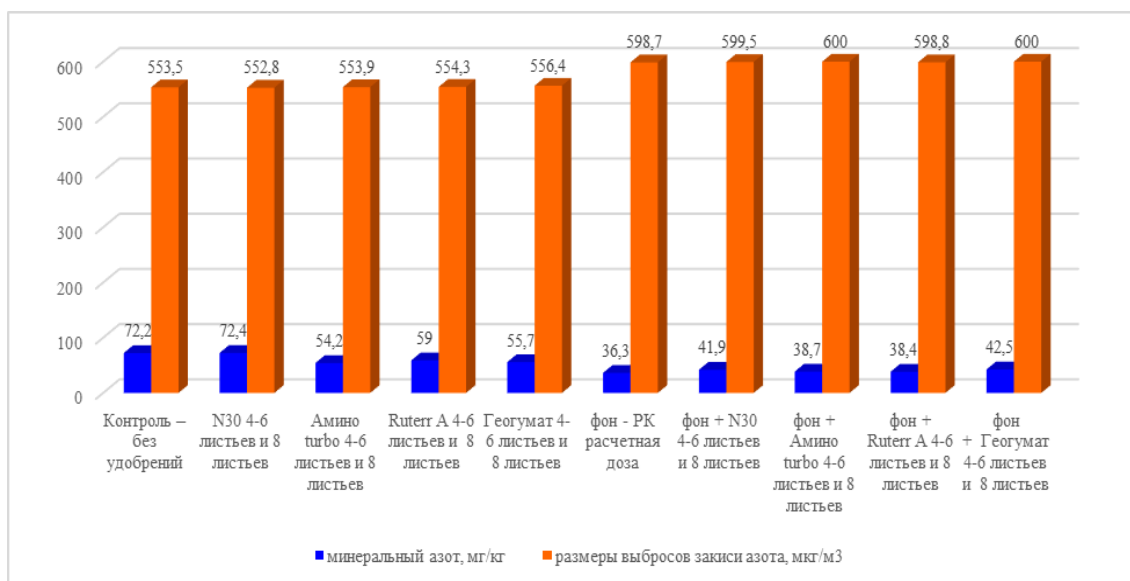


$$r=0,83$$

Рисунок 3 – Влияние удобрений на содержание минерального азота и размеры выбросов закиси азота в почве под посевами озимой пшеницы

Эмиссия закиси азота из почвы под посевами сахарной свеклы была выше на фоне с внесением расчётных норм фосфорных удобрений – 599,4 мкг/м³ и на вариантах только с внесением по ли-

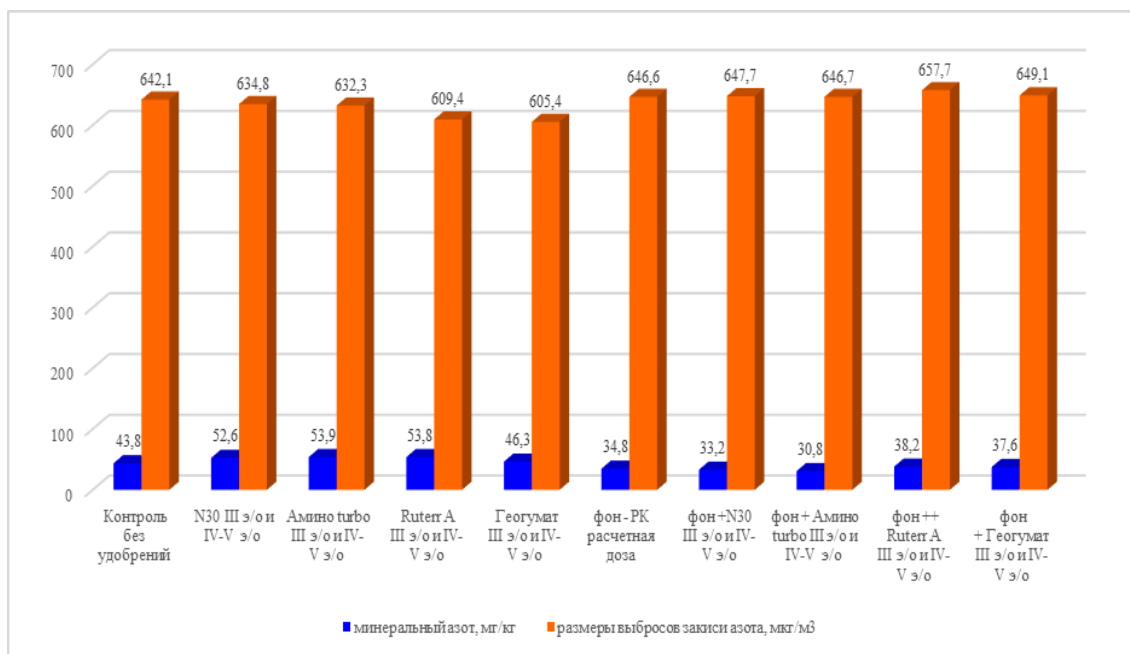
сту азотных и биоорганических удобрений – 554,2 мкг/м³. Значительно разницы между вариантами в размерах выбросов N₂O после первой листовой обработки не выявлено (рисунок 4).



$$r_1 = -0,68, r_2 = 0,44$$

Рисунок 4 – Влияние удобрений на содержание минерального азота и размеры выбросов закиси азота в почве под посевами сахарной свеклы

Под посевами сои отмечают различия по двум фонам. Размеры выбросов закиси азота на контроле – 624,8 мкг/м³ против 649,6 мкг/м³ на фоне с расчетной дозой фосфорных удобрений (рисунок 5).



$$r_1 = 0,59, r_2 = 0,75$$

Рисунок 5 – Влияние удобрений на содержание минерального азота и размеры выбросов закиси азота в почве под посевами сои

На посевах сои на контроле проведение листовых обработок способствовало снижению размеров эмиссии закиси азота – с 642,1 мкг/м³ на контроле до 634,8 и 632,3 мкг/м³ при обработке мочевиной и Амино turbo соответственно. Существенное снижение размеров эмиссии выявлено при листовой обработке сои на III этапе органогенеза Ruterr A – 609,4 мкг/м³ и Геогумат – 605,4 мкг/м³. На фоне с созданием оптимального для сои уровня по фосфору размеры эмиссии составили 646,6 мкг/м³. Значительной разницы между вариантами с проведением листовых обработок на этом фоне не выявлено, размеры эмиссии закиси азота были в пределах 646,7-657,7 мкг/м³.

Как уже отмечалось выше, закись азота вносит значительный вклад в «парниковый эффект» и имеет почвенное происхождение. Источниками N₂O в почвах служат разнообразные процессы микробной трансформации соединений азота - денитрификация, нитрификация, диссимиляционное восстановление нитратов в аммоний, взаимодействие нитритов с аминокислотами и другие. Закись азота имеет особенность – ограниченность ее биологического поглощения, ввиду невозможности ассимиляции растениями, грибами и почвенной зоофауной [32]. Потому единственный путь микробной трансформации N₂O в почвах - восстановление закиси азота денитрифицирующими и азотфиксирующими бактериями [33] и наибольшее значение отдается денитрификации - этап восстановления закиси азота в молекулярный азот за счет функционирования фермента - N₂O-редуктазы. Скорость восстановления закиси азота в почвах, в первую очередь может зависеть может зависеть от концентрации минеральных соединений азота, содержания органического вещества, присутствия растений и других факторов [34].

Изучение взаимосвязи между содержанием минеральных форм азота и

размерами эмиссии N₂O в посевах озимой пшеницы показало, что повышение содержания минеральных форм азота после проведения листовых подкормок минеральными и биоорганическими удобрениями на фоне расчетных доз фосфорных удобрений увеличивает размеры выбросов закиси азота из почвы с высоким коэффициентом корреляции.

В посевах сахарной свёклы при некорневой подкормке растений на контроле выявлена отрицательная линейная корреляция между изучаемыми показателями ($r_1=-0,68$), что свидетельствует об отсутствии убедительных доказательств значимой связи между изучаемыми переменными. Проведение листовых подкормок сахарной свёклы на фоне с фосфорными удобрениями способствует уменьшению содержания минерального азота в почве, вероятно за счет усиления поглотительной способности корневой системы растений, но при этом, хоть и не значительно, увеличивает размеры выбросов закиси азота ($r_2=0,44$).

