



ISSN 1999-740X (Print)
ISSN 2959-3433 (Online)
№ 1 (март) 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

№ 1 (март) 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

№ 1 (март) 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), Ф.Е. Козыбаева, М.Г. Мустафаев (Азербайджан),
К.М. Пачикин (заместитель главного редактора), Э. Сальников (Сербия),
М. Рахимова (ответственный секретарь),
М.Т. Егизтай (компьютерная верстка)*

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры и информации Республики Казахстан. Свидетельство о регистрации № 8457 ЭК от 18.06.2007 г. и перерегистрации № 9898-Ж от 11.02.2009 г.
Входит в Казахстанскую базу цитирования (КазБЦ) и Российскую базу данных научного цитирования (РИНЦ). Размещен в научной электронной библиотеке <https://elibrary.ru>, электронной библиотеке <https://cyberleninka.ru>.

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

E-mail: kz.soilscience@gmail.com

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

СОДЕРЖАНИЕ

Генезис почв

- T. Turaev, O.A. Jabbarov, N.R. Samatov, M.A. Nosirova** Agrochemical and physicochemical properties of the soil of virgin dark serozems of the Aktau mountain range of Nurata district of Navoi region 5

Плодородие почв

- Ж.М. Сманов, А.И. Сулейменова, М.Н. Пошанов, С.Н. Дүйсеков, А.С. Вырахманова** «Азия Агро Групп» АӨК мысалында суармалы топырақтардың қазіргі мелиоративтік жағдайы және оны зерттеу әдістері 15

Биология почв

- Р.Х. Рамазанова, А. Касипхан, Ж.Т. Ботбаева** Биологическая активность темно-каштановой почвы при применении азотных удобрений под яровую тритикале..... 36
- A. Usmonkulova** Bioremediation of Ni (II) cation-contaminated soils by bacteria 53

Экология почв

- Ф.Е. Козыбаева, Г.Б. Бейсеева, Г.А.Сапаров, Т. Мұрат, Н.Ж. Ажикина, А.С. Есжанова** Содержание техногенных элементов в почвогрунтах месторождения Актогай и оценка уровня накопления тяжелых металлов 63

Агрохимия

- С.И. Танирбергенов, Б.У. Сулейменов, З.А. Зәріп** Применение органического гуминового удобрения «Тумат» при возделывании сои 74

Молодые ученые

Обзорная статья

- Т.Р. Сүндет** Влияние приемов биологизации земледелия на здоровье почвы и сельскохозяйственную продукцию 86

CONTENT

Soil genesis

- T. Turaev, O.A. Jabbarov, N.R. Samatov, M.A. Nosirova** Agrochemical and physicochemical properties of the soil of virgin dark serozems of the Aktau mountain range of Nurata district of Navoi region5

Soil fertility

- Zh.M. Smanov, A.I. Suleimenova, M.N. Poshanov, S.N. Duysekov, A.S. Vyrakhmanova** Modern reclaim state of irrigated soils and the method of its study on the example of APC «Azia Agro Group»15

Soil biology

- R.Kh. Ramazanov, A. Kassipkhan, Zh.T. Botbaeva** Biological activity of dark chestnut soil when applying nitrogen fertilizers for spring triticales36
- A. Usmonkulova** Bioremediation of Ni (II) cation-contaminated soils by bacteria53

Soil ecology

- F.E. Kozybayeva, G.B. Beiseyeva, G.A. Saparov, M. Toktar, N.Zh. Azhikina, A.S. Yeszhanova** The content of technogenic elements in soils Aktogay deposits and assessment of the level of accumulation of heavy metals 63

Agrochemistry

- S.I. Tanirbergenov, B.U. Suleimenov, Z.A. Zarip** Organic humic fertilizer «Tumat» application in the cultivation of soybeans74

Young scientists

Review

- T.R. Sundet** Biopreparations as a factor of increasing the yield and quality of agricultural products86

ГЕНЕЗИС ПОЧВ

IRSTI 68.05.31

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.1.5](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.1.5)Turaev^{1*}, O.A. Jabbarov¹, N.R. Samatov¹, M.A. Nosirova¹**AGROCHEMICAL AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL OF VIRGIN DARK SEROZEMS OF THE AKTAU MOUNTAIN RANGE OF NURATA DISTRICT OF NAVOI REGION**¹*Soil composition and repository, quality analysis center SUE,**100097, Tashkent, st. Choponota, quarter "C", Uzbekistan, *e-mail: soil-uz@mail.ru*

Abstract. In this article, we present the main geomorphological indicators of virgin dark serozems common on the slopes of the Aktau mountain range of the Nurata mountains. The relief of the territory of the studied soils is formed on mountain slopes with a dissected relief. The lands of these territories are used for grazing. Soil-forming rocks are alluvial-deluvial, rubble deposits formed on the destruction products of various bedrocks. Dark serozems are common in a temperate, humid climate, characteristic of the upper zones of the serozem belt. A significant annual input of organic substances into the soil determines the increased humus content of the soils, the greater thickness of the humus horizons. Increased moisture determines a deeper washout of carbonates. In the profile of virgin dark serozems, the following genetic horizons are distinguished: a humus-accumulative horizon of dark gray color, reaching a thickness of 16-20 cm with good turfiness; the structure of the upper horizons is plastic, turning into lumpy. The horizon B is 40 to 80 cm thick and contains insect chambers covered with limescale. The coloration is lighter with a brownish tint. An important feature of the soils of the belt of dark gray soils is their skeletal structure. The degree of skeletonity is different and depends on the depth of gravel deposits. The maximum hygroscopicity in virgin dark gray soils ranges from 2.746 to 4.819 % of the weight of absolutely dry soil. Fluctuations in the content of maximum hygroscopicity depend on the amount and composition of absorbed bases and soluble salts in the soil. The thickness of the humus horizon in virgin dark gray soils is 60-90 cm, the maximum content of humus is on the upper horizon at 6-7 cm. Its amount in the arable horizon is 2.66-3.34 %. The content of mobile forms of phosphorus in the soil - 8.5-9.0 mg/kg of soil, the availability of exchangeable potassium is medium and high - 276.9-361.2 mg/kg. Dark serozems are richer in colloid-silt fractions, and organic colloids play a more significant role in their composition than in typical and light serozems. Therefore, their absorption capacity is higher.

Key words: eluvial, deluvial and gravelly rocks, belt, humus, virgin, skeletonity, colloidal silt, fraction, capacity, hygroscopicity.

INTRODUCTION

Dark serozems can be found in the foothills, on the lower slopes of mountains, on the piedmont slopes and in the valleys of intermountain rivers. The altitude boundaries of their distribution range from 800 to 1200-1400 m above sea level. By exploring on virgin dark serozems, we studied their chemical composition, mechanical composition and nutrients. The determination of these indicators contributed to a more complete assessment of the mechanical composition, the content of nutrients and humus in the studied soils, and to provide recommendations for their

more rational use. The study of agrochemical and physicochemical properties of virgin dark serozems is intended to clarify changes in the soil cover, in the content of nutrients and other soil properties for the qualitative characteristics of the land fund of the region, the implementation of measures to use land and increase their productive capacity, as well as to substantiate schemes for integrated use protection of land and water resources. As the object of research was selected virgin dark serozems common on the slopes of the Aktau Mountain range. This research focuses on agrophysical, agrochemical data and soil

fertility, mechanical composition, capacity and content of the main elements. Scientific novelty of research, in particular, changes in the agrophysical, agrochemical properties of soils. The aim of the study was to determine the agrophysical, agrochemical properties of the target dark serozems identified on the slopes of the Aktau Mountain range, and to evaluate the characteristics of fertility and their use.

MATERIALS AND METHODS

The studies were carried out according to standard methods generally accepted in soil science in field, laboratory and office conditions, chemical analyzes were carried out in a laboratory with ISO international certification in the field of soil science, in particular, soil sampling, storage and laboratory analyzes were carried out on the basis of 17.4.3.01–83 the Interstate GOST standard. The study of the properties of soils with a degraded topsoil based on 17.4.2.02–83 the Interstate Standard GOST. Instructions for the method "Soils. Definition of organic matter." Determination of organic matter by the Tyurin method" GOST.26213-91. Methods for laboratory determination of granulometric microaggregate composition of OzDSt 817-97. Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Machigin method in the modification of TsINAO. GOST. 26205-912. The content of calcium and magnesium in soils based on the Interstate standard GOST 26428-85. Express - method of content, water extract, humus according to GOST 26213-91. Methods of agrochemical analyzes of soils and plants of Central Asia (5th supplemented edition) [1].

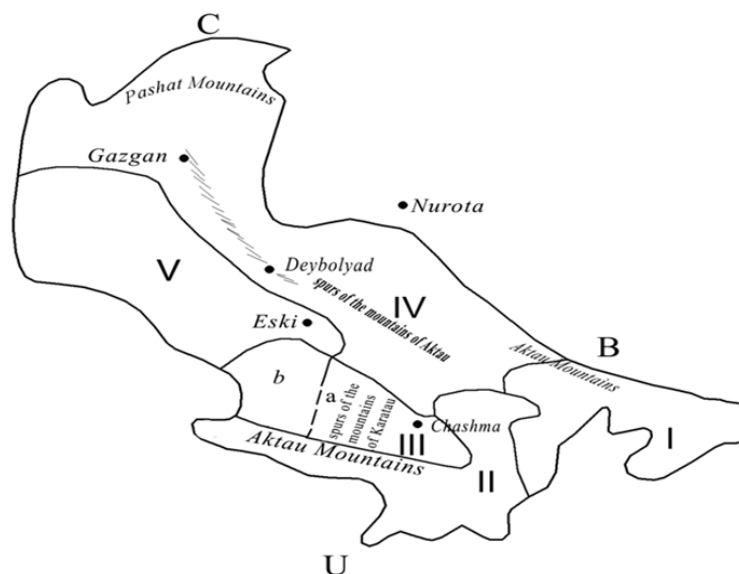
RESULTS AND DISCUSSION

Geomorphology, relief and grounds. A large area of dark serozem territory can be found between the Nurantau and Aktau ridges in the intermountain pit. The altitude of the territory fluctuates between 800 and 900 meters above sea level. Here are some geomorphological regions to be

distinguished. (figure 1).

1. Region of medium and low mountains
2. Area of dissected foothills
3. Piedmont proluvial plain
4. Kalamajarsay Valley
5. Region of hilly-ridged plains

The first region of medium and low mountains in the south of the study area is confined to the mountains of Bakhiltau, Kyzyl, Aktau, Koshdergen. These mountains are part of the South Nurata mountain range. The absolute heights of the southern part of the mountains are in the range of 900-1994 m above sea level. In parallel with the Nurata Mountains, the Aktau Mountains, with a length up to 100 m, break up at an altitude of 1400 m. All these are characterized by a ravine-beam network and a series of mountain streams [2]. The slopes of the Aktau Mountain range within the farm face north and south. The northern slopes are steep with numerous outcrops of rocky outcrops and extensive and stony talus. Southern slopes with more gentle slopes, but also with dissected relief. The steepness of the slopes is 8-200, in some places even more degrees. The length of the slopes varies from 150 to 600-800 m. Some streams have steep rocky slopes. In the mountainous part, due to greater moisture, the slopes of the streams are covered with diverse and abundant vegetation. The average design vegetation coverage is 70-75 %. The main plants are: sedge (*Carex*), viviparous bulbous bluegrass (*Poa bulbosa*), mugworts (*Artemisia*), less often almonds, which are usually confined to steep and rocky places. There are various plants in the region that grow continuously as an admixture among ephemeroids and wormwoods, including *Malcolmia*, *Papaver pavoninum*, *Ziziphora*, *Capparis spinosa*, *Rhaponticum repens* and leek. Over 50 species have been identified so far in the area. In terms of the harmful and inedible plants for animals exist in the area including *Sophora pachycarpa*, *Peganum*, *Eremurus* plant, and among poisonous plants, *trichodesma incanum* [3].



Scheme of geomorphological regions of the «Gazgan» massif

- I - Medium mountains of the Aktau**
- II - Low mountains of the Karatau**
- III - Foothill slope of the Karatau mountains:**
 - a) hilly - ridge plain on loess**
 - b) strongly dissected by rivers and ravines on gravelly proluvial deposits**
- IV - Piedmont sloping plain of low mountain Aktau, Pashat and their slopes**
- V - Piedmont broad - wavy plain**

Figure 1 – Scheme of geomorphological regions of the «Gazgan» massif

Vegetation is completely absent from rock outcrops. The erosion of weakly fixed slopes caused by vegetation is much greater than the erosion of turfed slopes. The vegetation cover of the described geomorphological region for the most part cannot be used by sheep due to inaccessibility, since fine-earth areas where there are plants edible for animals are scattered in small spots between rocks and screes. The surface of the soil is covered with plants by 40-50 % in these locations. Modern relief is formed by a complex of natural components, among which tectonic-erosion factors are prominent. The Nurata Range was uplifted and erosion processes intensified in the mountains as a result of tectonic movements at the end of the Neogene and the beginning of the Quaternary. Thus, on

the southern slopes of the Aktau ridges, unwashed soils are usually found on slopes with a steepness of 2-30, far less often on slopes with a 50 steepness, and even less frequently on slopes with a 100 steepness. Steeper slopes (more than 250) are more often occupied here by medium and strongly eroded, stony soils, as well as outcrops of parent rocks. Agriculture is not generally possible in the area due to the condition of the soil. Climatic conditions leave an imprint on all physical and geographical processes, and especially on soil formation. In terms of climatic zoning, the territory of the district is included in the Zeravshan district of the Turan climatic province and differs from other districts in its sharp aridity, abundance of heat, light and continentality. The climate of the re-

gion is similar to that of the desert belt, with a strong continental component. The result of such continentality is the existence of two different meteorological regimes: the cold and warm half-years. Due to the intensive development of cyclonic activity, the cold half of the year is characterized by great weather instability. During the spring mesothermic period, plants are most likely to thrive, since they are provided with the most precipitation and optimal temperatures. In the warm half of the year, the vegetation is severely restricted by the lack of moisture and oppressed by high temperatures. Thus, there is instability in the snow cover. Observations show that there is no stable snow cover; in winter, snow falls on days when there are negative temperatures. An average of 21 days pass before snow leaves the territory.

The above characterization of the climate does not cover the features of the microclimate due to the variety of relief forms that create an uneven distribution of heat and moisture on slopes of various exposures and steepness. It has been established that the southern slopes heat up more, lose moisture faster, snow melts faster on them, weathering and erosion processes are very intensive. The northern slopes heat up less, the processes of snow melting proceed gradually, so the soils are better wetted and accumulate more moisture. Dark gray soils are common on the mountain slopes of the Aktau ridge with elevations above 800-900 m above sea level [2]. The predominant territory is occupied by mountain slopes with dissected relief. The soils of the territory are suitable for grazing.

On fine-grained soils, pastures are good, and on areas covered with stony scree, they are with sparse vegetation. Soil-forming rocks are eluvial-deluvial rubble deposits formed on the destruction products of various bedrocks. Dark serozems

spread in a temperate, humid climate, characteristic of the upper zones of the serozem belt. The average annual 10-120 temperatures. Summers are less hot and shorter. Winters are colder and longer. Precipitation falls 400-500 mm per year. Most of the precipitation falls in the winter-spring period. A large amount of precipitation determines the deep wetting of soils, reaching 2 m and deeper. The drying up of the soil is slower. A significant annual input of organic substances into the soil determines the increased humus content of the soils, the greater thickness of the humus horizons. Increased moisture determines a deeper washout of carbonates. Among virgin dark serozems, the following genetic horizons can be distinguished: a humus-accumulative horizon of dark gray color, reaching a thickness of 16-20 cm, with good turf cover; the upper horizons are plastic, becoming lumpy. Insect chambers are covered with limescale on the horizon (B), which is 40 to 80 cm thick. There is a lighter coloration with a brownish tint. In the form of rare smears, carbonate neoplasms begin to appear at 30-40 cm. At a depth of 40-90 cm, carbonates are most abundant. There is a pale-yellow subsoil beneath the surface. Depending on the bedrock underlayment, crushed stone, and degree of soil erosion, the thickness and presence of the described horizons differ. The skeletal structure of soils in the belt of dark gray soils is an important characteristic. Depending on the depth of gravel deposits, the degree of skeletonity varies.

Skeletal fragments are represented by small pebbles, cartilage, and rubble. Skeletal content increases from top to bottom (table 1).

To characterize the mechanical and microaggregate composition of dark serozems, table 2 presents the analysis data of the section - 1296.