В посевах сои (азотфиксирующей культуры) содержание минеральных форм азота после проведения листовых подкормок азотными и биоорганическими удобрениями прямо пропорционально количеству закиси азота, выделенной из почвы (рисунок 5). Коэффициент корреляции на контроле $r_1=0,59$, на фоне с внесением фосфорных удобрений - $r_2=0,75$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши исследования показали, что проведение листовых обработок растений возделываемых культур минеральными и биоорганическими удобрениями повышает содержание минеральных форм азота с преобладанием азота легкогидролизуемого и нитратного.

Установлено, что на размеры выбросов закиси азота оказывают влияние виды культур и сроки отбора. Под посевами озимой пшеницы осенний учёт исходной концентрации закиси азота

показал значение 440,3 мкг/м³, в поле, подготовленном под посев 2023 года сахарной свеклы и сои - 373,7 и 557,7 мкг/м³ соответственно. Весной после первой обработки в вегетацию по листу в среднем по вариантам опыта на посевах озимой пшеницы этот показатель увеличился до 679 мкг/м³; сахарной свёклы - 576,8 мкг/м³; сои - 637,2 мкг/м³. То есть в агроценозах под озимой пшеницей выбросы N₂O больше, в сравнении с пропашными культурами - сахарной свёклой и соей. В посевах озимой пшеницы повышение содержания минеральных форм азота за счет проведения листовых подкормок минеральными и

биоорганическими удобрениями на фоне фосфорных удобрений увеличивает размеры выбросов закиси азота из почвы. В отличие от варианта без внесения фосфорных удобрений проведение листовых подкормок сахарной свёклы, хоть и не значительно, увеличивает размеры выбросов закиси азота. В посевах сои содержание минеральных форм азота после проведения листовых подкормок азотными и биоорганическими удобрениями прямо пропорционально количеству закиси азота, выделенной из почвы как на контрольном фоне, так и на фоне с внесением фосфорных удобрений.

Финансирование. Данное исследование профинансировано ГУ «Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан» (ИРН AP14870711).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Д.Н. Прянишников. Избранные сочинения. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. М.-1953.- Т. 2.- С. 134.
- 2 Клёцкина О.В., Минькевич И.И. Азотное загрязнение подземных вод и управление качеством в промышленных районах// Вестник Пермского университета. - 2014 - вып. 4 (21) - С. 8-20.
- 3 Неверова-Дзиопак Е., Цветкова Л.И. Мероприятия по рекультивации эвтрофированных водоемов// Вода и экология: проблемы и решения. 2018. № 1 (73) - С. 65-70.
- 4 Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Азот в агроecosистеме на черноземных почвах. - М.: РАН, 2018. - 180 с.
5. Федоров Ю.А. Сухоруков В.В., Трубник Р.Г. Аналитический обзор: эмиссия и поглощение парниковых газов почвами. Экологические проблемы// Антропогенная трансформация природной среды. - 2021. Т. 7. № 1. С. 6-34.
- 6 Bouwman, A. and Germon, J. (1998) Soil and Global Change (Special Issue) Introduction. Biology and Fertility of Soil, T. 27, - С. 219.
- 7 Charles A., Rochette P., Whalen J.K., Angers D.A., Chantigny M.H., Bertrand N. Global nitrous oxide emission factors from agricultural soils after addition of organic amendments: A meta-analysis// Agriculture, Ecosystems and Environment. - 2017. - V. 236. - P. 88-98.
- 8 WMO Greenhouse Gas Bulletin. 15-25 November 2019.
- 9 Wuebbles, D.J., Nitrous oxide: no laughing matter. Science, 2009. - С. 56-57.
- 10 Rizhiya E. Y., Olenchenko E. A., Pavlik S. V., Balashov E. V., Buchkina N P. Effect of mineral fertilisers on crop yields and N₂O emission from a loamy-sand Spodosol of NorthWestern Russia// Cereal Research Communications. - 2008. - Vol.36 -P. 1299-1302.

- 11 Abrol, I.P., R.K. Gupta and R.K. Malik (Editors) Conservation Agriculture. Status and Prospects. Centre for Advancement of Sustainable Agriculture, New Delhi - 2009 - P. 242.
- 12 Alluvione, F., Bertora, C., Zavattaro, L., and Grignani, C.: Nitrous oxide and carbon dioxide emissions following green manure and compost fertilization in corn, Soil Sci. Soc. Am. J., - 2010 T. 74, C. 384–395.
- 13 Braun RC, Bremer DJ. Nitrous oxide emissions in turfgrass systems: a review. Agronomy Journal - 2018. – T. 110. – p. 2222–2232.
- 14 Pal S, Marschner P. Soil respiration, microbial biomass C and N availability in a sandy soil amended with clay and residue mixtures. Pedosphere - 2016.– T. 64. p.3–651.
- 15 Shakoор A, Xu Y, Wang Q, Chen N, He F, Zuo H, Yin H, Yan X, Ma Y, Yang S. Effects of fertilizer application schemes and soil environmental factors on nitrous oxide emission fluxes in a rice-wheat cropping system, east China. 2018.
- 16 Ji Y, Liu G, Jing M, Hua X, Yagi K. Effect of controlled-release fertilizer on nitrous oxide emission from a winter wheat field. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2012 - T. 94. - P. 111–122 с.
- 17 Кудеяров В. Н. Эмиссия закиси азота из почв в условиях применения удобрений// Почвоведение. – 2020. - № 10. - С. 1192-1205.
- 18 Wang, ZW, Zhang, XS, Mu, YJ Effects of rare-earth fertilizers on the emission of nitrous oxide from agricultural soils in China// Atmospheric Environment, Vol. 42, Issue 16, - 2008, - P. 3882-3887.
- 19 FAO Stat. 2019 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://faostat.fao.org/static/syb/syb5000.pdf> 32, свободный.
- 20 Шаповал О.А., Можарова И.П., Пономарева А.С. Эффективность полифункциональных удобрений с включением аминокислот на зерновых культурах// Плодородие. – 2018. - №5. - С. 26-29.
- 21 Arginase, Arginine Decarboxylase, Ornithine Decarboxylase, and Polyamines in Tomato Ovaries (Changes in Unpollinated Ovaries and Parthenocarpic Fruits Induced by Auxin or Gibberellin). D. Alabadi [h gp.]// Plant Physiology. - 1996. -T. 112. - № 3. - С. 1237-1244.
- 22 Forde B.G. Glutamate in plants: metabolism, regulation, and signaling. B.G. Forde, P.J. Lea// Journal of Experimental Botany. - 2007. - T. 58. - № 9. - С. 2339-2358.
- 23 Homoserine and asparagine are host signals that trigger in planta expression of a pathogenesis gene in Nectria haematococca / Z. Yang [h gp.]// Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. - 2005. - T. 102. - № 11. - С. 4197-4202.
- 24 Howe G.A. Plant Immunity to Insect Herbivores / G.A. Howe, G. Jander// Annual Review of Plant Biology. - 2008. - T. 59. - № 1. - С. 41-66.
- 25 Wan, S., Lin, Y., Ye, G., Fan, J., Hu, H. W., Zheng, Y., He, J. Z. (2023). Long-term manure amendment reduces nitrous oxide emissions through decreasing the abundance ratio of amoA and nosZ genes in an Ultisol. Applied Soil Ecology, -T. 184, - P. 104771.
- 26 Закон Республики Казахстан «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата» - Астана, Акорда, 26 марта 2009 года. № 144-IV ЗРК.
- 27 Лебедь Л. В., Есеркепова И.Б., Иорганский А.И., Кошен Б.М., Рамазанова С.Б., Царева Е.Г. Динамика парниковых газов для пахотных угодий в Казахстане// Почвоведение и агрохимия. – 2015. – №. 1. – С. 33-52.
- 28 Кунанбаев К. К. Эмиссия закиси азота в Северном Казахстане на 4-польных

севооборотах//Реализация методологических и методических идей профессора БА Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. – 2017. – С. 368-371.

29 Бучкина Н.П., Балашов Е.В., Рижия Е.Я., Павлик С.В. Методические рекомендации по мониторингу эмиссии закиси азота из сельскохозяйственных почв. Санкт-Петербург, 2008 – 17 с.

30 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований), Изд. 6 -е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. Москва: Альянс. 2011. -352 с.

31 Novoa, R., Tejeda, H. Evaluation of the N₂O emissions from N in plant residues as affected by environmental and management factors. *Nutr Cycl Agroecosyst* 75, - P. 29–46 (2006).

32 Davidson, E. A., Fluxes of nitrous oxide and nitric oxide from terrestrial ecosystems. In: Microbial production and consumption of greenhouse gases: methane, nitrogen oxides, and halomethanes, Rogers, J. E., and W. B. Whitman (eds.), Washington: American Society for Microbiology, 1991. - 219–235. c

33 Grankova A.U., Stepanov A.L., Umarov M.M. Enzyme activity of carbon and nitrogen microbial cycles during the self-regeneration of agroecosystems. R.P. Dick (ed) Proceeding, Enzymes in the Environment, Activity, Ecology and Applications. July 12- 15, 1999.

34 Степанов А.Л. Микробная трансформация закиси азота в почвах: автореф. док. биол. наук: 03.00.27, 03.00.07. Москва, 2000. – 49 с.

REFERENCES

1 D.N. Pryanishnikov. Izbranny`e sochineniya. Azot v zhizni rastenij i v zemledelii SSSR. M. -1953.- T.2. -S. 134.

2 Klyoczka O.V., Min`kevich I.I. Azotnoe zagryaznenie podzemny`x vod i upravlenie kachestvom v promy`shlenny`x rajonax// Vestnik Permskogo universiteta. – 2014 – vy`p. 4 (21) – S. 8-20.

3 Neverova-Dziopak E., Czvetkova L.I. Meropriyatiya po rekul`tivacii e`vtrofirovanny`x vodoemov// Voda i e`kologiya: problemy` i resheniya. 2018. № 1 (73) – S. 65-70.

4 Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmy`reva N.Ya. Azot v agrosisteme na chernozemny`x pochvax. – M.: RAN, 2018. – 180 s.

5. Fedorov Yu.A. Suxorukov V.V., Trubnik R.G. Analiticheskij obzor: e`missiya i pogloshhenie parnikovy`x gazov pochvami. E`kologicheskie problemy`// Antropogennaya transformaciya prirodnoj sredy`. - 2021. T. 7. № 1. S. 6–34.

6 Bouwman, A. and Germon, J. (1998) Soil and Global Change (Special Issue) Introduction. Biology and Fertility of Soil, T. 27, S. 219.

7 Charles A., Rochette P., Whalen J.K., Angers D.A., Chantigny M.H., Bertrand N. Global nitrous oxide emission factors from agricultural soils after addition of organic amendments: A meta-analysis// Agriculture, Ecosystems and Environment. - 2017. - V. 236. - P. 88–98.

8 WMO Greenhouse Gas Bulletin. November 15–25, 2019.

9 Wuebbles, D.J., Nitrous oxide: no laughing matter. Science, 2009. - S. 56–57.

10 Rizhiya E. Y., Olenchenko E. A., Pavlik S. V., Balashov E. V., Buchkina N P. Effect of mineral fertilisers on crop yields and N₂O emission from a loamy-sand Spodosol of NorthWestern Russia// Cereal Research Communications. - 2008. - Vol. 36 – P. 1299-1302.

- 11 Abrol, I.P., R.K. Gupta and R.K. Malik (Editors) Conservation Agriculture. Status and Prospects. Centre for Advancement of Sustainable Agriculture, New Delhi. - 2009 - P. 242.
- 12 Alluvione, F., Bertora, C., Zavattaro, L., and Grignani, C.: Nitrous oxide and carbon dioxide emissions following green manure and compost fertilization in corn, Soil Sci. Soc. Am. J., - 2010. - T. 74, P. 384-395.
- 13 Braun RC, Bremer DJ. Nitrous oxide emissions in turfgrass systems: a review. *Agronomy Journal* - 2018. – T. 110. – p. 2222-2232.
- 14 Pal S, Marschner P. Soil respiration, microbial biomass C and N availability in a sandy soil amended with clay and residue mixtures. *Pedosphere* - 2016. - T. 64. - p. 3-651.
- 15 Shakoor A, Xu Y, Wang Q, Chen N, He F, Zuo H, Yin H, Yan X, Ma Y, Yang S. Effects of fertilizer application schemes and soil environmental factors on nitrous oxide emission fluxes in a rice-wheat cropping system, east China. 2018.
16. Ji Y, Liu G, Jing M, Hua X, Yagi K. Effect of controlled-release fertilizer on nitrous oxide emission from a winter wheat field. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2012 - T. 94.- P. 111-122.
- 17 Kudeyarov V. N. E`missiya zakisi azota iz pochv v usloviyax primeneniya udobrenij// Pochvovedenie. – 2020. - № 10. - S. 1192-1205.
- 18 Wang, ZW, Zhang, XS, Mu, YJ Effects of rare-earth fertilizers on the emission of nitrous oxide from agricultural soils in China// *Atmospheric Environment*, Vol. 42, Issue 16, - 2008, - P. 3882-3887.
- 19 FAO Stat. 2019. [E`lektronny`j resurs]. Rezhim dostupa: <http://faostat.fao.org/static/syb/syb5000.pdf> 32, svobodnyj.
- 20 Shapoval O.A., Mozharova I.P., Ponomareva A.S. E`ffektivnost` polifunkcional`ny`x udobrenij s vklyucheniem aminokislot na zernovy`x kul`turax// *Plodorodie*. – 2018. - №5. - S. 26-29.
- 21 Arginase, Arginine Decarboxylase, Ornithine Decarboxylase, and Polyamines in Tomato Ovaries (Changes in Unpollinated Ovaries and Parthenocarpic Fruits Induced by Auxin or Gibberellin) / D. Alabadi [h gp.]// *Plant Physiology*. - 1996. -T. 112. - № 3. - C. 1237-1244.
- 22 Forde B.G. Glutamate in plants: metabolism, regulation, and signalling / B.G. Forde, P.J. Lea// *Journal of Experimental Botany*. - 2007. - T. 58. - Glutamate in plants. - № 9. - C. 2339-2358.
- 23 Homoserine and asparagine are host signals that trigger in planta expression of a pathogenesis gene in *Nectria haematococca* / Z. Yang [h gp.]// *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. - 2005. - T. 102. - № 11. - C. 4197-4202.
- 24 Howe G.A. Plant Immunity to Insect Herbivores / G.A. Howe, G. Jander// *Annual Review of Plant Biology*. - 2008. - T. 59. - № 1. - C. 41-66.
- 25 Wan, S., Lin, Y., Ye, G., Fan, J., Hu, H. W., Zheng, Y., He, J. Z. (2023). Long-term manure amendment reduces nitrous oxide emissions through decreasing the abundance ratio of amoA and nosZ genes in an Ultisol. *Applied Soil Ecology*, - T. 184. – P. 104771.
- 26 Zakon Respubliki Kazaxstan «O ratifikacii Kiotskogo protokola k Ramochnoj konvencii Organizacii Ob`edinenny`x Nacij ob izmenenii klimata» - Astana, Akorda, 26 marta 2009 goda. № 144-IV ZRK.
- 27 Lebed` L. V., Eserkepova I.B., Iorganskij A.I., Koshen B.M., Ramazanov S.B., Czareva E.G. Dinamika parnikovy`x gazov dlya paxotny`x ugodij v Kazaxstane// *Pochvovedenie i agroximiya*. – 2015. – №. 1. – S. 33-52.

28 Kunanbaev K. K. E`missiya zakisi azota v Severnom Kazaxstane na 4-pol`ny`x sevooborotax//Realizaciya metodologicheskix i metodicheskix idej professora B.A. Dospexova v sovershenstvovanii adaptivno-landshaftny`x sistem zemledeliya. – 2017. – S. 368-371.