Table 1 - Degree of skeletonity in virgin dark serozems

Cutting (sample №)	Depth, cm	Skeletal content, %	Skeleton degree
1296	30-40	24,9	medium skeletal
	40-50	23,9	---
	50-70	10,1	weak skeletal
803	5-20	31,2	strongly skeletal
	20-40	50,8	---

The aggregate composition is in the numerator, and the mechanical composition is in the denominator. An indication of the number of aggregates of a given size can be determined by the difference between the values of these two indicators with a + (plus) sign. Based on table 2, there are 22.58-30.30 % of physical clay in 0-70

cm thick light loamy soils. There is a significant amount of coarse dust (0.05-0.01 mm) in the fraction along the profile, which makes up 28.74-46.48 %. In soils, the silty fraction (0.001 mm) reaches 9.0-10.8 %. The content of microstructural fractions reaches 15.18-21.80 % [4].

Table 2 - Mechanical and microaggregate composition of virgin dark serozems

Cutting (sample, №)	Depth, cm	Fraction weight, %							Physical clay	Total number of units
		>0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
1296	0-11	117,68	11,99	112,05	555,60	77,24	55,44		12,68	
		115,15	33,40	113,37	337,86	77,96	111,26	9,00	28,22	15,54
		+2,53	-1,41	-1,32	+17,74	-0,72	-5,82	-9,00		
	11-25	116,66	22,73	112,41	556,44	66,68	55,08		11,76	
		115,60	22,95	112,75	440,88	55,24	112,24	110,34	27,82	16,06
		+1,06	-0,22	-0,34	+15,56	+1,44	-7,16	-10,34		
	25-40	114,48	22,65	115,77	559,48	22,92	44,70		7,62	
		114,65	33,10	112,97	446,48	11,14	111,10	110,56	22,80	15,18
		-0,17	-0,45	+2,80	+13,00	+1,78	-6,40	-10,56		
	40-55	119,14	22,79	112,43	556,38	44,28	44,98		9,26	
		117,65	33,25	115,50	441,02	00,68	111,06	110,84	22,58	13,32
		+1,49	-0,46	-3,07	+15,36	+3,60	-6,08	-10,84		
	55-70	119,81	33,25	114,78	553,30	33,82	55,04		8,86	
		119,00	44,00	115,82	335,44	33,56	111,36	110,82	25,74	16,88
		+0,81	-0,75	-1,04	+17,86	+0,26	-6,32	-10,82		
	70-85	221,94	33,04	113,68	552,84	33,72	44,78		8,50	
		221,25	44,60	115,11	228,74	110,24	110,24	9,82	30,30	21,80
		+0,69	-1,56	-1,43	+24,10	-6,52	-5,46	-9,82		

Table 3 - Absorption capacity and composition of absorbed bases of virgin dark serozems

Cutting (sam- ple №)	Depth in cm	Clay fraction, %	Absorption capacity g/ eq. per 100g of soil	mg / eq 100 g of soil				Sum of absorbed bases	% of the sum of absorbed cations			
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
1296	0-11	35,94	11,37	99,23	00,98	00,94	00,08	11,23	882,2	88,7	88,4	00,7
	11-25	35,8	8,50	66,98	00,98	00,87	00,04	8,87	778,7	111,1	99,8	00,4
803	0-5	28,58	11,87	99,23	11,23	00,69	00,04	11,19	882,5	111,0	66,2	00,3
	5-20	30,36	8,50	66,88	11,23	00,64	00,04	8,79	778,2	113,9	77,5	00,4

Dark serozems are richer in colloidal silty fractions, and organic colloids play a more significant role in their composition than in typical and light ones. Therefore, their absorption capacity is higher. The reaction of the soil solution in dark gray soils is equal to pH - 7.5-8.3 and is weakly alkaline (table 3) [1].

The more hygroscopic water in the soil, the heavier its mechanical composition and the richer its organic content. This water is not available to plants and is part of the dead moisture reserve in the soil. The maximum hygroscopicity in virgin dark gray soils ranges from 2.736 to 4.820 % of the weight of absolutely dry soil (table 4, 5). Fluctuations in the content of maximum hygroscopicity depend on the amount and composition of absorbed bases and soluble salts in the soil.

The humus horizon thickness in virgin dark gray soils is 60-90 cm, and the maximum humus content is found on the upper horizon, which is 5-11 cm thick. The amount is 2.53-3.920 % in the arable horizon. Humus content ranges from 67.74 to 152.82 t/ha in the soils [5]. In the course of the profile, the amount of humus decreases rapidly, but it still has a significant content of 0.974-1.010 % along its length. A 70-90 cm deep horizon was observed. The qualitative composition of humus is determined by the ratio of C (carbon) and N (nitrogen) (C:N) contained in it. The narrower the ratio, the more nitrogen-containing substances are in the soil (table 4). A virgin dark serozem has a ratio of pH-7,1-8,3, which is narrow. The content of mobile forms of phosphorus varies widely (19.0-23.5 mg/kg of soil), the availability of exchangeable potassium is medium and high (240.8-325.1 mg/kg) [6]. The soils are slightly carbonate (leached). Carbonates mainly in the upper horizon are 0.88-1.43 % and sometimes with depth the amount of carbonates increases to 9.90 % (table 4). Carbonates to some extent coincide with the visually established illuvial horizon. All soils are thin and medium thick. The main area up to 70 % is occupied by strongly skeletal soils. Soils are unformed, and the main area in combinations is washed away to varying degrees.

Table 4 - grochemical properties of virgin dark serozems

Cutting (sample, №)	Depth, cm	Humus, %	humus reserves in t/ha in the		N, %	N reserves in t/ha in the layer		P ₂ O ₅ content		K ₂ O content		C:N	CO ₂
			0-30 cm	0-50 cm		0-30 cm	0-50 cm	Mobile, mg/kg	Total, %	mobile mg/kg	total %		
dark serozems of the middle low mountains													
803	0-5	3,515	73,06	93,32	0,217	4,96	6,76	19,0	-	296,0	-	9,37	1,43
	5-20	1,873			0,119			7,5		278,0		9,07	1,65
	20-40	1,054			0,095			5,0		286,0		6,36	3,63
	40-60	0,505			0,044							6,65	7,92
	70-90	1,010			0,095							6,13	9,90
1296	0-11	3,920	113,09	152,82	0,255	7,24	9,91	23,5	0,195	325,1	2,38	8,85	0,99
	11-25	2,517			0,156			22,5	0,230	373,2	2,41	9,32	1,10
	25-40	1,720			0,119			25,0	0,245	397,3	2,53	8,33	1,21
	40-55	1,341			0,087							8,91	1,21
	55-70	1,070			0,066							9,37	1,10
3	70-85	0,947			0,045				0,195		2,38	12,0	1,21
	0-6	2,353	48,19	67,74	0,168	3,81	5,53	19,5	0,150	240,8	2,41	8,1	0,88
	6-20	1,080			0,089			9,0	0,140	192,6	2,41	7,0	0,66
	20-30	0,784			0,068			6,5	0,140	180,6	2,55	6,65	0,55

Table 5 - Maximum hygroscopicity in virgin dark serozems

Cutting (sample, №)	Depth, cm	%	cutting (sample, №.)	Depth, cm	%
803	0-5	3,555	1296	0-11	3,950
	5-20	2,746		11-25	3,429
	20-40	4,138		25-40	4,602
	40-60	4,819		40-55	3,530
	70-90	3,072		55-70	4,603

CONCLUSION

As a result of the above, virgin dark gray soils have humus horizons that are 60-90 cm thick. The maximum content of humus is on the upper horizon with a thickness of 5-11 cm. Humus amounts to 2.53-3.920 % in the soddy horizon. The soils are mostly rich in humus content (0-50 cm is 78.3-100.5 t/ha). There is a moderate and high availability of exchangeable potassium (240.8-325.1 mg/kg), while mobile forms of phosphorus are within the limits (19.0-23.5 mg/kg of soil). The soils

are low-calcareous (leached). The light loamy soil with a thickness of 0.70 cm contains 25.74-30.30 % physical clay. The bulk of the fraction along the profile 28.74-46.48 % consists of coarse dust (0.05-0.01 mm). Approximately 9.0-10.8 % of soils contain clay (0.001 mm). Approximately 15.18-21.80 % of the microstructure is composed of microstructural units. In terms of mechanical composition, the soils are light loamy with interlayers of heavy loams, with sand being the predominant fraction.

REFERENCES

- 1 Methods of agrochemical analyzes of soils and plants of Central Asia. (5th supplemented edition). - Tashkent, 1977. - P. 152-156.
- 2 Gobunov B.V. Soils of the Bukhara and Navoi regions. - Tashkent, 1982. - 89 p.
- 3 Karovin E.P. Rozanov A.A. Soils and vegetation of Central Asia as a natural productive force, prerequisites and natural-historical zoning of energy-moisture leaks, works of the Middle Az. State University. Series-XII a "Geography". Issue 17 - Tashkent, 1938. - 125 p.
- 4 Methods for laboratory determination of granulometric microaggregate composition of OzDSt 817-97. - 1 p.
- 5 Instructions for the method "Soils. Definition of organic matter" "Determination of organic matter by the Tyurin method" GOST.26213-91. - 1 p.
- 6 Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Machigin method in the modification of TsINA O. GOST. 26205 - 912. - P. 1-8.

ТУЙИН

Т. Тураев^{1*}, О.А. Жаббаров¹, Н.Р. Саматов¹, М. Носирова¹

НАВОИ ОБЛЫСЫ НҲРАТИН АУДАНЫ АҚТАУ ТАУЛЫ СІЛЕМИНІҢ ТЫҢ ҚАРА СҰР
ТОПЫРАҒЫНЫҢ АГРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

*ММUK «Топырақтың сапасын, құрамын және репозиторийін талдау
орталығы», 100097, Ташкент, Чопонота көшесі, "Ц" кварталы, Өзбекстан,*

**e-mail-uz@mail.ru*

Бұл мақалада Нұратин тауларының Ақтау тау сілемінің баурайында таралған тың қара сұр топырақтарының негізгі геоморфологиялық көрсеткіштері келтірілді. Зерттелетін топырақ аумағының бедері тау беткейлерінде қалыптасады. Бұл аумақтар-

дың жерлері мал жаю үшін пайдаланылады. Топырақ түзуші жыныстар-эртүрлі тау жыныстарының жойылу барысында пайда болған аллювиалды-делювиалды қиыршық тас шөгінділері. Қара сұр топырақтар қоңыржай, ылғалды климатта жиі кездеседі, бұл сұр топырақтың жоғарғы аймақтарына тән. Органикалық заттардың топыраққа жыл сайын едәуір түсуі топырақтағы қарашіріктің жоғарылауын, қарашірік горизонттарының үлкен қалыңдығын анықтайды. Жоғары ылғалдылық карбонаттардың терең шайылуын анықтайды. Тың қара сұр топырақтардың профилінде келесі генетикалық горизонттар ерекшеленеді: қалыңдығы 16-20 см-ге жететін қара сұр түсті гумустық-аккумулятивті горизонт; жоғарғы горизонттардың құрылымы пластикалық, кесектерге айналады. В горизонттың қалыңдығы 40-тан 80 см-ге дейін және құрамында әктаспен жабылған жәндіктер камералары бар. Түсі қоңыр реңкпен ашық. Қара сұр топырақ белдеуінің топырақтарының маңызды ерекшелігі олардың қаңқа құрылымы. Қаңқа дәрежесі эртүрлі және қиыршық тас шөгінділерінің тереңдігіне байланысты. Тың қара сұр топырақтардағы максималды гигроскопия мүлдем құрғақ топырақ массасының 2,746-дан 4,819 % - на дейін. Максималды гигроскопиялық құрамның ауытқуы топырақтағы сіңірілген негіздер мен еритін тұздардың мөлшері мен құрамына байланысты. Тың қара сұр топырақтардағы қарашірік горизонт қалыңдығы 60-90 см, қарашіріктің максималды мөлшері жоғарғы горизонтта 6-7 см деңгейінде. Оның егістік горизонттағы мөлшері 2,66-3,34 % құрайды. Топырақтағы фосфордың жылжымалы түрлерінің мөлшері 8,5-9,0 мг/кг, алмаспалы калийдің қол жетімділігі орташа және жоғары (276,9-361,2 мг/кг). Қара сұр топырақтар коллоидты-лай фракцияларына бай, ал органикалық коллоидтар олардың құрамында әдеттегі және жеңіл сұр топырақтарға қарағанда маңызды рөл атқарады. Сондықтан олардың сіңіру қабілеті жоғары.

Түйінді сөздер: элювиалды, делювиалды және қиыршық тасты жыныстар, белдеу, гумус, тың топырақтар, қаңқа, коллоидты лай, фракция, сіңіру сыйымдылығы, гигроскопиялық.

РЕЗЮМЕ

Т. Тураев^{1*}, О.А. Жаббаров¹, Н.Р. Саматов¹, М. Носирова¹

АГРОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕЛИННЫХ СЕРОЗЕМОВ
ТЕМНЫХ АКТАУСКОГО ХРЕБТА НУРАТИНСКОГО РАЙОНА НАВОИЙСКОЙ ОБЛАСТИ

¹ГУП «Аналитический центр качества, состава и репозиторий почв»,

100097, Ташкент, Чопонота ул., «Ц» квартал, Узбекистан,

*e-mail: soil-uz@mail.ru

В статье приведены основные геоморфологические показатели целинных тёмных сероземов, распространенных на склонах горного хребта Актау Нуратинских гор. Рельеф территории изучаемых почв представлен горными склонами. Земли данной территории используются под пастбищное животноводство. Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные, щебневатые отложения, сформированные на продуктах разрушения различных коренных пород. Темные сероземы распространены в умеренном, влажном климате, свойственном верхним зонам сероземного пояса. Значительное ежегодное поступление в почву органических веществ определяет повышенную гумусированность почв, большую мощность перегнойных горизонтов. Повышенное увлажнение определяет более глубокий смыв карбонатов. В профиле целинных темных сероземов выделяются следующие генетические горизонты: перегнойно-аккумулятивный горизонт темно-серой окраски, достигающий мощности 16-20 см с хорошей задерживающей способностью; структура верхних горизонтов пластичная, переходящая в комковатую. Горизонт В имеет мощность от 40 до 80 см, содержит камеры насекомых, покрытых известковым налетом. Окраска более светлая с буроватым оттенком. Важной особенностью почв пояса темных сероземов является их скелетность. Степень скелетности различна и зависит от глубины залегания щебневатых отложений. Максимальная гигроскопичность в целинных темных сероземах колеблется от 2,746 до 4,819 % от веса абсолютно сухой почвы. Колебания максимальной гигроскопичности

зависят от количества и состава поглощенных оснований и растворимых солей в почве. Мощность гумусового горизонта у целинных темных сероземов составляет 60-90 см, максимальное количество гумуса содержится в верхнем (6-7 см) горизонте. Количество его в пахотном горизонте составляет 2,66-3,34 %. Содержание подвижных форм фосфора в почве - 8,5-9,0 мг/кг, обеспеченность обменным калием средняя и высокая - 276,9-361,2 мг/кг. Темные сероземы богаче коллоидно-илистыми фракциями, причем в их составе органические коллоиды играют более значительную роль, чем у типичных и светлых сероземов. Поэтому емкость поглощения их более высокая.