29 Buchkina N.P., Balashov E.V., Rizhiya E.Ya., Pavlik S.V. Metodicheskie rekomendacii monitoring e`missii zakisi azota iz sel`skoxozyajstvenny`x pochv. Sankt-Peterburg, 2008 – 17 s.

30 Dospexov B.A. Metodika polevogo opy`ta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul`tatov issledovaniy), Izd. 6 -e, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. Moskva: Al`yans. 2011. -352 s.

31 Novoa, R., Tejeda, H. Evaluation of the N₂O emissions from N in plant residues as affected by environmental and management factors. Nutr Cycl Agroecosyst 75, - P. 29–46 (2006).

32 Davidson, E. A., Fluxes of nitrous oxide and nitric oxide from terrestrial ecosystems. In: Microbial production and consumption of greenhouse gases: methane, nitrogen oxides, and halomethanes, Rogers, J. E., and W. B. Whitman (eds.), 219–235. Washington: American Society for Microbiology, 1991. - 219–235. c

33 Grankova A.U., Stepanov A.L., Umarov M.M. Enzyme activity of carbon and nitrogen microbial cycles during the self-regeneration of agroecosystems.R.P.Dick (ed) Proceeding, Enzymes in the Environment, Activity, Ecology and Applications. July 12- 15, 1999.

34 Stepanov A.L. Mikrobnaya transformaciya zakisi azota v pochvax: avtoref. dok. biol. nauk: 03.00.27, 03.00.07. Moskva, 2000. – 49 s.

ТҮЙІН

Р.Х. Рамазанова^{1*}, С.И. Танирбергенов¹, М.Н. Пошанов¹, А.И. Сулейменова¹,
А.К. Абай¹, С.Н. Дуйсеков¹

АШЫҚ СҰР ТОПЫРАҚТА МИНЕРАЛДЫ АЗОТТЫ ЖӘНЕ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ
ҚОЛДАНУ КЕЗІНДЕГІ АЗОТ ЭМИССИЯСЫНЫҢ МӨЛШЕРІ

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-
зерттеу институты, 050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,
e-mail: raushasoil88@mail.ru

Мақалада Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы суармалы ашық сұр топырақтарда күздік бидай, қант қызылшасы және сояны өсіру кезінде биоорганикалық тыңайтқыштардың азоттың минералды формаларының құрамына және топырақтан N₂O эмиссиясының мөлшеріне әсерін зерделеу бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Өсірілетін дақылдардың өсімдіктерін минералды және биоорганикалық тыңайтқыштармен жапырақты өңдеу кезінде ашық сұр топырақтардың азот режимі жақсарады. Жеңіл ыдырайтын және нитратты азот (80 % - дан астам) негізгі қоректік көздер болып табылады. Өсімдіктердің қоректенуіндегі аммоний формаларының үлесі шамалы. Тәжірибенің басында және дақыл жапырақтарын бірінші өңдеуден кейін азоттың шала тотығы шығарындыларының мөлшері есепке алынды. Күздік бидай дақылдары егілген танаптарда азоттың шала тотығының бастапқы концентрациясы 440,3 мкг/м³ құраса, 2023 жылы қант қызылшасы мен соя егуге дайындалған алқаптарда - 373,7 мкг/м³ және 557,7 мкг/м³ құрады. Вегетациялық кезеңде жапырақтарды алғашқы өңдеуден кейін бұл көрсеткіш дақылдарда тәжірибе нұсқалары бойынша орташа есеппен күздік бидайда - 679 мкг/м³; қант қызылшасында – 576,8 мкг/м³; соя – 637,2 мкг/м³ екенін көрсетті. Яғни, күздік бидай егілген танаптардың агроценозда-

рында N_2O шығарындылары отамалы дақылдармен - қант қызылшасы және соямен салыстырғанда көбірек болды.

Түйінді сөздер: күздік бидай, қант қызылшасы, соя, биоорганикалық тыңайтқыштар, амин қышқылдары, топырақтағы минералды азот, азот эмиссиясы.

SUMMARY

R.KH. Ramazanova^{1*}, S.I. Tanirbergenov¹, M.N. Poshanov¹, A.I. Suleimenova¹,
A.K. Abay¹, S.N. Duisekov¹

MINERAL NITROGEN CONTENT IN LIGHT SEROZEM SOILS AND THE SIZE
OF NITROGEN EMISSION UNDER FERTILIZER APPLICATION

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

**e-mail: raushasoil88@mail.ru*

The article presents the results of studies on the impact of bioorganic fertilizers on the cultivation of winter wheat, sugar beet, and soybeans in irrigated light sierozems of southeastern Kazakhstan. The study focuses on the effects of these fertilizers on the mineral forms of nitrogen content and the size of N_2O emissions from the soil. When applying leaf treatments of mineral and bioorganic fertilizers to cultivated crops, the nitrogen content in light sierozems is enhanced. The main sources of nutrition are easily hydrolyzable and nitrate nitrogen, which accounts for more than 80 %. The contribution of ammonium forms to plant nutrition is insignificant. The size of nitrous oxide emissions was recorded at the beginning of the experiment and after the initial leaf treatment. Under winter wheat crops, the initial concentration of nitrous oxide was $440.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In the field prepared for sowing sugar beet and soybean in 2023, the concentrations were $373.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and $557.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. After the initial treatment, the vegetation on the leaves showed that, on average, the indicator in the different experimental variants for winter wheat crops was $679 \mu\text{g}/\text{m}^3$, for sugar beet crops was $576.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, and for soybean crops was $637.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In agroecosystems, N_2O emissions are higher under winter wheat compared to row crops such as sugar beet and soybean.

Key words: winter wheat, sugar beet, soybean, bio-organic fertilizers, amino acids, soil mineral nitrogen, nitrogen emission.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Рамазанова Раушан Хамзаевна – председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: raushasoil88@mail.ru

2 Танирбергенов Самат Исембайевич – заместитель председателя правления по науке ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова», доктор PhD, e-mail: tanir_sem@mail.ru

3 Пошанов Максат Нурбаевич – заведующий отделом мелиорации засоленных почв, магистр сельскохозяйственных наук, e-mail: maksat_90.okkz@mail.ru

4 Сулейменова Алтынай Изтелеуовна – младший научный сотрудник отдела мелиорации засоленных почв, магистр сельскохозяйственных наук, e-mail: s.altynai87@mail.ru

5 Абай Аян Күмісбекұлы – младший научный сотрудник отдела плодородия и биологии почв, магистр сельскохозяйственных наук, e-mail: rjaad@mail.ru

6 Дуйсеков Сакен Нуржанұлы - научный сотрудник отдела мелиорации засоленных почв, магистр сельскохозяйственных наук, e-mail: saken-muslim@mail.ru

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

ГРНТИ 68.05.45

DOI: [10.51886/1999-740X_2023_3_99](https://doi.org/10.51886/1999-740X_2023_3_99)A.A. Kurmanbayev^{1*}, K.K. Mussayeva¹, Sh.G. Yermek¹**SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY AND ITS INDICATORS IN SOIL QUALITY
MONITORING: MINI - REVIEW**

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

**e-mail: wberel@gmail.com*

Abstract. The presented mini-review shows a systematic picture of the biological activity of soils in its connection with physical and chemical properties, and, ultimately, with soil fertility and crop yields. The biological activity of soils is due to the lifetime activity of soil biota, mainly micro-biota and root systems of plants, as well as the action of soil enzymes. It has been shown that individual BAP tests can be used as simple and accessible biological fertility indices BFI.

Key words: soil biological activity, soil fertility indicators, enzymes, soil health, soil quality.

Biological activity is the intensity (intensity) of all biological processes in the soil. The biological activity of the soil (BAP) determines the total content of a certain amount of enzymes in the soil, which are released both during the vital activity of plants and soil microorganisms, and accumulated by the soil after the destruction of dead cells.

The intensity of the processes of processing organic substances and the destruction of minerals, as well as the scale and direction of the processes of transformation of energy and matter in terrestrial ecosystems determine the biological activity of the soil.

It is customary to separate the actual and potential biological activity of soils. Potential biological activity is determined in optimal conditions for a specific biological process under study in a laboratory experiment. Actual or field biological activity is determined directly in the field and characterizes the actual activity of the soil in natural conditions [1].

Based on the parameters of the biological activity of the soil, it is possible to judge the direction of the processes of transformation of matter and energy and their scale in the natural ecosystems of the land, the activity of the processes of processing the remains of organic substances

and the decomposition of minerals.

Soil fertility is determined by the biochemical processes underlying soil formation [2].

The total microbial activity of soils serves as a good general measure of the circulation of organic substances in the natural habitat, since more than 90 % of the energy flow passes through microbial reducers. The criteria are respiratory activity, dehydrogenase activity, heat generation, FDA test, cellulase activity, nitrifying activity, etc. [3, 4].

Following the new concept of soil quality, due to the multifunctionality of soils, the question of choosing the necessary set of biological activity tests for assessing the control effects on the soil is acute. Biological assessments should go beyond the search for a universal minimum data set and adopt a more nuanced approach to selection based on soil biology. The authors emphasize that biological characteristics should not be considered in isolation, but along with the chemical and physical characteristics of the soil, as well as in the context of management and the environment [5].

This approach is closely implemented within the Cornell Soil Condition Test framework and the Biofunctool tool [6, 7]. Both tools use a minimal data set approach

that combines chemical, biological and physical indicators to determine soil quality. According to experts, these tools have advanced soil quality assessment in agricultural and forest systems.

It is important to understand that the number of microorganisms in the soil constantly changes. It has recently been found that in response to disruptive effects on the soil microbiota, it reacts with wave-like fluctuations in abundance and activity, and this process has a universal character and has been confirmed by numerous experiments. The concept of the wave-like nature of the dynamics of the soil microbiota, its universality in natural conditions and its connection with disturbing influences should be considered in modern microbiological and biochemical studies of soils. This implies a mandatory study of the dynamics of the studied indicators for 3-5 days at least and the use of instrumental research methods. The parameter of soil respiration, estimated by carbon dioxide emissions, plays an essential role in assessing BAP. Based on this parameter, several indices and soil health can be evaluated. So, Semenov A.M. based on this concept, offers the following formula for soil health:

$$PO = |(L_{cp} - L_{ip}) : L_{cp}|,$$

Where L_{cp} is the width at the half-height of the peak of the control soil sample, and L_{ip} is the width at the half-height of the peak of the studied soil sample.

The resistance of MS in soil samples to HB is calculated according to Griffith et al. [8] as the ratio of the CO₂ emission intensity of the experimental soil sample to the control one 24 hours after HB. The calculation of the stability indices RS and elasticity RL of the soil is carried out according to the equations proposed by Orwin and Wardle [9]:

$$RS = 1 - 2|D| : (C + |D|),$$

$$RL = 2|D| : (|D(t)| + |D|) - 1,$$

Where D is the difference between the maximum peak height of the control and the measured sample, C is the peak height of the control sample (without HB), $D(t)$ is the difference between the test sample and the control after time t , at the end of peak attenuation. In our experiments, the t value was assumed to be 3 days. The figure taken from the author's article well illustrates the undulating dynamics of soil respiration for intensive farming system (ISS) and biological farming systems (BSZ) (figure 1) [10].

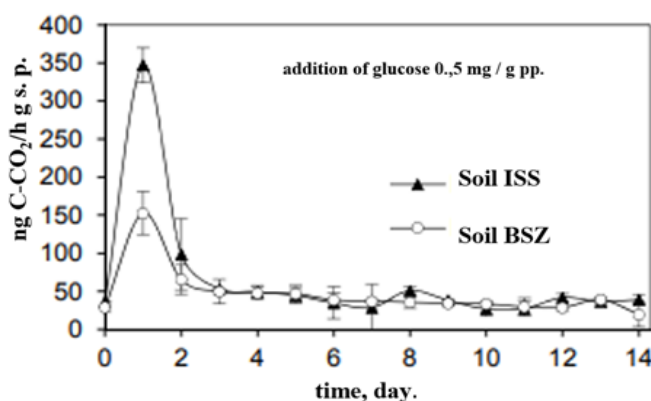


Figure 1 - Lack of caption of the figure presented, and source where the chart comes from

Considering further the activity of the microbial community, it is necessary to consider that in any soil difference, there is a specific pool of microorganisms, which is not provided with the energy substance necessary for continuous reproduction. However, it ensures the soil's survival of different types of microorganisms. In this inactive pool, the number of cells is much smaller, but their biodiversity is higher, and it does not have a significant role in metabolic processes at the initial stages of the destruction of S. However, it may be necessary to ensure processes at other stages of succession or when environmental conditions change.

When assessing the control effects on the soil, tests for the total activity of the soil microbiota, determined by the initial or final products, are most often used. Such tests include the determination of soil respiration by the release of carbon dioxide; nitrogen fixation activity (by acetylene reduction); microcalorimetric measurements to study the level of thermogenesis; application methods using unique materials (cellulose, photographic paper, cellophane) to assess the rate and degree of their decomposition and accumulation of microbial waste products, for example, amino acids [11].

Another source of BAP is soil enzymes that are immobilized on clay minerals, humus, and organo-mineral colloids, which allows them to maintain their activity for a long time [12]. In conditions when the vital activity of the microbiota is suppressed, due to the activity of the enzyme pool, the metabolism of the soil is preserved. Therefore, the importance of enzymes in extreme conditions, such as intense chemical pollution, becomes leading in ensuring the biological activity of soils and their self-purification from various anthropogenic xenobiotics [13].

Enzymes are highly effective: 1 enzyme molecule catalyzes the transformation of $10^2 - 10^6$ substrate molecules in 1 min. [14].

Thanks to the action of microorganisms and extracellular enzymes, biochemical mechanisms are created in the soil that leads to self-renewal, to self-reproduction of fertility properties. This forms the basis of soil metabolism. Soil metabolism unites all the constituent components of the soil into one whole in interrelation and interdependence. Individual constituent substances and processes are functionally dependent on each other. Enzymes determine the functional connections of those elements and soil processes associated with its material and energy properties [15].

The enzymatic activity of soils is an integral indicator of the functional activity of soil biota and its ability to perform various biochemical transformations. This indicator of the biological activity of soils is relatively stable, characterized by a small error, ease of determination, and high sensitivity to external influences [16].

The activity of soil enzymes affects the most important cycles of transformation of carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur and other elements for soil formation, as well as redox processes.

The activity of enzymes can also reflect both the activity of the whole microbial community – dehydrogenase, esterase, phosphatase, FDA test, and the activity of its individual groups – polyphenol oxidase, cellulase, chitinase, nitrogenase, denitrifying, etc.

The transformation of various kinds of organic compounds in the soil is determined by the composition of the enzyme complex of the soil, because enzymes affect all biochemical processes occurring in the soil. About 40 enzymes have been found in soils. The variety and richness of enzymes make it possible to carry out sequential biochemical transformations of organic residues entering the soil [17].

Redox enzymes and enzymes of the hydrolase class give the most complete characteristic of the biological activity of the soil. Enzymes belonging to the class of

oxidoreductases catalyze redox reactions that play a leading role in biochemical processes in the cells of living organisms, and soils. Redox reactions are the main link in the synthesis of humic substances in the soil [18].

An essential role in the synthesis of humic substances is played by polyphenol oxidases involved in the transformations of aromatic compounds. They catalyze the oxidation of mono, di, and tri phenols to quinones in air oxygen or hydrogen peroxide. Under appropriate conditions, quinones, when condensed with amino acids immobilizing carbon in soil humus, preventing its accumulation in the atmosphere in carbon dioxide [19].

The conditional humification index (CCH) can be calculated by the activity of the enzymes polyphenol oxidase (PFD) and peroxidase (PO) according to Chunderova A.I.:

$$\text{CCH} = (\text{PFD}/\text{PO}) \times 100 \% [20].$$

Dehydrogenases catalyze dehydrogenation reactions of organic substances and act as intermediate hydrogen carriers in respiration. Therefore, their activity can serve as an indicator of general microbial respiration. Dehydrogenases are involved in the process of catabolism of all types of nutrients.