Ключевые слова: элювиальные, делювиальные и щебневатые породы, пояс, гумус, целинные почвы, скелетность, коллоидно-илистая, фракция, емкость поглощения, гигроскопичность.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

1 Turaev Toziboy - Scientific supervisor, candidate of agricultural sciences,
e-mail: internationalrsoiluz@gmail.com

2 Zhabbarov Odil - General Director, Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences (PhD),
e-mail: soil-uz@mail.ru

3 Samatov Nuriddin – International relations specialist,
e-mail: nuriddinsama-tov99@gamil.com.

4 Nosirova Mavluda - Soil scientist of the 1st category,
e-mail: anvarovnamavluda82@gmail.com

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.29:68.31.21

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.1.15](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.1.15)

Ж.М. Сманов^{1*}, А.И. Сулейменова¹, М.Н. Пошанов¹, С.Н. Дүйсеков¹,
А.С. Вырахманова¹

**«АЗИА АГРО ГРУПП» АӨК МЫСАЛЫНДА СУАРМАЛЫ ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ҚАЗІРГІ
МЕЛИОРАТИВТІК ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ**

*¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми
зерттеу институты, 050060, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,
e-mail: zhassulan.smanov1307@gmail.com

Аннотация. Құрғақ және жартылай құрғақ аймақтардағы, соның ішінде Қазақстанның оңтүстік бөлігінде орналасқан Сырдария өзені бассейнінің суармалы алқаптарын қоса алғанда, топырақтың шамадан тыс тұздануы салдарынан «тастанды» немесе жәй ғана «тыңайған» жерлер санатына жатқызылған алқаптарының көлемі ұлғайып, нәтижесінде күрделі әлеуметтік-экономикалық және экологиялық мәселелер күннен күнге артуда. Қазіргі таңда суармалы егін алқаптарының мелиоративтік жағдайының нашарлауы салдарынан Қазақстанның оңтүстігіндегі төрт облыстың 1,55 млн га суармалы жердің 236,9 мың га немесе 15,2 % қолданыстан шығып қалған. Осыған байланысты бірінші кезекте тұздану мәселесін шешу жолдарын және оның кеңістікте таралуын анықтауда экономикалық тиімділігі жоғары, сонымен қатар уақытты ұтымды пайдалану үшін ГАЗ әдістерін қолдана оырып зерттеу өте маңызды. Бұл зерттеу жұмысының негізгі мақсаты «Азия Агро Групп» АӨК суармалы топырақтарының қазіргі мелиоративтік жағдайын бағалауда топырақтың тұздану дәрежесін, сондай-ақ кеңістікте таралуын анықтау үшін далалық зерттеу жұмыстарын жүргізу және кері қашықтық салмағы (IDW) мен қарапайым кригинг (ОК) интерполяция әдістері арасында салыстыру жұмыстарын жүргізіп дәлдігі жоғары болған интерполяция әдісі арқылы топырақтың тұздану картасын құрастыру. Осы мақсатта 300 га суармалы егін алқабына бір метр тереңдікте 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттарынан алынған топырақ үлгілерінің химиялық құрамы бойынша топырақтың су сүзіндісін талдау нәтижесінде алған иондар мен катиондарды, тұздану соммасы және натрийдің адсорбциялық коэффициентін (SAR) жан-жақты талқылайтын, иондардың уыттылық шегін көрсететін статистикалық талдау әдістері көрсетілді. Содан кейін, далалық зерттеу нәтижесінде алынған топырақтың тұздылығы туралы өңделген мәліметтерді пайдалана отырып, IDW және ОК интерполяциясы арқылы әрбір қабаттың тұзданған топырақтарының контуры анықталып, тұздану карталары жасалды. Аталған екі интерполяцияны қолдану барысында IDW іріктелген нүктелердің мәндерін картаға түсіруде толық қамтып, ОК интерполяциясына қарағанда тұздану дәрежелерінің контурларын толық көрсетті. Нәтижесінде топырақтың 0-20 см қабатында 224 га тұзданбаған, әлсіз тұзданған – 66 га, орташа тұзданған – 10 га және 20-50 см қабаттарының мәндері осыған ұқсас. Ал төменгі 50-100 см қабаттарында тұзданбаған – 100 га, әлсіз тұзданған – 54 га, орташа тұзданған 92 га және күшті тұзданған – 54 га, өте күшті тұзданған топырақ анықталмаған.

Түйінді сөздер: тұзданған топырақтар, суармалы алқап, тұздану соммасы, интерполяция, кері қашықтық салмағы, қарапайым кригинг, натрийдің адсорбциялық коэффициенті.

КІРІСПЕ

Құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда топырақтың тұздануы, дегра-
дация процесінің негізгі және ең көп
тараған түрі болып табылады [1], оның

қоршаған ортаға және егістік алқапта-
рының өнімділігіне теріс әсер етуіне
байланысты әлуметтік және экономи-
калық салдары бар [2]. Топырақтың
тұздануы табиғи жолмен немесе егін

алқаптарын нашар басқарудың нәтижесінде адам әрекетінен болуы мүмкін және топырақтағы тұздардың кеңістікте сонымен қатар топырақ қабаттарындағы мезгілдік өзгермелілігі жергілікті жер бедері, қатал климаттық жағдайымен топырақтың ерекшеліктеріне, суару және жер асты суларының сапасына байланысты [3, 4]. Суармалы егін алқаптары топырақтарының бірінші және екінші реттік тұздануының күшеюіне байланысты бұл процесс әлемнің әртүрлі аймақтарында, Қазақстан Республикасын қоса алғанда бұл жағдайдың күрделі мәселеге айналып отырғаны бірнеше рет құжатталған [5]. Дүние жүзіндегі топырағы шамадан тыс тұзданған суармалы егін алқаптарының 25 %-да егіннің өнімділігі төмендеген [6], ал Республиканың жалпы ауылшаруашылығы алқаптарының 43 % тұзданған деп есептелген [7].

Суармалы егін алқаптардың басым бөлігі Қазақстан Республикасының оңтүстігі, Сырдария өзені алабының ірі атраулары мен ежелгі аллювиалды жазықтарында орналасқан. Халық санының жылдам өсуі, антропогендік әсердің күшеюімен және климаттық ерекшеліктердің қосындысы осы аймақтағы суармалы топырақтардың тұздануының жоғарылауына және ластануына әкеліп соқтырады, нәтижесінде топырақтың сортаңдануы егін шаруашылығы мен аймақтық экожүйелер үшін негізгі тежеушіге айналды [8]. Қазіргі таңда республиканың суармалы алқаптарында олардың мелиоративтік жағдайының мәселесі күрт шиеленісе түсті, «пайдаланылмайтын», «тастанды» деп аталатын жерлер көлемі ұлғайды. Қазақстан Республикасы Жер ресурстарын басқару агенттігінің мәліметтері бойынша қазіргі таңда республиканың оңтүстігіндегі төрт облысында 1,55 млн га суармалы жердің 236,9 мың га немесе 15,2 % пайдаланылмайды [9]. Сонымен қатар, жыл сайын пайдаланылатын жерлердің ішінде де оларды экстенсивті

пайдалану нәтижесінде гумустың, негізгі қоректік заттардың жоғалуы, топырақтың физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерінің нашарлауы нәтижесінде тұрақты төмен өнім беретін алқаптар жиі пайда бола бастады.

Сырдария өзенінің орта ағысында орналасқан Шәуілдір суармалы алқабын жүгері, мақта, жоңышқа және бау-бақша егістігіне қарқынды пайдаланылады, сондай-ақ маусымдық суару кезінде топырақты бастырып суару әдісін қолданылады. Нәтижесінде топырақтың тұздану дәрежесі әр түрлі болды және ол тереңдеген сайын арта түсетіні анықталды. Топырақтың мелиоративтік гипотезасы топырақта жиналған тұздардың концентрация деңгейі мен қазіргі егіннің жағдайы арасындағы тығыз байланысты көрсетті [10]. Аталған тыңайған «пайдаланылмайтын» топырағы бар жер учаскелері тозудың жоғарғы дәрежесіне жетіп, одан әрі пайдалану мүмкін емес екендігіне байланысты қарапайым тыңайған жерлер санатына ауыстырылды. Қазіргі таңда бұл аймақтарда бірте-бірте сортаңдар түзіліп, галофиттер өсіп, Арал теңізінің құрғаған табаны сияқты эолдық тұзды тасымалдау көздеріне айналууда.

Бүгінгі күні топырақ-мелиоративтік және топырақ-агрохимиялық зерттеулердің нәтижелері топырақ құнарлылығы деңгейіне шаруашылық қызметтің оң және теріс салдарын анықтауға мүмкіндік беретін негізгі бағалау көрсеткіштерінің бірі болып қала береді. Оларды жүзеге асыру топырақ құнарлылығы деңгейін өзгерту үрдістерінің бағытын анықтауға ғана емес, сонымен қатар әрбір нақты шаруашылықта топырақ құнарлығын тұрақтандыру және молайту шараларын әзірлеуге мүмкіндік береді [11]. Топырақтың тұздылығын анықтауда, негізінен Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} катиондарынан және Cl^- , HCO_3^{2-} , SO_4^{2-} аниондарынан тұратын концентрациялармен, сондай-ақ натрийдің топырақ қасиеттеріне әсері,

ерекше иондардың уыттылық шегі сияқты сипаттамаларды аналитикалық анықтауды қамтиды [12]. Олар натрий адсорбциялық коэффициенті (Sodium Adsorption Ratio (SAR)) сияқты индекстермен бірге жүреді [13].

Жергілікті зерттеулерге сүйенсек, суармалы топырақтың тұздануының дамуы мен негізгі көздері туралы мәліметтер бар болғанымен, оның көлемін сандық анықтау және кеңістікте таралуын картаға түсіру жетіспейді [14]. Топырақ қасиеттерін білу ауылшаруашылық жерлерінде, әсіресе шөлді оазистерде топырақ пен суды тиімді және тұрақты басқару үшін өте маңызды [15], және оларды картаға түсіру фермерлердің топырақты игеру кезінде туындаған мәселелерді оңтайлы шешу үшін қалай әрекет ете алатынын түсінуге мүмкіндік береді. Геоистатистика топырақ қасиеттерін немесе тұзды аймақтарды және олардың кеңістіктік-уақыттық өзгерістерін анықтау, бақылау және картаға түсірудің тиімді құралы болып саналады [16]. Көптеген жағдайларда үлкен масштабта жүргізілген далалық зерттеу жұмысы кезінде алынған топырақ үлгілерінің көрсеткіштері бойынша тақырыптық карта жасағанда «Кригинг» әдісі ең жақсы бағалаушы болып шықты, яғни қарапайым Кригинг (ordinary Kriging (OK)), ал басқа жағдайларда кері қашықтықты салмағы (inverse distance weighting (IDW)) немесе сплайнды (splines) қолайлы әдістер болып саналды [17]. Сырдария өзенінің ортаңғы ағысында орналасқан суармалы егін алқаптарының топырақтарын әртүрлі интерполяциялық әдістермен топырақтың тұздылығын картаға түсіруде кері қашықтық салмағына (IDW) негізделген әдісі дәл және таңдаулы болып табылады [18]. Сонымен қатар, топырақ ландшафтық талдауды қолданатын көптеген зерттеулер, оның топырақ қасиеттерінің кеңістікте таралуының өте жақсы көрсеткіші бола алатынын көрсетті [19-21].

Топырақ құнарлылығының деңгейін шектейтін факторларды білу және оларды жою бойынша ғылыми негізделген ұсыныстар ауылшаруашылық жерлерді тиімді басқаруға және экономикалық тиімділікті арттыруға тиісті оң шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Топырақтағы тұздардың кеңістікте таралуын тудыратын негізгі факторлардың бір-бірімен өзара әрекеттесуіне назар аударылған зерттеулер аз және бұл туралы ғылыми еңбектер жеткіліксіз [22]. Сондықтан суармалы егін алқаптарындағы шамадан тыс тұзданған топырақтарды «тастанды» немесе жәй ғана «тыңайған» жерлер санатына жатқызбай одан әрі деградациялануын болдырмау және ауыл шаруашылығының тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін кеңістік пен уақыт бойынша топырақтың тұздылығын анықтау, бақылау және картаға түсіру қажет [23].

Дегенмен, Қазақстанның оңтүстігіндегі Сырдария өзенінің орта және төменгі ағысында орналасқан суармалы алқаптарында топырақ қасиеттерінің кеңістіктік таралуы мен өзгермелілігі бойынша аз жұмыстар жүргізілді, сондықтан біз бұл зерттеуді Сырдария өзенінің орта ағысында орналасқан Шәуілдір суармалы алқабындағы «Азия Агро Групп» АӨК-де топырақ қасиеттерінің сапасын және топырақтың тұздануының қазіргі жағдайын бағалау, топырақ тұздарының кеңістікте таралуын көрсету үшін кеңістіктік интерполяцияның екі әдісін (IDW, OK) салыстыру және құрғақ, жартылай құрғақ аймақтардағы суармалы алқаптардың агрожүйесінің сақталуы мен тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін тұздылыққа қатысты негізгі мәселелерді анықтау.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеу нысаны. «Азия Агро Групп» АӨК Қазақстанның оңтүстігіндегі Сырдария өзені алабында (өзеннің орта ағысының оң жағалауында) Шәуілдір суармалы алқабында орналасқан. Нақты зерттеу аймағы

Е68.76981248° ~ Е68.82461537° бойлық пен N42.73576099° ~ N42.75180308° ендік арасында шектелген (сурет 1). Жалпы зерттеу нысаны орналасқан Шәуілдір суармалы алқабы Сырдарияның көне аллювиалды жазығында орналасқан, рельефі сәл толқынды горизонталь бетімен бейнеленген. Топырақ жамылғысы ашық және кәдімгі сұр топырақ пен сұр-қоңыр шөл топырағының субзонасына сәйкес келеді [24]. Өсімдік жамылғысы нашар және монотонды флорамен сипатталады. Жылдық орташа температура 12-13°C, шілдеде орташа 28-30°C, қаңтарда 4-6°C. Жылы кезеңнің орташа ұзақтығы 280-300 күн, ал аязсыз кезең 170-190 күн. Атмосфералық жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері 200-300 мм, олардың максималды көрсеткіші қыста және көктемде (жылдық мөлшерінің 80-85%). Өзендер әдетте желтоқсан айының басында қатады, мұз наурыз айына дейін сақталып, көбінесе көктемде Сырдария мен Арыс арнасынан асып, үлкен аумақты су басып қалады. Ауыл шаруашылығында астыққа арналған жүгері, жоңышқа суармалы жерлерде өсірілетін жетекші дақылдар, ал мақта соңғы жылдары іс жүзінде егілмеген. Суармалы судың негізгі көздері – Сырдария, Арыс және ішінара Шаян, Бөген өзендері. Суару жүйесі Арыс өзенінен басты су алатын магистральдық каналдан және су сорғы қондырғылары арқылы Сырдария өзенінен су алатын кішірек каналдардан тұрады. Суару жүйесі табиғи топыраққа төселген әртүрлі тәртіптегі ашық типті суару каналдарымен ұсынылған.

Зерттеу әдістері. Біз зерттеу нысаны ретінде Шәуілдір суармалы алқабында орналасқан бұрын қарқынды игеріліп, кейін арада 15-20 жылдай тастанды немесе тыңайған жерлер санатына еніп қалған жер учаскесін, «Азия Агро Групп» АӨК өз иелігіне алып қайта қолданысқа енгізген, әртүрлі дәрежеде тұзданған суармалы топырағын таңда-

дық. Зерттеу кезеңі ретінде 2017 жылы суармалы топыраққа, топырақ-мелиоративтік және топырақ-агрохимиялық зерттеу жүргізілген уақыт таңдалды. Осы зерттеудің негізінде алынған нәтижелері, топырақтың артық тұздануы дақылдың нашар және біркелкі емес өсуіне, сондай-ақ тұздану дәрежесі бойынша топырақтағы тұздардың мөлшері артқан сайын еккен егіннің өнімділігі де төмендейтінін көрсетті. Бұл топырақтардың әртүрлі дәрежедегі тұздануын бағалауға және топырақ тұздарының кеңістікте таралуын картаға түсіру үшін кеңістіктік интерполяцияның екі әдісін (IDW, OK) салыстыруға қызықты сынақ алаңын қамтамасыз етеді. Бүгінгі күнге дейін Сырдария бассейнінде орналасқан суармалы алқаптары топырақтарының тұздануы дәрежесі бойынша таралуы туралы жалпыға қолжетімді кеңістіктік ақпарат жоқ. Топырақтың тұздылығын және кеңістікте таралуын бағалау үшін топырақ-мелиоративтік және топырақ-агрохимиялық зерттеу нәтижелерінің негізінде кеңістіктік интерполяцияның тиімді деп танылған әдісіне сүйене отырып тақырыптық карталарды жасадық.

Далалық жұмыс кезінде топырақ үлгілерін алу және тұзды зерттеу «Топырақты зерттеу және жерді пайдаланудың ірі масштабты топырақ карталарын құрастыру жөніндегі Бүкілодақтық нұсқаулық» [25] және «Қазақ КСР-де кең ауқымды топырақ зерттеуін жүргізу бойынша әдістемелік нұсқаулар», ал агрохимиялық зерттеу «Ауыл шаруашылығы топырақтарына кешенді агрохимиялық зерттеу жүргізуге арналған әдістемелік құрал» бойынша жүргізілді. 2017 жылдың жазында сапалы картографиялау және топырақ тұздылығын тексеру мақсатында Шәуілдір суармалы алқабында орналасқан «Азия Агро Групп» АӨК жағдайын ескере отырып, классикалық нұсқауларға сәйкес жаз айында әрбір 5 га жерден 1 топырақ үлгісін, яғни таңдалған 54 нүктеден

1 метрге дейінгі тереңдіктен 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттарына бөлініп топырақ үлгілері алынды [26].