Among the enzymes involved in the respiration processes of soil microflora, dehydrogenase activity is of great importance, which is informative, since the level of this indicator depends on the intensity of nitrification, nitrogen fixation, respiration, and oxygen absorption by the soil [21]. According to E.E. Gross and coauthors [22], its dehydrogenase activity decreases even with a low level of technogenic load on the soil. The enzyme is synthesized by bacteria, among which representatives of the genus *Pseudomonas* prevail.

Biological mineralization of various organic compounds of proteins, carbohydrates, fats and several other components is accompanied by the accumulation of peroxide, the decomposition of which is carried out by catalase. Catalase is an indica-

tor of the degree of oxidative processes in the soil. Soil microorganisms secrete the enzyme, is highly resistant, accumulates and persists in the soil for a long time, which is why the activity of this enzyme can be considered as an indicator of the functional activity of the soil microflora and may reflect soil fertility [23].

Hydrolases are widespread and play an important role in enriching them with mobile and accessible nutrients for plants and microorganisms, destroying high-molecular organic compounds and thereby enriching soils with mobile nutrients in a form accessible to plants and microorganisms. Among the hydrolases, urease, protease and amylase are distinguished. The action of urease is associated with hydrolysis and conversion of urea nitrogen into an available form. The latter can be formed in significant quantities in soils as intermediate products of the metabolism of nitrogen organic compounds, especially nitrogenous bases of nucleic acids, and can also enter the soil as part of manure and as nitrogen fertilizer. The action of urease is strictly specific: it hydrolyzes only urea and is produced by a group of urobacteria. In the soil, urease activity has a positive correlation with the content of organic carbon and mobile nitrogen [24].

M.S. Upendra et al. established a close relationship between the activity of β -glucosidase and N-acetyl- β -glucosaminidase with most physical, chemical, biological and biochemical properties, as well as with crop yields. Since BG is a C-cycle enzyme and NAG is an N-cycle enzyme, their high activity indicates increased microbial activity, which leads to increased carbon sequestration and nitrogen availability, which are important for improving soil health and fertility and growing crops [25].

In the technical manual of the USA Department of Agriculture - USDA for 2019 "Soil Health Technical Note No. 450-03 Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures", it is recommended to determine the activity of

β -glucosidase [BG] [26] and N-acetyl- β -glucosaminidase [NAG] [27] to assess the overall microbial activity. To assess the activity of phosphorus and sulfur cycles, the activity of the enzymes phosphomonoesterase [PME] and aryl sulfatase [AST], respectively, is studied [28].

Considering the activity of individual soil enzymes, it is impossible to miss attempts to use BAP indicators in assessing soil fertility or the degree of soil degradation when contaminated with xenobiotics according to biological fertility indices (BFI – biological index of soil fertility).

The following indices of soil microbial activity are known:

pedotrophy index = number of microbes on soil agar/number of microbes per MPA;

oligotrophy index = number of microbes diluted in 10-100 media / number of microbes on full-fledged media;

the coefficient of mineralization and immobilization = the number of microorganisms per KAA / the number of microorganisms per MPA cited by [29].

To characterize the efficiency of the use of available carbon by the microbial community, a metabolic quotient (qCO_2) was used. The metabolic quotient (qCO_2) serves as an indicator of microbial community stress. The lower the qCO_2 values, the better the state of the microbial community, i.e., microorganisms spend less energy on the maintenance and formation of a unit of biomass. The metabolic quotient is calculated by the formula: $qCO_2 = V_{\text{basal}}/V_{\text{SIR}}$, where bas is basal respiration, sir is substrate induced respiration [30].

To assess the biological activity of the soil, an integral indicator (IPBS) is used. The formula for calculating And IPBS has the following form:

$$IPBS = (B_{\text{sr}}/B_{\text{sr max}}) \times 100,$$

where B_{sr} is the average evaluation score of all indicators ($B_{\text{sr}} = (B_1 + B_2 + \dots + B_n)/N$), $B_{\text{sr max}}$ is the maximum evaluation score of all indicators ($B_{\text{sr max}} = B_{1 \text{ max}} + B_2$

$_{\text{max}} + \dots + B_{n \text{ max}})/N$); $B_1, B_2 \dots$ is the relative score of each indicator (%), N is the number of indicators. When calculating IPBS and other indices, the most informative indicators of soil biological activity are used, each reflecting a particular direction of biological and biochemical processes. As a rule, the decrease in the IPBS index is directly dependent on the degree of impact of the anthropogenic factor [31].

In soil enzymology, the indicator of geometric mean enzymatic activity (GMea) is widely used [104], which is calculated by the formula:

$$G_{\text{mea}} = \sqrt[n]{X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n}.$$

Where $X_1, X_2 \dots X_n$ are relative scores for each enzymatic activity indicator in %.

To calculate relative scores, use the formula:

$$X_1 = (X_{1 \text{ fact}}/X_{1 \text{ nesager}}) 100 \%,$$

where $X_{1 \text{ fact}}$ is the actual value of the indicator of enzymatic activity, $X_{1 \text{ nesager}}$ is the value of the indicator of enzymatic activity in uncontaminated soil.

The GMea indicator smooths out the diversity of the response of enzymes. It accurately reflects the totality of processes occurring in the soil, which makes it possible to use it for bioindication and assessment of the state of contaminated soils, since the value of integral indices and indicators of contaminated soils decreases even in cases when the activity of individual soil enzymes increases. The sensitivity, simplicity and accuracy of methods of enzymatic analysis, the ability to obtain valuable information about the intensity and direction of biochemical processes so important for soil health, indicate the prospects of using indicators of enzymatic activity for diagnostics of soil cover.

Three enzymes play a significant role in the decomposition of plant residues, which are united by the common name cellulase: endoglucanase (EC 3.2.1.4), cellobi-ohydrolase (EC 3.2.1.91) and betta glucosidase (3.2.1.21). Celluloses are synthe-

sized by many bacteria and micromycetes, among them *Cellulomonas*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Thermomonospora*, *Aspergillus*, *Trichoderma* etc are the most active [32].

Based on the activity of cellulases, a simple method of tea bags is proposed to assess the soil quality.

The mass loss of the RM (initial mass – the remaining mass after incubation) was used to calculate the decomposition rate (k), using a negative exponential decay model:

$M_t/M_0 = e^{-kt}$, where M_0 is the initial dry mass, M_t is the remaining dry mass at time t (90 days), and k is the daily decay constant expressed in 1 day [33].

Using Lipton Green and Red Tea decomposition values, it is possible to calculate the index of soil decomposition of cellulose as the ratio of the degree of decomposition of red tea to green. Since red tea has a ratio of C to N equal to 43, and green tea 12, respectively, the decomposition rates of tea will be different, so the closer to unity this ratio is, the healthier the soil will be [34].

Several variants of BFI are proposed for consideration in the scientific literature. The simplest in our opinion is the option proposed by A. Saviozzi et al., which is expressed by the formula:

$$BFI = (Dehydrogenase + k \text{ Catalase})/2,$$

where k is a proportionality factor equal to 0.01 [35].

Polish researchers studied the influence of farming systems on the physico-chemical and biological properties of the soil. They determined the *Metabolic potential index (MPI)* as the ratio of dehydrogenase activity to the content of soluble organic carbon. MPI values confirmed an increase in soil metabolism in organic farming compared to the soil of traditional intensive farming. There was also an increase in the content of organic matter, plant residues, humic substances, water-soluble carbon and carbon of microbial biomass in the soil and dehydrogenase activity compared to

the conventional system, especially in the upper soil layer, 0-5 cm [36].

The activity of soil enzymes is an informative factor in diagnosing the degree of soil dysfunction caused by pollution and monitoring the restoration of soil functions in soil improvement. Many studies have shown that simultaneous measurement of the activity of several enzymes in the soil can be more reliable than measuring a single enzyme [37].

To generalize the obtained data on biological activity indicators, T.O. Poputnikova offers a formula for calculating the transformation index of biological properties of soils (ITB), which characterizes the degree of multidirectional deviations of the set of biotic indicators in the studied samples from the background values according to the formula:

$$I_{tb} = \sum_{i=1}^n |1 - C/C_{backdrop}| / n$$

Where C is the absolute value of the indicator, $C_{backdrop}$ is the background value. The calculation of the IHB was carried out according to the multiplicities of the deviation of biological indicators from background values (both in the positive and negative sides) according to the formula reflecting the total degree of deviation of the biological response from the background in the range of values from 0 to 1.

To determine the value of the ecological norm of the studied soils, it is necessary to determine some threshold difference between the total biological indicator and the background. At the same time, the general principle of determining acceptable values of soil quality for the entire set of lands for various economic purposes is to determine the soil's ability to self-heal, which persists until the loss of no more than 30 % of the biological potential of the soil. At this level, there is a threshold of resistance of the soil ecosystem to anthropogenic impact and the limit of retention of toxicants by soils within the boundaries of the contaminated site, respectively, there is no massive removal of them into adjacent

environments. Therefore, a 30 % loss of the soil's natural (biological) state, calculated by the total index of transformation of biological properties, can be taken as a threshold value of the ecological quality of the soil [38].

The most straightforward index used in the literature is the metabolic coefficient (qCO_2) (the respiration ratio to microbial biomass). Physiologically, this indicator characterizes the substrate mineralized per unit carbon of microbial biomass. The metabolic coefficient is widely used to monitor the development of the ecosystem, during which the indicator decreases, and in case of violation it increases, acting as an indicator of the ecosystem's maturity. There is a decrease in qCO_2 in soils under monoculture compared to soils under continuous crop rotation, due to the richness of organic carbon under different crops, which has a beneficial effect on respiration. This is a good indicator of changes occurring in the soil due to heavy metal pollution, deforestation, temperature changes or changes in soil management methods [39].

Koper and Piotrowska developed a biochemical index of soil fertility to compare the effects of organic and mineral fertilizers. This indicator made it possible to classify soil fertility into four categories (3-4 — low fertility; 4-5 — average; 5-6 — high; 6-7, very high fertility).

Biochemical index of soil fertility (B)
$$= C_{org} + N_{total} + DH + P + PR + AM$$

where C_{org} (organic carbon content, %), N_{total} (total nitrogen content, %); DH (dehydrogenase activity $cm^3 H_2 kg^{-1} 24 h^{-1}$); P (phosphatase activity, $mmol n$ -nitrophenyl phosphate $g^{-1} h^{-1}$); PR (protease activity, $mmol NH_4-N kg^{-1} h^{-1}$); AM (amylase activity, mg of decomposed starch h^{-1}) [40].

Thus, the biological activity of soils is the most essential criterion of soil health, due to the activity of the soil microbiota, mesobiota and root systems of plants, as well as the action of soil enzymes. Many authors are searching for simple, accessible and informative biological fertility indices BFI following the research objectives.

REFERENCES

- 1 V.F. Valkov, K.Sh. Kazeyev, S.I. Kolesnikov Pochvovedeniye: uchebnik dlya vuzov// – M.: IKTs «Mart». 2004. – 496 s.
- 2 Aristovskaya T.V. Mikrobiologiya protsessov pochvoobrazovaniya// – SPb.: Nauka. 1980. – 187 s.
- 3 Mortensen U., Noren B., Wadso I. Microcalorimetry in the study of the activity of microorganism// Bull.Ecol. Res.Comm - 1973. T. 17– C. 189-197.
- 4 Schnürer J., Rosswall T. Fluorescein Diacetate Hydrolysis as a Measure of Total Microbial Activity in Soil and Litter// Appl Environ Microbiol. - 1982; T. 43, № (6): - P. 1256–1261.
- 5 Creamer R.E., Barel J.M., Bongiorno G., Zwetsloot M.J. The life of soils: Integrating the who and how of multifunctionality// Soil Biology and Biochemistry. – 2022. – Vol. 166, P. 108561.
- 6 [Electronic resource]: – Access mode: <http://www.css.cornell.edu/extension/soil-health/manual.pdf>, free.
- 7 Thoumazeau A., Bessou C., Renevier M.-S., Trap J., Marichal R., Mareschal L., Decaëns T., Bottinelli N., Jaillard B., Chevallier T., Suvannang N., Sajjaphan K., Thaler P., Gay F., Brauma A. Biofunctool®: a new framework to assess the impact of land management on soil quality. Part A: concept and validation of the set of indicators// Ecological Indicators. – 2019. – Vol. 97. - P. 100–110.
- 8 Griffiths B.S., Bonkowski M., Roy J., Ritz K. Functional stability, substrate utiliza-

- tion and biological indicators of soils following environmental impacts// *App. Soil. Ecol.* – 2001. – V. 16. – P. 49-61.
- 9 Orwin K.H., Wardle D.A. New indices for quantifying the resistance and resilience of soil biota to exogenous disturbances// *Soil Biology & Biochemistry.* - V. 36. - 2004. - P. 1907-1912.
- 10 Cemenov A.M., Bubnov I.A., Emer N.R. Opredeleeniye parametra zdorovia pochvy pri ispolzovanii razlichnykh narushayushchikh vozdeystviy// *Problemy agrokhimii i ekologii.* – 2013. – № 3. – S. 23-30.
- 11 Zvyagintsev D.G., Babyeva I.P., Zenova G.M. *Biologiya pochv: uchebnik.* / – 3- e izd.. ispr. i dop. – M.: Izd-vo MGU., 2005. – 445 s.
- 12 Tabatabai M.A., Dick W.A. Enzymes in soil: research and developments in measuring activities// *Enzymes in the environment: Activity, ecology, and applications.* N.Y.: Marcel Dekker. - 2002. P. 567-596.
- 13 Polyak Yu.M., Sukharevich V.I. Pochvennyye fermenty i zagryazneniye pochv: biodegradatsiya, bioremediatsiya, bioindikatsiya// *Agrokhimiya.* - 2020. № 3. P. 83-93.
- 14 Galstyan A.Sh. *Ekologicheskiye usloviya i fermentativnaya aktivnost pochv*// Ufa: B.m.i., 1979. 126 s.
- 15 Khaziye F.Kh. *Fermentativnaya aktivnost pochv*// Novosibirsk: Nauka. - 1979. 179 s.
- 16 Galstyan A.Sh. *Ob ustoychivosti fermentov pochv*// *Pochvovedeniye.* – 1982. – № 4. S. 108-110.
- 17 Inisheva L.I., Ivleva S.N., Shcherbakova T.A. *Rukovodstvo po opredeleniyu fermentativnoy aktivnosti torfyanykh pochv i torfov*// Tomsk: Izd-vo Tomskogo universiteta. – 2003. –119 s.
- 18 Galstyan A. Sh. *Ekologicheskiye usloviya i fermentativnaya aktivnost pochv*// Ufa: B.m.i., 1979. –126 s.
- 19 Yakushev A.V., Kuznetsova I.N., Blagodatskaya E.V., Blagodatskiy S.A. Zavisimost aktivnosti polifenolperoksidaz i polifenoloksidaz v sovremennykh i pogrebennykh pochvakh ot temperatury// *Pochvovedeniye.* – 2014. – № 5. - C. 590-596.
- 20 Chunderova A.I. Aktivnost polifenoloksidazy i peroksidazy v dernovo-podzolistykh pochvakh. A.I. Chunderova// *Pochvovedeniye.* - 1970. - № 1. - S. 22-28.
- 21 Khaziye F. Kh. *Metody pochvennoy enzimologii*// M. Nauka, 2005. - 252 s
- 22 Valova E.E., Tsybenov Yu.B., Tsybikova E.V. / *Uchenyye zapiski ZabGGPU.* - 2012. № 1 (42). S. 63 – 66.
- 23 V.F. Kuprevich. T.A. Shcherbakova. *Pochvennaya enzimologiya*// AN BSSR. - Laboratoriya fiziologii i sistematiki nizshikh rasteniy. - Minsk: Nauka i tekhnika., 1966. - 275 s.
- 24 Razmakhnina M.A. Vliyaniye antropogennykh faktorov na zagryazneniye pochv// *International journal of experimental education.* – 2015. – №12. – S. 293-296.
- 25 Upendra M.S., Liptzin D., Dangi M.S. Enzyme activities as soil health indicators in relation to soil characteristics and crop production// *Agrosystems, Geosciences & Environment.* – 2022.—P. 5.
- 26 Eivazi, F. and Tabatabai, M. A. Glucosidases and Galactosidases in Soils // *Soil Biology and Biochemistry.* -1988.—T. 20, - P. 601-606.
- 27 Parham and Deng. Detection, quantification and characterization of beta-glucosaminidase activity in soil// *Soil Biology and Biochemistry.* – 2000. № 32, -P. 1183-1190.