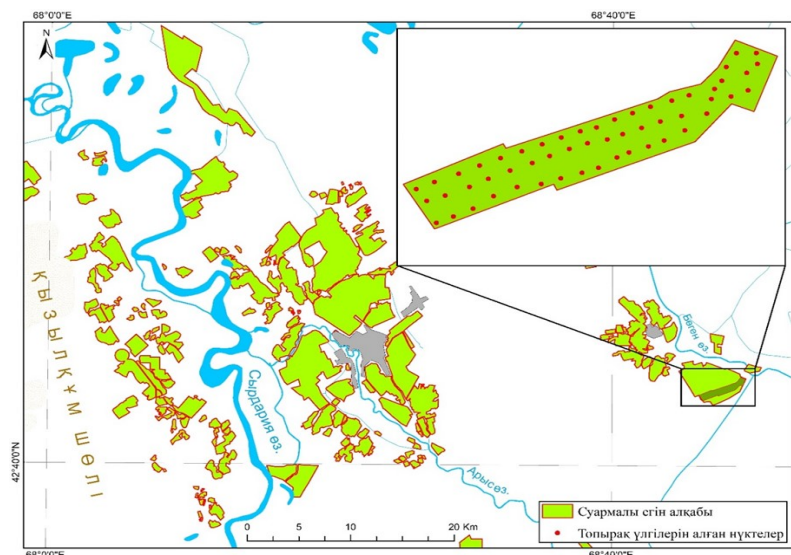
Бұл қажетті топырақ деректерін жинау үшін, далалық зерттеу кезінде Garmin 62s қолмен ұсталатын жаһандық позициялау жүйесі (GPS) бойлық пен ендікті тіркеу үшін пайдаланылды, ал химиялық талдау үшін топырақ бұрғысымен әрбір нүктесінен 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттарынан топырақ үлгілері алынды.

Топырақтың тұздануын бағалау үш көрсеткіш бойынша беріледі: тұздану химиясы, тұздану дәрежесі және тұздың уыттылық шегі. Тұзды топырақтардың химиясы аниондар мен катиондардың құрамымен анықталды. Ең алдымен, аниондар мен олардың топырақтың су сүзіндісіндегі қатынасының мәндері ескерілді [27-30]. Топырақтың су сүзіндісінің химиялық құрамы жалпы топырақ талдауы бойынша нұсқаулықта егжей-тегжейлі сипатталған әдіс бойынша анықталды [31]. ҚР Қоршаған ортаны қорғау министрлігі ұсынған стандартты аналитикалық процедураларға сәйкес, Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия

ғылыми-зерттеу институтының зертханасында топырақ үлгілеріне химиялық талдау жүргізілді. Тұздылық индикаторының параметрлері Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} катиондарының және CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- және SO_4^{2-} аниондарының құрамы жиналған топырақ үлгілері зертханада талданды [32]. Бұл көрсеткіштерді өлшеу суармалы егін алқаптарының топырағындағы тұздың деңгейін жеткілікті түрде көрсете алады. Бұл параметрлерді талдау үшін зертханалық талдау процедуралары қолданылды. Ал, SAR мәні мг-экв/л көрсетілген Na^+ , K^+ және Mg^{2+} концентрацияларын есептеу арқылы және төменде көрсетілген 1-теңдеу бойынша есептелді.

$$SAR = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{1}{2}(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})}} \quad (1)$$

Деректердің статистикалық сипаттамасын алу үшін стандартты талдау жасалды, атап айтқанда, орташа, минимум және максимум, стандартты ауытқу, өзгеріс коэффициенті, асимметрия, эксцесс, үлгі дисперсиясы, медиана.



Сурет 1 – Шәуілдір суармалы алқабы және топырақ үлгілері алынған зерттеу нысаны

Бұл талдау деректердің қалыпты таралуын анықтау үшін және алдын ала болжалдық карталарды құрастыруда геостатистиканы қолданбас бұрын деректердің қалыптылығын бағалауда пайдаланылатын ең көп таралған статистикалық параметр болып табылады, талдау топырақтың су сүзіндісі нәтижесінің пайыздық көрсеткішпен берілген тұздану соммасына және SAR мәндеріне жасалды. Сонымен қатар уытты, негізгі еритін иондардың уыттылық шегін анықтап көрсетуде, жекелеген иондарды қорап сызбасы (boxplot) арқылы, медиана сызығы, үлгінің 50 % үлесі шоғырланған ауқымды көрсететін 25-75 % қорап, ауытқуларсыз ауқымды көрсететін шектік сызықтар және ауытқулар мен шектен тыс ауытқу мәндерін талдау негізінде толық сипаттама жасалды.

Топырақ тұздылығының кеңістіктік өзгермелілігін анықтау үшін IDW және ОК геостатистикалық әдістері қолданылды. Кері қашықтықты өлшеу (IDW) интерполяциясы геоғылымдарда кеңінен қолданылатын кеңістіктік болжау әдіс болып табылады [33]. Бұл құрал әрбір енгізу нүктесінен қашықтық артқан сайын мәндері азайып жергілікті жағдаймен байланыстырады және белгілі деректер нүктесі мәндерінің ортасын салмақтау арқылы белгісіз интерполяцияланған нүкте үшін болжау мәндерін есептейді.

Бұл әдісті жергілікті масштабта зерттеу жүргізілетін аумақты алып жатқан іріктеу нүктелерінің (топырақ үлгілері алынған нүктелер) таралуы жеткілікті болған жағдайда қолдануға болады. Ол алыста орналасқан болжам нүктесіне қатысты жақын нүктелерді салмақтау арқылы жүргізіледі. Тағы да бір кең тараған интерполяция әдісінің бірі қарапайым кригинг (ОК). Бұл әдіс жақын орналасқан және зерттеуге қол жетімді аймақтардан алынған іріктеу нүктелерінің міндерін талдау арқылы бақылау жүргізуге мүмкіндігі шектеулі не-

месе қолжетімсіз аймақтық айнымалылардың мәндерін интерполяциялауға арналған геостатистикалық әдістер тобына жатады [34].

Барлық деректерді өңдеу және талдау ArcGIS 10.4 бағдарламалық жиынтығымен, сондай-ақ статистикалық өңдеулер Microsoft Excel және STATISTICA 12 бағдарламалары арқылы жүзеге асырылды.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Топырақтың тұздануына және агрохимиялық зерттеу жүргізудегі жұмыстың негізгі мақсаты «Азия Агро Групп» АӨК топырақ жамылғысының ағымдағы жағдайын бағалау болып табылады. Жұмыстың негізгі мақсатына жету үшін зерттеу нысаны аумақтарының топырақтарына тұздық түсірілім (1:10000 масштабта) және агрохимиялық зерттеу жүргізілді (сурет 1).

Суармалы егін алқаптарындағы топырақтардың жырту қабатындағы тұздардың жоғарғы концентрациясы қатаң климаттық жағдайларға және басқа да табиғи факторларға, сондай-ақ адам әрекетінен, жерді тиімсіз және дұрыс пайдаланбауына байланысты артады. Топырақта шамадан тыс жинақталған тұз топырақтың сапасына кері әсерін тигізеді және ауылшаруашылығы дақылдарының өсіп-өнуін тежеп, өнімділігін шектейді, себебі өсімдік тамыр аймағында жинақталған тұздарды қоректік зат ретінде қабылдайды [35, 36]. Суармалы топырақтардағы тұздардың жиналуы суару кезеңдерінде судың жеткіліксіз, жерді ұзақ өңдеуінен және аймақта булану көрсеткіші өте жоғары болғандықтан болуы мүмкін. Бірақ тұздардың топырақта біркелкі таралмауы суару суының сапасының әртүрлі болуына байланысты. Суармалы алқапты қамтамасыз ететін судың негізгі көздері Сырдария, Арыс және ішінара Бөген өзендерінің соңғы ағысы болып табылады және олардың су сапасы әртүрлі [37]. Ал зерттеу нысанындағы суармалы

егістіктердің топырақтары оларды пайдаланудың қалыптасқан жүйесіне байланысты өте ерекше. Олардың ерекшелігі, ең алдымен, бүкіл вегетациялық кезеңде жыл сайынғы мерзімді суару және кейіннен шөлді климатта топырақты қарқынды кептіру жағдайында болатын топырақ түзу процесінің ерекшеліктерімен анықталады. Суармалы агроценоздарда топырақ түзілу процесі қабылданған ауыспалы егіс схемасы бойынша суару, кептіру және егістерді ауыстыру маусымдарына сәйкес циклдық сипат алады. Бұл циклдардың бір-біріне қарама-қарсылығы соншалық, топырақта топырақ түзілудің сапалық жағынан мүлдем басқа циклдық режимдері қалыптасады. Әрбір цикл топырақ түзілу жағдайына сәйкес топырақтың құрамы мен қасиеттерінде сәйкес өзгерістерді тудырады. Мұндай жағдайларда топырақтың өзгеру жылдамдығы мен дәрежесі негізінен оның қалай пайдаланылғанына және аумақтың мелиоративтік жағдайын жақсартуға бағытталған іс-шаралардың мерзімінің сақталуына байланысты екені сөзсіз. Сондықтан да осы жұмыстарға ұқсас топырақ-мелиоративтік зерттеулерді жүйелі түрде жүргізу топырақ құнарлылығының жай күйін және оның өзгеру процестерінің бағытын бақылаудың таптырмас құралы болып табылады.

Топырақтың құрамындағы әртүрлі тұздар мәдени өсімдіктерге уыттылық дәрежесі бойынша айтарлықтай ерекшеленеді. Осы жағдайды ескере отырып, топырақтың тұздану дәрежесін бағалау Базилевич пен Панкова ұсынған әдіс бойынша улы тұздардың «жалпы әсерінің» мәні бойынша жүргізілді [27]. Бұл әдіс бойынша кез келген ионның уыттылығы Cl эквиваленттерінде көрсетіледі, ал улы емес тұздардың иондары есепке алынбайды. Ол үшін топырақтың су сүзіндісінің құрамы бойынша аналитикалық деректерді пайдалана отырып, есептелген топырақ қабаттары үшін улы тұздардың «жалпы

әсерінің» мәндері есептелді және топырақтар тұздану дәрежесіне қарай топтастырылды.

Топырақтың су сүзіндісінің нәтижелерін статистикалық талдауда (кесте 1) 0-20 см қабатында (топырақтың жырту қабаты) тұздану соммасының мәні 0,05% және 0,70% аралығында өзгереді, өзгеріс коэффициенті 0,88 және SAR мәні 0,2, 3% және 19,71% аралығында өзгереді, максимум көрсеткіші басқа қабаттармен салыстырғанда ең жоғары, ал өзгеріс коэффициенті 1,96. 20-50 см қабатында тұздану соммасының мәні 0,04%-дан 0,53%-ға дейін өзгерді, өзгеріс коэффициенті болса 0,94-ті құрады және SAR мәні 0,40 пен 6,06 аралығында өзгереді, өзгеріс коэффициенті 1,10. 50-100 см қабатында тұздану соммасының мәні 0,05 пен 1,57 аралығында өзгеріп, максимум мәнінің көрсеткіші алғашқы екі қабатта бір-біріне шамалы ұқсас болып келіп, үшінші қабатта ең жоғары мәнге ие болады. Ал SAR мәндерінде топырақтың жырту қабатынан кейінгі 20-50 см қабатындағы мәндерден айтарлықтай айырмашылық жоқ, өзгеріс коэффициенттері де ұқсас болып келеді. Өзгеріс коэффициенті (CV) кездейсоқ шамалардың дисперсия дәрежесін көрсете алады: $CV < 10\%$ әдетте әлсіз өзгергіштікті білдіреді, ал $10\% < CV < 100\%$ орташа өзгергіштікті білдіреді, және $CV > 100\%$ күшті өзгергіштікті білдіреді, мұны екі жағдайдың да күшті вариациясын көрсететінін білдіреді [38]. Біздің жағдайда барлық үш қабаттан алынған топырақ үлгілерінің тұздану соммасы мен SAR мәндерінің айтарлықтай өзгергіштікке ие емес екендігі айқындалды. Стандартты ауытқу мен өзгеріс коэффициентіде барлық қабаттарда бірдей төмен болды, бұл сынама алу нүктелерінің орналасуына байланысты көп айырмашылық жоқ екендігін көрсетеді.

Топырақтың тұздануы дақылдардың өнімділігін төмендетеді, кейде олардың жаппай қурап қалуына әкеледі.

Топырақта жиналатын тұздардың мөлшері (топырақтың тұздану дәрежесі) мен өсімдіктің сол мезеттегі күйі арасында тығыз байланыс бар екені дәлелденді. Топырақтың тұздану дәрежесіне байланысты дақылдардың тұзға төзімділігі өсу фазасында және өнімінде анық байқалады. Тұзданбаған топырақта топырақтың тұздану дәрежесіне байланысты өсімдіктердің өсуі мен дамуы жақсы және ішінара сол байқалмайды, қалыпты өнім алады. Ал әлсіз тұзданған топырақтарда өсімдіктердің өсуі аздап бәсеңдеген, өнімділігі 10-20 %-ға дейін төмендеуі байқалды, сонымен қатар орташа тұзданған топырақтарда өсімдіктердің жартысына жуығы солып, өнім-

ділігі 30 %-дан 50 %-ға дейін төмендейді, қатты тұзданған топырақтарда өсімдіктердің өсуі қатты құлдырауға ұшыраған және өнімділігі 50-80 %-ға төмендеген болып келеді. Сорларға келетін болсақ, топырақтағы тұздардың «уыттылық шегінен» асып, бірен-саран ғана өсімдіктер тірі қалған, іс-жүзінде өнімділігі жойылған болады [39]. Тұздардың жоғары концентрациясы топырақтағы осмостық қысымды арттырады және жалпы ландшафттың микробиологиялық белсенділігін төмендетеді. Мұндай ландшафттарда биологиялық қалдықтар баяу ыдырайды және соның салдарынан топырақ түзілу үрдісі өте баяу жүреді [40].

Кесте 1 - Топырақ үлгілерінің 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттары бойынша топырақ тұздылығының орташа мәндері мен статистикасы

Көрсеткіштер	0-20 см		20-50 см		50-100 см	
	Тұздану соммасы	SAR	Тұздану соммасы	SAR	Тұздану соммасы	SAR
Орташа	0.14	1.44	0.15	1.26	0.47	1.46
Минимум	0.05	0.23	0.04	0.40	0.05	0.20
Максимум	0.70	19.71	0.53	6.06	1.57	6.68
Стандартты ауытқу	0.13	2.82	0.14	1.39	0.46	1.77
Өзгеріс коэффициенті (CV)	0.88	1.96	0.94	1.10	0.97	1.21
Асимметрия	2.70	5.53	1.80	2.40	0.91	1.93
Эксцесс	7.83	34.39	2.14	5.38	-0.44	2.80
Үлгі дисперсиясы	0.02	7.97	0.02	1.93	0.21	3.13
Медиана	0.09	0.73	0.09	0.73	0.26	0.67

Топырақта тез еритін тұздардың аккумуляциялануы кезінде ауыл шаруашылығы өсімдіктерінің қоректену жағдайларының бұзылуы әртүрлі себептерге байланысты болуы мүмкін. Мысалы, топырақ ерітіндісіндегі тұздардың жоғары концентрациясы диссоциация дәрежесін төмендетіп, кейбір элементтердің ерітіндіден бөлініп қосылыс түріндегі шөгіндіге айналуы мүмкін, ал бұл жағдай өсімдіктердің ерітінді күйдегі қоректік элементтерінің шектелуіне алып келеді. Осылайша, сілтілі топырақтарда Ca, Fe және кейбір микроэлементтердің карбонаттарға айналып, ерігіштіктері төмендеуі жатады. Топырақтың

тұздануы кезінде иондардың антагонизмдену құбылысы күрт жоғарылайды. Атап айтқанда, топырақ ерітіндісінде натрий иондарының шамадан тыс жиналуы өсімдіктердің Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} және басқа катиондарды сіңіріуіне жол бермейді, ал артық мөлшерде хлордың жинақталуы дақылдардың аниондарды сіңіруіне кері әсер тигізеді. Тұздардың уытты әсері жасушалардың цитоплазмасының зақымдалуымен байланысты, нәтижесінде химиялық элементтердің таңдамалы сіңуі баяу сіңуге ауысады және өсімдік бойына тұздардың қалыптан тыс жоғары жинақталуына әкеліп соғады [41]. Топырақтың тұздану дәре-

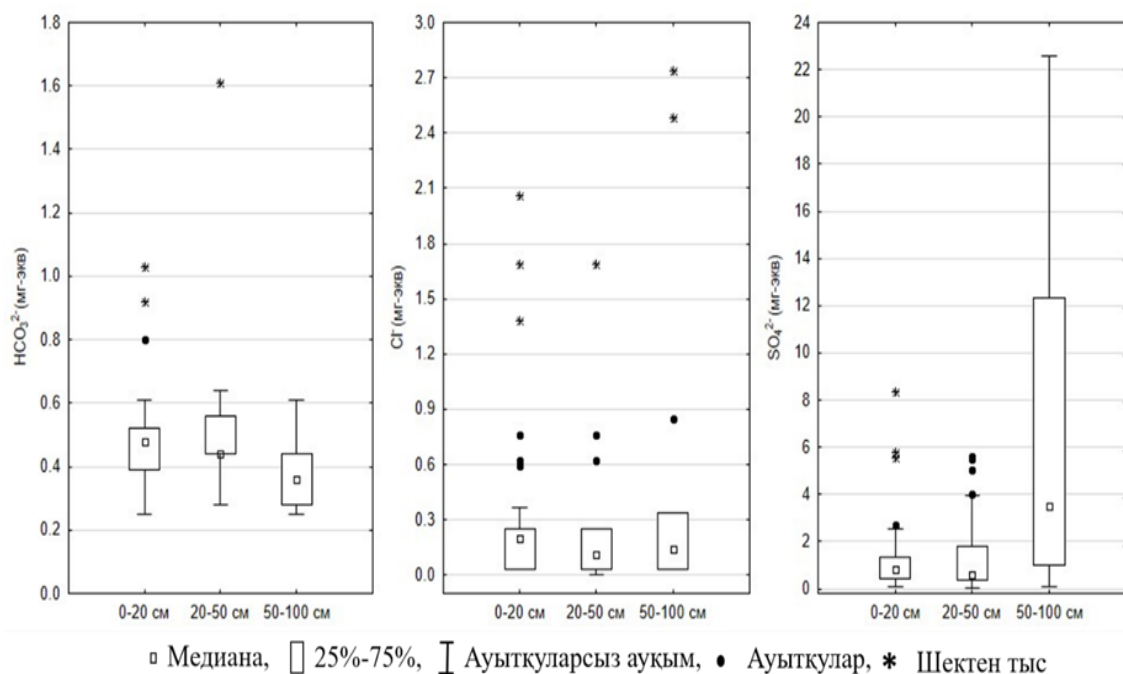
жесі әр түрлі болуының басты себебі, топырақтағы тұздардың жалпы мөлшерінің бірдей болғанымен, құрамы әртүрлі болуы мүмкін. Бұл өсімдіктерге әртүрлі тұздар мен иондардың уыттылығының көрсеткіштері мен әсерінің әртүрлілігімен байланысты. Сондықтан сортаң топырақтарды агрономиялық тұрғыдан бағалағанда тұздардың сапалық құрамы ерекше мәнге ие болады. Топырақтың су сүзіндісін талдау мәліметтері арқылы уытты тұздардың мөлшерін анықтау нәтижесінде, топырақтағы тұздардың уыттылық шегі анықталып, топырақтың тұздану типі мен деңгейі анықталады. Уыттылық шегі орташа тұзға төзімді өсімдіктерде өсу мен дамудың тежелуі байқалатын топырақтағы тұздардың шекті мөлшері ретінде анықталады, жеке иондар үшін келесі уыттылық шектері 100 г топыраққа мг-экв-пен төмендегідей көрсеткіштермен бекітілген: CO_3^{2-} - 0,03; HCO_3^- - 0,8; Cl^- - 0,3; SO_4^{2-} - 1,7 [42].

Негізгі еритін иондардың концентрациясы, яғни карбонат (CO_3^{2-}) зерттеу нысандағы суармалы топырақтардың 0-20 см жырту қабатынан алынған жалпы 54 дана үлгінің, 5 данасынан 0,03 мг/экв пен 0,17 мг/экв арасында анықталды, ал қалған 49 дана үлгілер мен 20-50 см және 50-100 см қабаттарынан алынған үлгілердің мәндері 0-ге тең. Бикарбонат (HCO_3^-) топырақтың үш қабатта да медиана сызығы уыттылық шегінен төмен, олар: 0-20 см қабатында 0,48 мг/экв, 20-50 см қабатта 0,44 мг/экв, және 50-100 см қабатта 0,36 мг/экв. Ал ауытқусыз ауқымды қамтитын топырақ үлгілерінің төменгі шегі 0,25, жоғарғы шегі 0,64. 0-20 см қабатында ауытқулар бойынша 1 үлгі және шектен тыс ауытқыған 2 үлгі бар, ал 20-50 см қабатында 1 үлгі шектен тыс ауытқыған. Хлор ионы (Cl^-) 0-20 см қабатында ауытқусыз ауқымның жоғарғы шегі 0,37 мг/экв-пен шектеледі, яғни хлор ионына бекітілген уыттылық шектен шамалы жоғары жә-

не 50-100 см қабаттарында үлгілердің 50 % шоғырланған ортасын көрсететін 25-75 % қорапшасы мен ауытқусыз ауқымның жоғарғы шегі 0,34 мг/экв-ті құрады, ал медиана сызығы үш қабатта да 0,3 мг/экв-тен төмен орналасқан. 0-20 см қабатында ауытқулар саны 3, шектен тыс ауытқулар 3, 20-50 см қабатында 2 ауытқыған және 1 шектен тыс ауытқыған үлгі бар, сондай-ақ 50-100 см қабатында ауытқыған үлгілер саны 1, шектен тыс ауытқыған үлгілер саны 2. Зерттеу аймағындағы суармалы топырақтардағы сульфат (SO_4^{2-}) қарастырып отырған зерттеу қабаттары төмендеген сайын жоғары мәнге ие, медиана сызығы 0-20 см қабатта 0,8 мг/экв, 20-50 см қабатта 0,62 мг/экв және 50-100 см қабатында 3,33 мг/экв. 25-75 % қорапшасының жоғарғы шегі 0-20 см қабатында сульфат үшін бекітілген уыттылық шегінен төмен (1,33), ал 20-50 см қабатында жоғарғы шегі 1,81 мг/экв-ке тең және ең жоғарғы мәнге ие болған 50-100 см қабатта төменгі шегі 0,73 мг/экв болса жоғарғы шегі 12,35 мг/экв. Ауытқуларсыз ауқымның жоғарғы шегі 0-20 см қабатта 2,52 мг/экв, 20-50 см қабатта 3,94 мг/экв және 50-100 см қабатта 22,56 мг/экв. Ауытқулар 0-20 см қабатта 1 үлгі, 20-50 см қабатта 4 үлгі, ал шектен тыс ауытқығандар 0-20 см қабатта ғана 3 үлгі бар. Зерттеу нысанынан қабаттар бойынша алынған топырақ үлгілерінің негізгі еритін иондардың уыттылық шегіне «қорап сызбасы» арқылы талдау жасауда медиана сызығымен салыстырғанда сульфат, топырақтың 50-100 см қабатында уыттылық шегінен жоғары болды, ал карбонат, бикарбонат және хлор аталған үш қабатта, сонымен қатар сульфат жоғарғы 0-20 см және ортаңғы 20-50 см қабатта медиана сызықтары уыттылық шегінен төмен болды (сурет 2). Ауытқуларсыз ауқымның жоғарғы шегін, ауытқулар және шамадан тыс ауытқыған мәнді көрсеткен топырақ үлгілері зерттеу нысанының оңтүстігінде немесе оңтүстік-батысында орналасқан. Далалық

бақылау кезінде алынған топырақ үлгілерін талдау нәтижесінде тұздану дәрежесі бойынша топырақтар-дың әрбір тобының үлесін бағалау мақсатында мәліметтер кестеде жинақталды (2-кесте). Талдау нәтижесіне сәйкес топырақтың жырту қабатында (0-20 см) тұзданбаған топырақтардың үлесі 90,74 %-ды құраса, бұл көрсеткіш 20-50 см қабатта 78,11 %-ға дейін төмендейді, ал ең төменгі 50-100 см қабатта тұзданбаған топырақтың мөлшері жырту қабатына қарағанда шамамен екі есеге дейін төмендеп, 48,15 %-ды құрайды. Әлсіз тұзданған топырақ 0-20 см қабатында 5,56 % болса, 20-50 см және 50-100 см қабаттарында 14,81 %-ды құрап, шамалы өскен. Орташа тұзданған топырақтардың үлесі 0-20 см қабатында 3,70 %-дан 20-50 см қабаттарында 7,41 %-ға өсіп, төменгі қабаты 50-100 см қабатында 14,81 %-ға жетеді. Ал күшті және өте күшті тұзданған топырақтар 0-20 см және 20-50 см қабаттарында пайыздық үлесі 0-ге тең болса, 50-100 см қабаттарында 22,23 %

күшті тұзданған топырақтарға жатады. Сонымен қатар, бұл талдау топырақ үлгілерінің ұқсас, бірдей нүктелерін алынған және біркелкі суару жүйелерімен суару суын тұтынғанның өзінде, егістік алқаптарының әртүрлі жағдайда орналасуы салдарынан тұздылықтың кеңістікте таралуы бойынша айтарлықтай айырмашылықтар байқалатынын көрсетеді. Алдыңғы зерттеулерде, топырақтың жырту қабатындағы тұздардың көлемінің азаюы, маусымдық кезеңдерге байланысты әлсіз, орташа немесе күшті тұзданған топырақтардың 20-50 см және 50-100 см ұлғаюы, суармалы топырақтардағы тұздардың үздіксіз қозғалыста болатындығы анықталған [43] және бұл жағдай суару кезеңдері мен бастырып суару арасында тығыз байланыс бар екендігін көрсетті [23]. Топырақтағы бірінші және екінші реттік тұзданудың кеңістікте таралу аймағын анықтау ауылшаруашылығы жерлерін тиімді басқаруға сондай-ақ өнімділікті арттыру үшін өте



Сурет 2 - Топырақтағы негізгі еритін уытты иондардың максимум, минимум және орташа мәндері үшін қорап сызбасы (барлық мәндер мг/экв)

Кесте 2 -Топырақ үлгілерінің тұздану дәрежесі бойынша жіктелуі пайызбен берілген

№	Тұздану деңгейлері	Тұздану соммасы	Қабаттар		
			0-20 см, (%)	20-50 см, (%)	50-100 см, (%)
1	Тұзданбаған	<0,25	90,74	78,71	48,15
2	Әлсіз тұзданған	0,25-0,5	5,56	14,81	14,81
3	Орташа тұзданған	0,5-1,0	3,70	7,41	14,81
4	Күшті тұзданған	1,0-2,0	0	0	22,23
5	Өте күшті тұзданған	>2,0	0	0	0

Бұл зерттеуде суармалы егін алқаптары топырақтарының тұздану дәрежесі мен және оның кеңістікте таралуын бағалау үшін интерполяцияның IDW (кері қашықтықты өлшеу) және ОК (қарапайым Кригинг) әдістері қолданылды. IDW – іріктеу нүктелерін интерполяциялаудың ең кең таралған әдістерінің бірі болып табылады және интерполяция аймағына ең жақын нүктелермен, сондай-ақ алыста, аз орналасқан нүктелер арасында өзара әсер ететін ілгері болжамға негізделген. Интерполяция ауданы іріктеу нүктелерінің мәніне тікелей байланысты, шашырау нүктелерінің орташа өлшенген шамасы болып табылады және интерполяция нүктесі мен шашырау нүктесі арасындағы қашықтық артқан сайын әрбір шашырау нүктесіне бекітілген салмақ азаяды. Белгісіз нүктелердегі мәндер белгілі нүктелердегі қолжетімді мәндердің орташа өлшенген мәні ретінде бағаланады [44].

IDW және ОК интерполяциясын (сурет 3) топырақ үлгілері алынбаған нүктелер үшін жақсырақ кеңістіктік интерполяция әдісін, біздің зерттеу нысанымыздағы суармалы топырақтың тұздану дәрежесінің таралу үлгісін алу үшін пайдаланылды. Топырақтың су сүзіндісін талдау барысында анықталған тұздану соммасына негізделі отырып, жіктелген тұздылық дәрежесі «Азия Агро Групп» АӨК аумағы топырақтарының жоғарғы метрлік қабатында біршама алуан тұздылығымен ерек

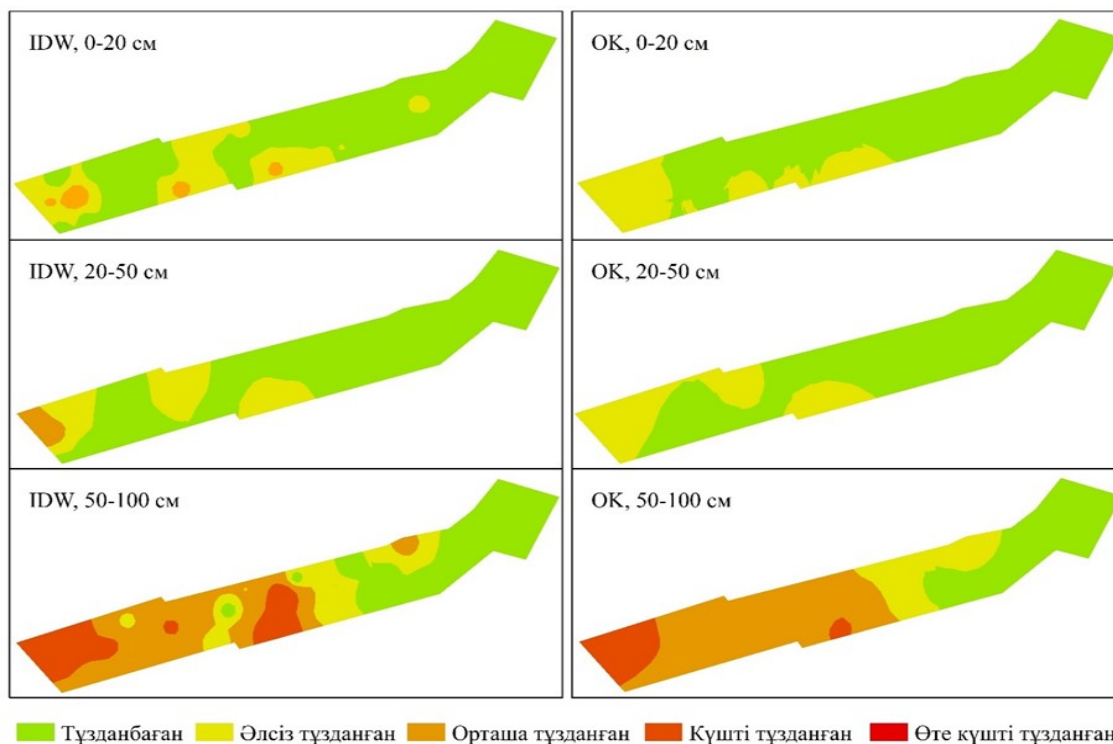
шеленеді жә-не біркелкі таралмаған, оны картографиялық мәліметтерді талдауда IDW және ОК интерполяциясын пайдалана отырып құрастырылған топырақтың тұздану картасынан көруге болады. IDW әдісі арқылы талданған жоғарғы 0-20 см қабаттағы топырақтарда күшті және өте күшті тұзданған топырақ дәрежесінен басқа топырақтың тұздану дәрежесінің барлығы дерлік кездеседі (сурет 3, IDW, 0-20 см). Территорияның бас бөлігі, өзенге жақын орналасқан аумағындағы топырақ тұздарының мөлшері бойынша салыстырмалы түрде қауіпсіз деп айтуға болады. Аумақтың ортаңғы бөлігінің шеткі бөлігі мен оңтүстік жартысы күрделі мелиоративтік жағдайлармен сипатталады, әлсіз және орташа тұзданған топырақтардың едәуір үлкен контурлары бар. Екінші 20-50 см қабаттың топырақтарында да тұздылық дәрежесінің барлығы дерлік болатын контурлар болғанымен, бұл қабат жоғарғы горизонтпен салыстырғанда тұздылығы жағынан аз ала-құла (сурет 3, IDW, 20-50 см). Тұзданған топырақтардың контурлары зерттелетін аумақтың шеткі және соңғы бөліктерінде шоғырланған. Жоғарғы қабаттан айырмашылығы, кішкентай болса да, бірақ орташа тұзданған топырақтардың контурлары бар. Топырақтағы ең төменгі 50-100 см қабатты біршама алуан тұздылықпен сипатталады, өте күшті тұзданған топырақтан басқа күшті, орташа және әлсіз

тұзданған топырақтардың барлығы дерлік дәрежелері бар – тұзданбағаннан жоғары өте күшті тұзданғанға дейін (сурет 3, IDW, 20-50 см).