28 [Electronic resource]: – Access mode: <https://farmlandinfo.org/wp-content/uploads/sites/2/2022/02/Soil-Health-Technical-Note-No.-450-03.pdf>? free.

29 Grigorian B.R., Koltsova T.G., Sungatullina L.M. Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke pochvenno-ekologicheskogo sostoyaniya zemel selkhoznaзначeniya na sootvetstviye trebovaniyam organicheskogo zemledeliya// Kazan. - 2014 - 52 s.

30 Sushko SV. Ananyeva ND. Ivashchenko KV. Vasenev VI. Sarzhanov DA. Mikrobnoye dykhaniye pochvy v polevykh i laboratornykh usloviyakh// Agrofizika. -2016. № 4. - P. 17–23.

31 Kazeyev K.Sh., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. Biologicheskaya diagnostika i indikatsiya pochv: metodologiya i metody issledovaniy// Rostov-n/D: Izd-vo RGU. - 2003. 204 s.

32 Maria-Mihaela Micuți, Liliana Bădulescu, Florentina Israel-Rominga. Review on the enzymatic indicators for monitoring soil quality// Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies. - 2017. - Vol. XXI. – P. 223-228.

33 [Electronic resource]: – Access mode: (<http://gluseen.org/protocols/preparing-teabags>), free.

34 Diversity of Cropping Systems and their Impact on Soil Functionns [Electronic resource]: – Access mode: (iastate.edu), free.

35 Saviozzi A., Cardelli R., Levi-Minzi R., Riffaldi R. Evolution of biochemical parameters during composting of urban wastes// Compost Science and Utilization 12(2): - 2004. - P 153-160.

36 Gajda A.M., Czyż E.A., Ukalska-Jaruga A. Comparison of the Effects of Different Crop Production Systems on Soil Physico-Chemical Properties and Microbial Activity under Winter Wheat// *Agronomy* – 2020. – Vol. 10, - 21 p.

37 Lee, Sang-Hwan. Use of Soil Enzymes as Indicators for Contaminated Soil Monitoring and Sustainable Management . Sang-Hwan Lee, Min-Suk Kim, Jeong-Gyu Kim, Soon-Oh Kim// Sustainability – 2020. – Vol. 12. – P. 8209.

38 Poputnikova T.O. Ekologicheskaya otsenka pochv i otдельnykh komponentov okruzhayushchey sredy v zone razmeshcheniya poligona tverdykh bytovykh otkhodov: avtoreferat dis// Kandidata biologicheskikh nauk: - 03.00.16. 03.00.27. M.: MGU. - 2010. - 26 s.

39 Felipe Bastida, A. Zsolnay, Teresa Hernández, Carlos Garcia. Past, present and future of soil quality indices // A biological perspective. - 2008.—T. 147 (3). P. 159-171.

40 Koper, J., Piotrowska, A., 2003. Application of biochemical index to define soil fertility depending on varied organic and mineral fertilization// Electron. J. Pol. Agric. Univ. 6. - P 8.

ТҮЙІН

А.А. Құрманбаев^{1*}, К.К. Мусаева¹, Ш.Ғ.Ермек¹

ТОПЫРАҚ ДЕНСАУЛЫҒЫНЫҢ КОНЦЕПЦИЯСЫ ЖӘНЕ ҚАЗІРГІ ТОПЫРАҚ
ДЕНСАУЛЫҒЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІ: ҚЫСҚАША ШОЛУ

¹ Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-
зерттеу институты, 050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,

*e-mail: wberel@gmail.com

Ұсынылған шағын шолуда топырақтың биологиялық белсенділігінің оның физикалық және химиялық қасиеттерімен, сайып келгенде, топырақ құнарлығымен және ауылшаруашылық дақылдарының шығымдылығымен байланыстылығының жүйелі көрінісі көрсетілген. Топырақтың биологиялық белсенділігі топырақ биотасының,

негізінен микробиотаның және өсімдік тамыр жүйесінің тіршілік әрекетіне, сонымен қатар топырақ ферменттерінің әрекетіне байланысты. Жеке ВАР сынақтарын қарапайым және қол жетімді биологиялық құнарлылық индекстері BFI ретінде пайдалануға болатыны көрсетілді.

Түйінді сөздер: топырақтың биологиялық белсенділігі, топырақ құнарлылығының көрсеткіштері, ферменттер, топырақ саулығы, топырақ сапасы.

РЕЗЮМЕ

А.А. Курманбаев^{1*}, К.К. Мусаева¹, Ш.Г.Ермек¹

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И ЕЁ ИНДИКАТОРЫ В МОНИТОРИНГЕ
КАЧЕСТВА ПОЧВ: МИНИОБЗОР

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии

имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,

*e-mail: wberel@gmail.com

В представленном миниобзоре показана системная картина биологической активности почв в ее связи с физико-химическими свойствами, и, в конечном итоге, с плодородием почв и урожайностью сельскохозяйственных культур. Биологическая активность почв обусловлена прижизненной активностью почвенной биоты, главным образом микробиоты и корневых систем растений, а также действием почвенных ферментов. Показано, что отдельные тесты БАП могут быть использованы в качестве простых и доступных биологических индексов плодородия BFI.

Ключевые слова: биологическая активность почв, индикаторы плодородия почв, ферменты, энзимы, здоровье почвы, качество почвы.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

1 Kurmanbayev Askar Abylaikanovich – Chief Researcher of the Department of Fertility and Biology and Soils, Doctor of Biological Sciences, Professor;
e-mail: wberel@gmail.com

2 Mussayeva Kuralay Kenzhebayevna – Analytical engineer of the Department of Saline Soil Reclamation, Master of Agricultural Sciences, e-mail: mkuralay_97@mail.ru

3 Yermek Shugyla Galymzhankyzy - Analytical engineer of the Department of Fertility and Biology and Soils, B.Sc., e-mail: shugyla.yermek@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ*Изменения в составе редколлегии:*

В состав редакционной коллегии журнала «Почвоведение и агрохимия» включен **Андрей Владимирович Козлов**, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой микробиологии и иммунологии Института Агrobiотехнологий в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Новости:

Статья «Содержание техногенных элементов в почвогрунтах месторождения Актогай и оценка уровня накопления тяжелых металлов», опубликованная в научном журнале «Почвоведение и агрохимия» № 1 2023 г. согласно поданного заявления авторов: Козыбаевой Ф.Е., Бейсеевой Г.Б., Сапарова Г.А., Мұрат Т., Ажикиной Н.Ж., Есжановой А.С. отозвана на основании решения заседания редакционной коллегии журнала протокол № 1 от 15.08.2023 г.

Информация об отозванной статье передана в Казахстанскую базу цитирования (АО «НЦГНТЭ»), сайт журнала «Почвоведение и агрохимия» <https://journal.soil.kz/index/>, Электронную библиотеку <https://cyberleninka.ru/> и в Научную электронную библиотеку <https://www.elibrary.ru/>. Отозванная статья и ссылка исключается из Казахстанской базы цитирования, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и не участвует при расчете показателей.

На электронную версию текста наносится надпись ОТОЗВАНА/RETRACTED и дата отзыва (ретракции).

Главный редактор

Б.У. Сулейменов

Редакционная коллегия:

*Ц. Абдувайли (КНР), М.А. Ибраева, С. Калдыбаев,
Р. Кизилкая (Турция), А.В. Козлов (Россия), Ф.Е. Козыбаева,
М.Г. Мустафаев (Азербайджан), К.М. Пачикин (заместитель главного
редактора), Э. Сальников (Сербия)
М.Т. Егизтай (компьютерная верстка)*

Тираж 200 экз.

Индекс 74197

ISSN 1999-740X



9 771999 740000