ОК әдісі арқылы құрастырылған карталар IDW негізінде жасалған карталарға ұқсас болып келгенімен, бір-біріне жақын орналасқан ұқсас мәндері бар шашырау нүктелерінің салмағы артып, жекелеген мәнге ие болған шашырау нүктелерінің салмағы өте азайып кетеді, нәтижесінде тұздану дәрежесі толық қамтылған контурлар қалыптаспайды. Әрі қарай, жалпы зерттелген аумақтың тұздану дәрежесі бойынша топырақтардың әрбір тобының үлесін бағалау үшін алынған мәліметтер кестеде жинақталды (кесте 3).

Нәтижесінде 300 га суармалы егіс алқабының 0-20 см қабатында IDW бойынша 224 га, ОК бойынша 235 га тұзданбаған, әлсіз тұзданған топырақ-

тың ауданы ұқсас мәнге ие 66 га және 65 га. Ал орташа тұзданған топырақтар IDW әдісі бойынша 10 га құраса, ОК әдісі бойынша құрастырылған картада 0-ге тең, себебі ОК бірдей мәндегі шашырау нүктелердің салмағына басымдылық беріп жекелеген мәндегі шашырау нүктелерінің салмағы азаюы салдарынан тұздану дәрежесінің контурларын қалыптастыра алмаған және мұндай жағдай келесі 20-50 см, 50-100 см қабаттарында да қайталанатын. Тұтастай алғанда, топырақ тұздануының ең үлкен аумақтары төменгі 50-100 см қабаттарының топырақтары алып жатыр, IDW бойынша тұзданбаған – 100 га, әлсіз тұзданған – 54 га, орташа тұзданған 92 га және күшті тұзданған – 54 га, өте күшті тұзданған топырақ анықталмаған. Ал ОК бойынша тұзданбаған – 90 га, әлсіз тұзданған – 45 га, орташа тұзданған 153 га және күшті тұзданған – 30 га.



Сурет 3 – Кері қашықтық салмағы (IDW) және қарапайым кригинг (ОК) бойынша топырақ тұздылығының таралу карталары (0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттары бойынша)

Аталған барлық қабаттардағы тұздану дәрежесі негізінен зерттеу аймағының оңтүстік, оңтүстік-батыс бөліктерінде, Бөген өзенінен алыс және суару суының бастау алатын арнасынан қашықтаған сайын байқалды, ол барлау кезінде байқалған суару су ағынының бағытымен байланысты. Бұл суару суын табиғи түрде ағызатын жақын маңда ойпаттың немесе қашыртқы суларды ағызып жіберетін кәріздердің болмауына байланысты суару суын соңғы болып ішкен танаптарда ұстап тұруы немесе топыраққа сіңдіріп жіберуі салдарынан сумен бірге ерітінді күйінде келген тұздар топырақ құрамында қалып қояды. Зерттеу нысанында топырақтағы тұздардың жинақталуының тағыда басты себептерінің бірі, булануға ұшыраған сулардың көп мөлшері. Тұздың жинақталуын бағалау және бақылау үшін топырақтың тұздану картасы қажет. Бұл ақпаратты фермерлер агроэкожүйеге әсер ететін мәселелерді шешуге және алдын алуға көмектесетін тиімді құрал ретінде пайдалануға болады. Сондай-ақ бұл тәсілдің қарапайымдылығы оның қанағаттанарлық дәлдігімен топырақтың тұздануын болжауға және картаға түсіруге үлкен септігін тигізеді [45]. Тұздану дәрежесі жоғары топырақтардың контурлары негізінен мелиоративтік жағдайы нашарлаудың бастапқы кезеңіне тән сипатқа ие. Суармалы алқаптың мелиоративтік жағдайын жақсарту шаралары қазір қабылданбаса, онда бұл шағын контурлар ұлғайған, тұздану үрдісі

жүріп жатқан сипатқа ие болады және одан әрі жағдайдың нашарлауымен үздіксіз тұздануға айналады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл зерттеу жұмысының негізінде «Азия Агро Групп» АӨК суармалы топырақтарының тұздану дәрежесін, сондай-ақ тұздардың кеңістікте таралуын анықтау үшін далалық зерттеу жұмыстары жүргізілді және кері қашықтық салмағы (IDW) мен қарапайым кригинг (OK) интерполяция әдістері арасында салыстыру жұмыстары жүргізіліп, дәлдігі жоғары болған интерполяция әдісі арқылы топырақтың тұздану картасы жасалып, талдау жүргізілді. Топырақтың тұздылығының кеңістікте таралуын бағалауда тиімділігі нақтыланған әдісті таңдау, тұзданған топырақтарды оңтайлы басқару және екінші реттік тұзданудың қауіптілігін алдын алу мүмкіндіктерін қарастыру үшін өте маңызды. Бұл зерттеуде 300 га суармалы егін алқабына бір метр тереңдікте 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттарындағы тұздылықты зерттеу үшін топырақтың химиялық құрамы бойынша су сүзіндісін талдау нәтижесінде алған иондар мен катиондарды, тұздану соммасы және натрийдің адсорбциялық коэффициенті (SAR) және IDW және OK интерполяция әдістері бағаланды. Нәтижесінде, тұздан зардап шеккен аймақтарды бағалау үшін OK интерполяциясы арқылы алынған нәтижелерге қарағанда IDW әдісі дәлірек болды.

Кесте 3 – IDW және OK әдістерімен анықталған тұздану дәрежесінің кеңістікте таралу көлемі

№	Тұздану деңгейлері	0-20 см, (га)		20-50 см, (га)		50-100 см, (га)	
		IDW	OK	IDW	OK	IDW	OK
1	Тұзданбаған	224	235	238	232	100	90
2	Әлсіз тұзданған	66	65	52	68	54	45
3	Орташа тұзданған	10	0	10	0	92	135
4	Күшті тұзданған	0	0	0	0	54	30
5	Өте күшті тұзданған	0	0	0	0	0	0

Біздің жағдайда кәріз жүйесі мен топырақтың тұздылығы арасындағы байланыс агрожүйені басқарудың негізгі факторы болып, суармалы алқап жүйелердегі суды тұрақты басқарудың маңыздылығын атап көрсетеді. Қорыта келе тұздану соммасына және топырақтың тұздылығының таралу карталарына сүйенсек, аталған барлық қабаттардағы алынған нәтижелер топырақтың тұздылығы жоғары дәрежесі негізінен зерттеу аймағының оңтүстік, оңтүстік-батыс бөліктерінде, Бөген өзенінен алыс және суару суының бастау алатын арнасынан қашықтаған сайын 0-20 см қабатта аздап және 50-100 см қабатында көп мөлшерде тұздардың шоғырланғаны анықталды. Ал өзенге жақын орналасқан аумақтарда өсімдіктердің төзімділігіне сәйкес келетін тұздылық тобына жататынын көрсетті, бірақ бұл жоғарыда аталған тұздардың шоғырланған аумағына ұсынылмайды.

Осылайша, топырақ тұздылығының кеңістікте таралуын бағалауға арналған бұл әдіс (IDW) жақсы көрсеткіш болып табылады және оны «Азия Агро Групп» АӨК суармалы топырақтарында пайдалана алды, нәтижесінде топырақтың 0-20 см қабатында 224 га тұзданба-

ған, әлсіз тұзданған – 66 га, орташа тұзданған – 10 га және 20-50 см қабаттарының мәндері осыған ұқсас. Ал төменгі 50-100 см қабаттарында тұзданбаған – 100 га, әлсіз тұзданған – 54 га, орташа тұзданған 92 га және күшті тұзданған – 54 га, өте күшті тұзданған топырақ тіркелмеген болып топырақ тұздылығының дәрежесі мен кеңістікте таралу туралы карта құрастырылып бағаланды. Сонымен қатар ауыл шаруашылығы жүйелерін тиімді басқару бағдарламаларын және тұрақты пайдалануды жүзеге асыру үшін осыған ұқсас аймақтарға шешім қабылдауға болады. Топырақтың тұздылығын анықтауда интерполяция әдісін қолдану, далалық зерттеулерде көп уақытты қажет ететін және шығынды деп есептелетін ауқымды деректерді жинау, сынама нүктелерінің санын азайтуға мүмкіндік берді. Алайда, құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда суармалы және суарылмайтын (жаңбырмен суарылатын) егіншілікпен айналысатын аумақтар үшін топырақтың тұздылығын картаға түсірудің дәлдігін мүмкіндігінше арттыруды қарастыратын болсақ, қашықтықтан зерделеу әдістерін қолдану үшін қосымша зерттеулер қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Shrivastava P., Kumar R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation// Saudi journal of biological sciences. – 2015. – T. 22. – №. 2. – C. 123-131.
- 2 Li S. et al. Remediation of saline-sodic soil using organic and inorganic amendments: physical, chemical, and enzyme activity properties// Journal of Soils and Sediments. – 2020. – T. 20. – C. 1454-1467.
- 3 Singh A. Soil salinization management for sustainable development: A review// Journal of environmental management. – 2021. – T. 277. – C. 111383.
- 4 Eswar D., Karuppusamy R., Chellamuthu S. Drivers of soil salinity and their correlation with climate change// Current Opinion in Environmental Sustainability. – 2021. – T. 50. – C. 310-318.
- 5 Zaman M. et al. Soil salinity: Historical perspectives and a world overview of the problem// Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques. – 2018. – C. 43-53.
- 6 Mao W. et al. Yellow River sediment as a soil amendment for amelioration of saline land in the Yellow River Delta// Land Degradation & Development. – 2016. – T. 27. – №. 6. – P. 1595-1602.

7 Tokbergenova A., Kiyassova L., Kairova S. Sustainable Development Agriculture in the Republic of Kazakhstan// Polish Journal of Environmental Studies. – 2018. – Т. 27. – № 5. – P. 1923–1933.

8 Suska-Malawska M. et al. Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan// Agronomy. – 2022. – Т. 12. – № 5. – P. 1207.

9 Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2006 год. Астана, 2007, 179 с.

10 Laiskhanov, S. U. et al. A Study of the Effects of Soil Salinity on the Growth and Development of Maize (*Zea Mays* L.) by using Sentinel-2 Imagery// OnLine Journal of Biological Sciences. – 2022. – Т. 22. – № 3. – P. 323-332.

11 Мазиров М.А. и др. Комплексный мониторинг плодородия почв различных агроландшафтов: учебное пособие. – 2020. – С. 5-111.

12 Duan Y. et al. Driving factor identification for the spatial distribution of soil salinity in the irrigation area of the SyrDarya river, Kazakhstan / Agronomy. – 2022. – Т. 12. – № 8. – P. 1912.

13 Allison L. E., Richards L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. – Soil and Water Conservative Research Branch, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, 1954. – № 60. – P. 17-19.

14 Duisikov S. N. et al. The operational method of conducting large-scale salt survey and drawing salinity level maps of irrigated lands of the Akdalinsky array// Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. – Т. 12. – P. 547-557.

15 Yang Y. et al. Sustainable intensification of high-diversity biomass production for optimal biofuel benefits// Nature Sustainability. – 2018. – Т. 1. – № 11. – P. 686-692.

16 Juan P. et al. Geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil salinity// Journal of Geochemical Exploration. – 2011. – Т. 108. – № 1. – P. 62-72.

17 Mousavi S. R. et al. Evaluating inverse distance weighting and kriging methods in estimation of some physical and chemical properties of soil in Qazvin Plain// Eurasian Journal of Soil Science. – 2017. – Т. 6. – № 4. – P. 327-336.

18 Pulatov A. et al. Soil salinity mapping by different interpolation methods in Mirzaabad district, Syrdarya Province// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 883. – № 1. – P. 012089.

19 Tunçay T. et al. Assessment of Inverse Distance Weighting IDW Interpolation on Spatial Variability of Selected Soil Properties in the Cukurova Plain// Journal of Agricultural Sciences. – 2016. – Т. 22. – № 3. – P. 377-384.

20 Robinson T. P., Metternicht G. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties// Computers and electronics in agriculture. – 2006. – Т. 50. – № 2. – P. 97-108.

21 Emadi M., Baghernejad M. Comparison of spatial interpolation techniques for mapping soil pH and salinity in agricultural coastal areas, northern Iran// Archives of Agronomy and Soil Science. – 2014. – Т. 60. – № 9. – P. 1315-1327.

22 Laiskhanov S. U. et al. Dynamics of Soil Salinity in Irrigation Areas in South Kazakhstan// Polish Journal of Environmental Studies. – 2016. – Т. 25. – № 6. – P. 2469-2475.

23 Smanov Z. M. et al. Mapping of Cornfield Soil Salinity in Arid and Semi-Arid Regions// Journal of Ecological Engineering. – 2023. – Т. 24. – № 1. – С. 146-158.

24 Pachikin K., Erokhina O., Funakawa S. Soils of Kazakhstan, their distribution and mapping// Novel measurement and assessment tools for monitoring and management of land and water resources in agricultural landscapes of Central Asia. – 2014. – P. 519-533.

- 25 Носин В. А., Федорин Ю. В., Фриев Т. А. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. - М.: Колос, - 1973. - С. 43.
- 26 Варенников В.М., Губин Е.И., Котляров В.Н., Тажмагамбетов Т.К. и др. Инструкция по проведению крупномасштабных (1:1000–1:100000) геоботанических изысканий природных кормовых угодий Республики Казахстан. – Алматы, 1995. – С. 4-5.
- 27 Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Опыт классификации почв по засолению// Почвоведение. – 1968. – № 11. – С. 3-16.
- 28 Панкова Е. И. Оценка засоления и опыт составления крупномасштабных карт засоления почв (на примере Джизакской степи)// Бюллетень почвенного Института им. ВВ Докучаева. – 1972. – №. 5. – С. 41-51.
- 29 Корниенко В. А., Коробкин В. А. К вопросу составления карт засоленности //Вестник АН КазССР. – 1976. – № 1. – С. 54-56.
- 30 Кан В. М. Временные методические указания по проведению почвенно-мелиоративных изысканий, составлению проектно-сметной документации и мелиорации солонцеватых и содово-засоленных орошаемых почв Казахской ССР. – 1985. – С. 85.
- 31 Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во. МГУ, 1970. – С. 489.
- 32 Aleksandrova L. N., Naidenova O. A. Laboratory practice in soil science. Russian. Kolos, Leningrad. – 1976.– P. 294.
- 33 Lu G. Y., Wong D. W. An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique //Computers & geosciences. – 2008. – Т. 34. – № 9. – P. 1044-1055.
- 34 Shahbeik S. et al. Comparison between ordinary kriging (OK) and inverse distance weighted (IDW) based on estimation error. Case study: Dardevey iron ore deposit, NE Iran //Arabian Journal of Geosciences. – 2014. – Т. 7. – С. 3693-3704.
- 35 Mmolawa K., Or D. Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review // Plant and soil. – 2000. – Т. 222. – № 1-2. – P. 163-190.
- 36 Bernstein L. Crop growth and salinity //Drainage for agriculture. – 1974. – Т. 17. – С. 39-54.
- 37 Zhang W. et al. Hydrochemical characteristics and irrigation suitability of surface water in the Syr Darya River, Kazakhstan //Environmental monitoring and assessment. – 2019. – Т. 191. – С. 1-17.
- 38 Nielsen D. R., Wierenga P. J., Biggar J. W. Spatial soil variability and mass transfers from agricultural soils //Chemical mobility and reactivity in soil systems. – 1983. – Т. 11. – P. 65-78.
- 39 Ковда В. А. и др. Классификация почв по степени и качеству засоления в связи с солеустойчивостью растений //Ботанический журнал. – 1960. – Т. 45. – № 8. – С. 1123-1131.
- 40 Laiskhanov S. U. et al. Dynamics of Microbiological Activity of Soils in the Natural Landscapes of the Shoulder Massif (The Mid-Stream of the Syr Darya River) //Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – Т. 10. – № 7. – P. 1697-1700.
- 41 Строганов Б. П., Иваницкая Е. Ф. Влияние почвенного засоления на прочность связи хлорофилла с белками хлоропластов у хлопчатника //Докл. АН СССР. – 1954. – Т. 48. – С. 497-499.
- 42 Мамутов Ж. У. и др. Интерпретация данных водной вытяжки из засоленных почв //Алматы: Полиграфия-Сервис К. – 2011. – С. 75.

43 Poshanov M. N. et al. The Effects of the Degree of Soil Salinity and the Biopreparation on Productivity of Maize in the Shaulder Irrigated Massif //OnLine Journal of Biological Sciences. – 2022. – T. 22. – № 1. – С. 58-67.

44 Wackernagel H., Wackernagel H. Ordinary kriging //Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications. – 2003. – С. 79-88.

45 Jordán M. M. et al. Spatial dynamics of soil salinity under arid and semi-arid conditions: geological and environmental implications //Environmental geology. – 2004. – T. 45. – С. 448-456.

REFERENCES

1 Shrivastava P., Kumar R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation// Saudi journal of biological sciences. – 2015. – T. 22. – № 2. – С. 123-131.

2 Li S. et al. Remediation of saline-sodic soil using organic and inorganic amendments: physical, chemical, and enzyme activity properties //Journal of Soils and Sediments. – 2020. – T. 20. – С. 1454-1467.

3 Singh A. Soil salinization management for sustainable development: A review// Journal of environmental management. – 2021. – T. 277. – С. 111383.

4 Eswar D., Karuppusamy R., Chellamuthu S. Drivers of soil salinity and their correlation with climate change// Current Opinion in Environmental Sustainability. – 2021. – T. 50. – С. 310-318.

5 Zaman M. et al. Soil salinity: Historical perspectives and a world overview of the problem//Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques. – 2018. – С. 43-53.

6 Mao W. et al. Yellow River sediment as a soil amendment for amelioration of saline land in the Yellow River Delta //Land Degradation & Development. – 2016. – T. 27. – № 6. – С. 1595-1602.

7 Tokbergenova A., Kiyassova L., Kairova S. Sustainable Development Agriculture in the Republic of Kazakhstan //Polish Journal of Environmental Studies. – 2018. – T. 27. – № 5.

8 Suska-Malawska M. et al. Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan// Agronomy. – 2022. – T. 12. – № 5. – С. 1207.

9 Svodnyj analiticheskij otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazahstan za 2006 god. Astana, 2007, 179 s.

10 Laiskhanov, S. U. et al. A Study of the Effects of Soil Salinity on the Growth and Development of Maize (Zea Mays L.) by using Sentinel-2 Imagery// OnLine Journal of Biological Sciences. – 2022. – T. 22. – № 3. – С. 323-332.

11 Mazirov M. A. i dr. Kompleksnyj monitoring plodorodiya pochv razlichnyh agrolandshaftov: uchebnoe posobie. – 2020. – P. 5-111.

12 Duan Y. et al. Driving factor identification for the spatial distribution of soil salinity in the irrigation area of the SyrDarya river, Kazakhstan//Agronomy. – 2022. – T. 12. – № 8. – P. 1912.

13 Allison L. E., Richards L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. – Soil and Water Conservative Research Branch, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, 1954. – № 60. – С. 17-19.

14 Duisekov S. N. et al. The operational method of conducting large-scale salt survey and drawing salinity level maps of irrigated lands of the Akdalinsky array// Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. – T. 12. – С. 547-557.

- 15 Yang Y. et al. Sustainable intensification of high-diversity biomass production for optimal biofuel benefits// *Nature Sustainability*. – 2018. – Т. 1. – № 11. – С. 686-692.
- 16 Juan P. et al. Geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil salinity// *Journal of Geochemical Exploration*. – 2011. – Т. 108. – № 1. – С. 62-72.
- 17 Mousavi S. R. et al. Evaluating inverse distance weighting and kriging methods in estimation of some physical and chemical properties of soil in Qazvin Plain// *Eurasian Journal of Soil Science*. – 2017. – Т. 6. – № 4. – С. 327-336.
- 18 Pulatov A. et al. Soil salinity mapping by different interpolation methods in Mirzaabad district, Syrdarya Province// *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – IOP Publishing, 2020. – Т. 883. – № 1. – С. 012089.
- 19 Tunçay T. et al. Assessment of Inverse Distance Weighting IDW Interpolation on Spatial Variability of Selected Soil Properties in the Cukurova Plain// *Journal of Agricultural Sciences*. – 2016. – Т. 22. – № 3. – С. 377-384.
- 20 Robinson T. P., Metternicht G. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties// *Computers and electronics in agriculture*. – 2006. – Т. 50. – № 2. – С. 97-108.
- 21 Emadi M., Baghernejad M. Comparison of spatial interpolation techniques for mapping soil pH and salinity in agricultural coastal areas, northern Iran// *Archives of Agronomy and Soil Science*. – 2014. – Т. 60. – № 9. – С. 1315-1327.
- 22 Laishanov S. U. et al. Dynamics of Soil Salinity in Irrigation Areas in South Kazakhstan// *Polish Journal of Environmental Studies*. – 2016. – Т. 25. – № 6. – С. 2469-2475.
- 23 Smanov Z. M. et al. Mapping of Cornfield Soil Salinity in Arid and Semi-Arid Regions// *Journal of Ecological Engineering*. – 2023. – Т. 24. – № 1. – С. 146-158.
- 24 Pachikin K., Erokhina O., Funakawa S. Soils of Kazakhstan, their distribution and mapping// *Novel measurement and assessment tools for monitoring and management of land and water resources in agricultural landscapes of Central Asia*. – 2014. – С. 519-533.
- 25 Nosin V. A., Fedorin YU. V., Frieв T. A. Obshchesoyuznaya instrukciya po pochvennym obsledovaniyam i sostavleniyu krupnomasshtabnyh pochvennyh kart zemlepol'zovaniy// M.: Kolos-S. – 1973. – S. 43.
- 26 Varennikov V.M., Gubin E.I., Kotlyarov V.N., Tazhmagambetov T.K. i dr. Instrukciya po provedeniyu krupnomasshtabnyh (1:1000 – 1:100000) geobotanicheskikh izyskanij prirodnih kormovyh ugodij Respubliki Kazahstan. – Almaty, 1995. – S. 4-5.
- 27 Bazilevich N. I., Pankova E. I. Opyt klassifikacii pochv po zasoleniyu// *Pochvovedenie*. – 1968. – № 11. – S. 3-16.
- 28 Pankova E. I. Ocenka zasoleniya i opyt sostavleniya krupnomasshtabnyh kart zasoleniya pochv (na primere Dzhizakskoj stepi)// *Byulleten' pochvennogo Instituta im. VV Dokuchaeva*. – 1972. – № 5. – S. 41-51.
- 29 Kornienko V. A., Korobkin V. A. K voprosu sostavleniya kart zasolennosti// *Vestnik AN KazSSR*. – 1976. – № 1. – S. 54-56.
- 30 Kan V. M. Vremennye metodicheskie ukazaniya po provedeniyu pochvenno-meliorativnyh izyskanij, sostavleniyu proektno-smetnoj dokumentacii i melioracii soloncevatyh i sodovo-zasolennyh oroshaemyh pochv Kazahskoj SSR. – 1985. – S. 85.
- 31 Arinushkina E. V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. M., izd. MGU// Moskva. – 1970. – S. 489.
- 32 Aleksandrova L. N., Naidenova O. A. Laboratory practice in soil science// (Russian.) Kolos, Leningrad. – 1976. – С. 294.
- 33 Lu G. Y., Wong D. W. An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique// *Computers & geosciences*. – 2008. – Т. 34. – № 9. – P. 1044-1055.

- 34 Shahbeik S. et al. Comparison between ordinary kriging (OK) and inverse distance weighted (IDW) based on estimation error. Case study: Dardevey iron ore deposit, NE Iran// Arabian Journal of Geosciences. – 2014. – Т. 7. – P. 3693-3704.
- 35 Mmolawa K., Or D. Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review// Plant and soil. – 2000. – Т. 222. – № 1-2. – P. 163-190.
- 36 Bernstein L. Crop growth and salinity// Drainage for agriculture. – 1974. – Т. 17. – С. 39-54.
- 37 Zhang W. et al. Hydrochemical characteristics and irrigation suitability of surface water in the Syr Darya River, Kazakhstan// Environmental monitoring and assessment. – 2019. – Т. 191. – P. 1-17.
- 38 Nielsen D. R., Wierenga P. J., Biggar J. W. Spatial soil variability and mass transfers from agricultural soils //Chemical mobility and reactivity in soil systems. – 1983. – Т. 11. – С. 65-78.
- 39 Kovda V. A. i dr. Klassifikaciya pochv po stepeni i kachestvu zasoleniya v svyazi s soleustojchivost'yu rastenij //Botanicheskij zhurnal. – 1960. – Т. 45. – № 8. – С. 1123-1131.
- 40 Laishanov S. U. et al. Dynamics of Microbiological Activity of Soils in the Natural Landscapes of the Shoulder Massif (The Mid-Stream of the Syr Darya River)// Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – Т. 10. – № 7. – С. 1697-1700.
- 41 Stroganov B. P., Ivanickaya E. F. Vliyanie pochvennogo zasoleniya na prochnost' svyazi hlorofilla s belkami hloroplastov u hlochatnika// Dokl. AN SSSr. – 1954. – Т. 48. – С. 497-499.
- 42 Mamutov ZH. U. i dr. Interpretaciya dannyh vodnoj vytyazhki iz zasolennyh pochv// Almaty: Poligrafiya-Servis K. – 2011. – С. 75.
- 43 Poshanov M. N. et al. The Effects of the Degree of Soil Salinity and the Biopreparation on Productivity of Maize in the Shoulder Irrigated Massif// OnLine Journal of Biological Sciences. – 2022. – Т. 22. – № 1. – С. 58-67.
- 44 Wackernagel H., Wackernagel H. Ordinary kriging// Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications. – 2003. – С. 79-88.
- 45 Jordán M. M. et al. Spatial dynamics of soil salinity under arid and semi-arid conditions: geological and environmental implications// Environmental geology. – 2004. – Т. 45. – С. 448-456.

РЕЗЮМЕ

Ж.М. Сманов^{1*}, А.И. Сулейменова¹, М.Н. Пошанов¹, С.Н. Дүйсеков¹, А.С. Вырахманова¹
СОВРЕМЕННОЕ МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ И МЕТОДИКА
ИХ ИЗУЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ СПК «АЗИА АГРО ГРУПП»

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

*e-mail: zhassulan.smanov1307@gmail.com

В засушливых и полувзасушливых регионах, в том числе на орошаемых территориях бассейна реки Сырдарья, расположенных в южной части Казахстана, из-за чрезмерного засоления почв, увеличивается площадь земель, отнесенная к категории «бросовых» или «залежных», что приводит к серьезным социальным, возрастающим день ото дня экономическим и экологическим проблемам. В настоящее время из-за ухудшения мелиоративного состояния орошаемых пахотных земель в четырех южных областях Казахстана выведено из оборота 236,9 тыс. га, что составляет 15,2 % от 1,55 млн га. В связи с этим, в первую очередь экономически целесообразно определить пути решения проблемы засоления и его пространственного распространения, и в то же время очень

важно тщательное изучение их рационального использования методом ГИС, что намного эффективнее традиционных методов исследования. Основной целью данной научно-исследовательской работы являлось проведение полевых исследований для определения степени засоления почв, а также его пространственного распределения и сравнение методов интерполяции методом обратного взвешивания по расстоянию (IDW) и обычного кригинга (OK) при оценке текущего мелиоративного состояния орошаемых почв СПК «Азия Агро Групп», составление карты засоления почв методом высокоточной интерполяции. Для этого по химическому составу водной вытяжки почвенных проб, отобранных из слоев 0-20 см, 20-50 см и 50-100 см на 300 га орошаемой пашни, были определены степень засоления и коэффициент адсорбции натрия (SAR). В результате изучения почвенных данных были применены методы статистического анализа, показывающие предел токсичности ионов. Затем с использованием обработанных данных о засоленности почв, полученных в результате полевого обследования, были созданы карты засоления и определены контуры засоленных почв каждого слоя путем интерполяции IDW и OK. Во время применения этих двух интерполяций IDW полностью покрывала значения выбранных точек на картировании и показывала более полные изолинии засоленности, чем интерполяция OK. В результате установлено, что в верхнем 0-20 см слое почвы на 224 га не засолены, на 66 га слабозасолены, а на 10 га средnezасолены, на 20-50 см почв получены аналогичные данные. В нижнем 50-100 см слое, незасоленных - 100 га, слабозасоленных - 54 га, средnezасоленных - 92 га и сильнозасоленных - 54 га, очень сильнозасоленных почв не выявлено.

SUMMARY

Zh.M. Smanov^{1*}, A.I. Suleimenova¹, M.N. Poshanov¹, S.N. Duysekov¹, A.S. Vyrahkmanova¹
MODERN RECLAIM STATE OF IRRIGATED SOILS AND THE METHOD OF ITS STUDY ON
THE EXAMPLE OF APC "AZIA AGRO GROUP"

¹ *Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after
U.U. Usmanov, 050060, Almaty, 75B, al-Farabi, Ave., Kazakhstan,
e-mail: zhassulan.smanov1307@gmail.com

In arid and semi-arid regions, including the irrigated areas of the SyrDarya River basin in the southern part of Kazakhstan, due to excessive soil salinization the area of land classified as "abandoned" or "virgin lands" is growing. This causes significant daily socio-economic and environmental issues. Currently, 236.9 thousand hectares, or 15.2% of the 1.55 million hectares, have been removed from circulation due to the deterioration of the irrigated arable land reclamation condition in Kazakhstan's four southern regions. In this regard, it is first and foremost economically viable to identify solutions to the salinity and its spatial distribution problems, and it is also crucial to carefully study their rational application by GIS, which is much more effective than conventional research methods. The main goal of this research was to conduct field studies to assess the current state of reclamation of irrigated soils of the APC "Asia Agro Group", map soil salinity by high-precision interpolation, and compare the methods of interpolation by the method of IDW and OK. For this, soil samples were collected from layers of 0–20 cm, 20–50 cm, and 50–100 cm per 300 ha of irrigated arable land. The chemical composition of the water extract was used to calculate the degree of salinity and the sodium adsorption coefficient (SAR). The limit of ion toxicity was revealed by statistical analysis techniques after the analysis of sediment data. As a result of the study of soil data, statistical analysis methods were analyzed, showing the limit of ion toxicity threshold. The contours of the saline soils of each layer were then determined by interpolating IDW and OK using the processed soil salinity data from the field survey to generate salinity maps. During the application of these two interpolations, IDW completely covered the values of the chosen mapping points and displayed more thorough salinity contours than the OK interpolation. As a result, in the upper 0-20 cm layer, 224 ha of non-saline, 66 ha of slightly saline, 10 ha of moderately saline, and similar data are obtained for 20-50 cm of soils. In the lower 50-100 cm layer, non-

saline - 100 ha, slightly saline - 54 ha, moderately saline - 92 ha and strongly saline - 54 ha, very strongly saline soils were not found.

Key words: saline soils, irrigated area, sum of salts, interpolation, inverse distance weight, ordinary kriging, sodium adsorption coefficient.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

1 Сманов Жасұлан Маратұлы – Тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің кіші ғылыми қызметкері, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, e-mail: zhassulan.smanov1307@gmail.com

2 Сулейменова Алтынай Изтелеуовна – Тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің ғылыми қызметкері, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, e-mail: s.altynai87@mail.ru

3 Пошанов Мақсат Нұрбайұлы – Тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің меңгерушісі, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, e-mail: maksat_90.okkz@mail.ru

4 Дүйсеков Сәкен Нұржанұлы – Тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің ғылыми қызметкері, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, e-mail: saken-muslim@mail.ru

5 Вырахманова Асем Сабиткановна – Ғылыми хатшы, PhD, e-mail: asem-v80@mail.ru

БИОЛОГИЯ ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.45: 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.1.36](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.1.36)Р.Х. Рамазанова^{1*}, А. Касипхан², Ж.Т. Ботбаева³**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВУЮ ТРИТИКАЛЕ**¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан,

*e-mail: raushasoil88@mail.ru

²Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, 010000,
Астана, проспект Жеңіс, 62, Казахстан, e-mail: akgul-03@mail.ru³Казахский университет технологии и бизнеса, 010000, Астана,
ул. К. Мухамедханова, 37А, Казахстан, e-mail: zhanar.b.t@mail.ru

Аннотация. В статье приведены данные по изучению микробиологической активности темно-каштановой почвы Акмолинской области Республики Казахстан в посевах яровой тритикале в зависимости от доз и сроков внесения азотных удобрений. Показано, что вносимые минеральные удобрения не оказывают негативного влияния на жизнеспособность микроорганизмов. Азот, вносимый дробно и однократно на фоне P_{60} способствует усилению биологической активности почвы: активность ферментов каталазы и уреазы соответствует высокой степени, дегидрогеназы средней степени активности. Также увеличивается численность микроорганизмов при внесении азотно-фосфорных удобрений. Проведено изучение микробиома темно-каштановой почвы при применении азотных удобрений под яровую тритикале. Наиболее распространенными типами микроорганизмов в темно-каштановой почве являются *Proteobacteria*, *Actinobacteria* и *Firmicutes*.

Ключевые слова: почва, азотные удобрения, яровая тритикале, ферменты, микробиологическая активность, метагеном.

ВВЕДЕНИЕ

Разнообразие микробиологических процессов в почве, оказывающих непосредственное влияние на рост сельскохозяйственных растений, дает достаточный материал для суждения о том, какое значение имеют почвенные микроорганизмы для сельскохозяйственного производства, какую роль играют эти невидимые живые агенты в повышении плодородия почвы [1, 2].

Главнейшие биохимические процессы в почве, в которых ведущую роль играют почвенные микробы, а также продукты их жизнедеятельности могут быть представлены как основные показатели биологической активности почв [3]. Внесение в почву удобрений не только улучшает питание растений, но и влияет на условия существования

почвенных микроорганизмов, которые также нуждаются в минеральных элементах.

Почвенные микроорганизмы обладают мощным ферментативным аппаратом, выполняют многообразные функции в кругообороте всех биогенных элементов, участвуют в почвообразовании и поддержании почвенного плодородия – основного свойства почвы. Результаты исследований, проводившихся в различных почвенно-климатических зонах, указывают на тесную взаимосвязь между интенсивностью биологических процессов, составом и численностью микробиоты в зависимости от различных агроприемов [4 -6]. Любое воздействие на почву значительно влияет на характер биологических процессов, протекающих в ней,

вплоть до их существенных изменений. Одним из приемов, наиболее интенсивно воздействующим на почву, является внесение удобрений, которые не только улучшают питание растений, но и могут активно корректировать условия существования почвенной микробиоты, потребляющей элементы для своей жизнедеятельности из внесенных туков [7-12]. При ведении сельского хозяйства в современных условиях используется значительное количество средств химизации, в частности удобрений. В связи с этим возникают вполне обоснованные опасения, что это может привести к угнетению деятельности почвенной микробиоты. Для Северного Казахстана вопросы удобрения основной зерновой культуры - яровой пшеницы, изучены достаточно хорошо [13-17]. Достаточно работ, рассматривающих микробиологические аспекты при возделывании зерновых. С учетом того, что в регионе в последние годы вводится новая культура - яровая тритикале, практически нет работ, посвященных изучению особенности питания культуры и, тем более, исследованиям биологической активности почв под посевами яровой тритикале при применении удобрений.

Цель исследований заключалась в изучении биологической активности темно-каштановых почв в зависимости от доз и сроков применения азотных удобрений под яровую тритикале в засушливых условиях Акмолинской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2015-2017 гг. в условиях Акмолинской области на темно-каштановой карбонатной почве с содержанием гумуса 2,9 %. Содержание подвижных форм питательных веществ очень низкое - нитратный азот 2,01 мг/кг и с глубиной остаются следы, подвижный фосфор - 3,85 мг/кг. Изучаемые темно-каштановые почвы карбонатные с поверх-

ности, значение которой увеличивается с глубиной до 17,2 % в материнской породе. Климат территории резко континентальный, среднегодовая температура воздуха положительная и составляет +1,7 °С. Характерным климатическим фактором являются осадки, от количества и времени выпадения которых зависит урожайность возделываемых культур. Среднегодовая сумма осадков 301,2 мм с неравномерным распределением по вегетации, летний период характеризуется сухостью. Схема опыта включала варианты:

1. Контроль - без удобрений
2. Фон - P_{60}
3. Фон + N_{30} перед посевом
4. Фон + N_{45} перед посевом
5. Фон + N_{60} перед посевом
6. Фон + N_{30} кушение
7. Фон + N_{45} кушение
8. Фон + N_{30} перед посевом + N_{30} кушение
9. Фон + N_{45} перед посевом + N_{30} кушение

Площадь делянки 4 м², повторение - 3-х кратное, расположение вариантов в опыте систематическое.

Организация полевых опытов, наблюдений и лабораторных анализов проведены по общепринятым методам. Микробиологические исследования проводились на кафедре почвоведения и агрохимии НАО «Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина» по соответствующим методикам [18-20].

Общее количество бактерий учитывалось на среде с мясопептонным агаром (МПА), спороносные бактерии - методом серийного культивирования в среде МПА, азотобактер - в среде Эшби, актиномицеты в крахмально-аммиачном агаре.

Активность каталазы - газометрическим методом, основанным на измерении скорости разложения перекиси водорода при ее взаимодействии с поч-

вой, активность уреазы учитывали путем определения аммиака, образовавшегося при разложении мочевины, определение активности дегидрогеназы с использованием 2,3,5-три-фенилтетразолия хлористого (ТТХ), которые восстанавливаются в красные соединения формазана (трифенилформазан (ТФФ)).

Интенсивность разложения клетчатки в посевах яровой тритикале определяли по степени разложения льняного полотна (метод аппликаций Мишустина Е.Н.).

При метагеномном анализе геном ДНК был выделен непосредственно из образцов почвы без поэтапного культивирования. Использовался набор GenE-lute™ Soil DNA IsolationKit (SigmaAldrich USA). Из полученных образцов ДНК были подготовлены генетические наборы для секвенирования на приборе MISEQ компании Illumina. В результате были получены данные в формате FASAQ и дополнительно обработаны программой MiSeqReporter.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В основе почвообразовательных процессов лежит биологическая трансформация веществ и энергии. Ферментативная активность почв определяет степень выраженности и направленность почвообразовательных процессов, их эволюцию, биологический цикл углерода, азота, фосфора, серы и других органогенных элементов, а также эволюцию почв и их плодородие под влиянием природных и антропогенных факторов, характеризующих степень деградации агроэкосистем [21].

По мнению M.L. Dotaniya и др. применение неорганических источников минерального питания влияет на разнообразие и величину почвенных ферментов. Минеральные удобрения действуют как непосредственный источник пищи для микробов, увеличивая их количество, что дополнительно производит ферменты для поддержания их роста, тем самым вы-

зывая повышение общей активности ферментного пула почвы [22]. Сами по себе азотные удобрения ускоряют активность некоторых циклических ферментов С, N и Р, то есть целлюлазы, уреазы [23, 24] и других. Но многократное увеличение доз азотных удобрений активизирует обратные процессы, а именно способствует снижению активности уреазы, целлюлазы, пероксидазы, протеазы и др. [25-28]. Иными словами удобрения, вносимые в рекомендуемых дозах, положительно влияют на микробную активность и повышают биохимическую активность ферментов, тогда как использование избыточного удобрения ухудшает микробное разнообразие и ингибирует ферментный пул, вызывая негативный эффект в долгосрочной перспективе.

При определении активности ферментов в темно-каштановой почве перед посевом наиболее высокие значения были в верхнем слое почвы 0-10 см, с глубиной активность ферментов снижается. При этом наиболее высокие значения по активности каталазы (высокая степень) и наименее активны ферменты дегидрогеназы.

В фазе кущения каталазная активность при внесении на фоне без фосфорных удобрений ниже – 13-17 O_2 см³/н за 1 мин против 17-21 O_2 см³/н за 1 мин соответственно (таблица 1). Это можно объяснить созданием оптимальных условий для ферментативной активности путем улучшения соотношения между фосфором и азотом за счет внесения азотных удобрений.

Самая высокая каталазная активность после уборки урожая на варианте с внесением азотных удобрений N_{60} перед посевом и N_{30} в кущение на фоне P_{60} , что составило 20-21 единицу. Вытеснение газа на этих вариантах увеличивается в 1,6 раза по сравнению с контролем. Снижение активности каталазы с глубиной уменьшается, также, как и при определении показателя перед посевом,

но разница между значениями сужается до 1,1-1,3 раза.

Активность уреазы резко повышается при внесении удобрений в сравнении с контролем, поскольку уреазный фермент осуществляет гидролиз соединений азота. Уреазная активность находится в пределах от 16,2 до 72,6 мг NH_3 на 10 г за 24 ч во время кушения. Высокая уреазная активность показана на варианте, где были внесены 30 кг азотного удобрения во время кушения - 72,6 мг NH_3 на 10 г за 24 ч.

Активность уреазы на глубине 0-10 и 10-20 см остается высокой и несколько снижается на глубине 20-30 см. Это можно объяснить не только действием удобрений, но и действием выделений корневой системы растений тритикале, которая также может увеличиваться в зависимости от вносимых удобрений.

После уборки урожая уреазная активность почвы резко снижается в 2,2 раза или на 55 % по сравнению с начальным периодом роста и развития. Но снижение уреазной активности на всех вариантах не были ниже показателя в предпосевной период определения. Таким образом, за счет минеральных удобрений поддерживается ферментативная активность почв на высоком уровне.

Для оценки общего уровня биогенности почвы используется ее дегидрогеназная активность. На контрольном варианте в период кушения активность дегидрогеназы находилась в пределах значений от 1,0 до 4,8 мг ТФФ/10 г за 24 ч. На отдельных вариантах снижение составило 45 %. К уборке яровой тритикале активность дегидрогеназы заметно снижается.

В фазе кушения наибольшая активность отмечена под растениями тритикале на варианте с внесением азотных удобрений в небольших дозах (30 кг д.в.) перед посевом во время

кушения на фоне P_{60} - 4,8 мг ТФФ на 10 г за 24 ч. После уборки урожая дегидрогеназная активность на этом же варианте снизилась в 3,7 раза до 1,1 мг ТФФ на 10 г за 24 ч.

Полученные данные могут свидетельствовать о том, что ферментативная активность тесно связана с основными показателями почвенного плодородия.

Активность почвенных микроорганизмов находится в прямой зависимости от целого ряда условий, оказывающих непосредственное влияние на их жизнедеятельность. Среди этих условий наиболее важное значение имеет обеспеченность почвы органическим веществом и подходящая реакция почвенного раствора [29].

Продукты жизнедеятельности аммонифицирующих бактерий являются источником существования для других микробов, например, нитрификаторов. Нитрифицирующие бактерии требовательны к условиям внешней среды и достаточно активны только в почвах с усиленной минерализацией органического вещества.

Степень фиксации атмосферного азота бактериями род *Azotobacter* зависит от количества и характера источника углерода, физико-химических свойств почвы, активности распространенных штаммов и других факторов. Подсчитано, что в результате жизнедеятельности азотобактера в почву в среднем за год поступает 30-50 кг/га усвояемого азота. В процессе жизнедеятельности, кроме фиксации азота, азотобактер способен выделять стимуляторы роста и антибиотики, улучшающие развитие растений и повышающие плодородие почвы [30]. Бактерии, расположенные непосредственно в зоне корневой системы, создают благоприятные условия для развития азотобактера [31].

Таблица 1 - Динамика показателей ферментативной активности почвы под посевами яровой тритикале в зависимости от уборки

Вариант	Период вегетации*	каталазная активность, O ₂ см ³ /н за 1 мин			уреазная активность, г NH ₃ на 10 г за 24 ч			дегидрогеназная активность, мг ТФФ на 10 г за 24 ч		
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
фон 1 - P ₀	I	13±0,01	12± 0,02	10± 0,05	17,8±0,06	18,6±0,03	16,2±0,14	1,7±0,36	2±0,07	2±0,76
	II	15±0,30	14±0,05	13±0,10	17,8±0,06	14,6±0,36	20,2±0,07	0,9±0,14	0,5±0,09	0,3±0,39
Фон 1 + N ₆₀ перед посевом	I	17±0,08	16±0,70	15±0,03	56±0,06	56±0,17	54±0,06	2,2±0,09	2,5±0,07	1,4±0,19
	II	15±0,06	14±0,21	12±0,04	33±0,06	47,6±0,06	27±0,09	2,6±0,08	2±0,06	1,5±0,37
Фон 1 + N ₃₀ кушение	I	15±0,17	16±0,14	15±0,02	57±0,07	52,8±0,08	43,4±0,17	2±0,80	3±0,05	1,6±0,38
	II	14±0,14	13±0,13	13±0,05	25,2±0,07	27,6±0,03	35,2±0,29	1,6±0,17	3,2±0,03	2,7±0,29
Фон 1 + N ₃₀ перед посевом + N ₃₀ кушение	I	13±0,05	14±0,24	10±0,89	38,2±0,06	24±0,09	22,8±0,35	2±0,27	1,1±0,07	2,7±0,17
	II	15±0,06	16±0,22	13±0,90	27,2±0,06	41,2±0,04	46±0,38	1,4±0,38	1,5±0,12	1,9±0,12
фон 2 - P ₆₀ .перед посевом	I	17±0,06	18±0,01	17±0,78	58,8±0,07	66,8±0,14	63,4±0,98	3,6±0,06	2,4±0,06	1,4±0,07
	II	15±0,04	15±0,04	14±0,56	44±0,30	34,8±0,13	30,8±0,01	2,2±0,07	3,5±0,18	2,6±0,03
фон 2 + N ₆₀ перед посевом	I	20±0,06	19±0,07	18±0,30	49,4±0,46	62,8±0,07	21,6±0,37	1,7±0,08	1,9±0,19	2±0,09
	II	16±0,01	15±0,02	14±0,03	32,8±0,21	46,2±0,07	51,2±0,39	1,4±0,09	1,1±0,01	1,6±0,57
фон 2 + N ₃₀ кушение	I	21±0,05	20±0,03	19±0,02	72,4±0,36	72,6±0,30	36±0,57	1,0±0,03	1,5±0,37	1,1±0,13
	II	17±0,01	16±0,07	15±0,07	34±0,31	48±0,70	28,6±0,01	1,9±0,01	2,2±0,78	2,7±0,18
фон 2 + N ₃₀ перед посевом + N ₃₀ кушение	I	17±0,01	16±0,01	14±0,03	72,4±0,12	42,2±0,56	42,6±0,36	4,8±0,78	3±0,68	1,1±0,12
	II	17±0,12	16±0,03	15±0,31	16,9±0,11	21,6±0,41	12,6±0,10	1,1±0,17	1,5±0,30	1,5±0,08
Примечание: I - кушение; II - после уборки										

Таблица 2 – Динамика показателей микробиологической активности почвы под посевами яровой тритикале в зависимости от удобрений, слой 0-30 см

Варианты	Период вегетации*	Численность микроорганизмов, $n \cdot 10^m$ КОЕ/1 г почвы				
		ОМЧ	актиномицеты	мицелиальные грибы	азот-фиксаторы	почвенные дрожжи
Р ₀ -фон 1	I	13,5±1,1x10 ⁴	1,6±0,15x10 ⁵	1,0±0,02x10 ⁵	80%	0,12±0,14x10 ⁴
	II	10,5±1,1x10 ⁴	1,3±0,8x10 ⁵	0,9±0,001x10 ⁵	80%	0,09±0,14x10 ⁴
Фон 1 + N ₆₀ -перед посевом	I	26,0±1,61x10 ⁵	2,0±1,49x10 ⁵	8,6±0,9x10 ⁵	90%	0,6±0,24x10 ⁴
	II	10,0±1,48x10 ⁵	2,0±1,49x10 ⁵	0,9±0,09x10 ⁵	90%	0,08±0,24x10 ⁴
Фон 1 + N ₃₀ кушения	I	17,6±1,3x10 ⁵	2,3±0,15x10 ⁵	4,7±0,7x10 ⁵	90%	0,8±0,25x10 ⁴
	II	9,0±0,94x10 ⁵	1,9±0,15x10 ⁵	0,7±0,26x10 ⁵	90%	0,76±0,25x10 ⁴
Фон 1 + N ₃₀ перед посевом+ N ₃₀ кушение	I	25,0±0,52x10 ⁵	1,7±0,41x10 ⁵	0,9±0,1x10 ⁵	93%	0,65±0,23x10 ⁴
	II	12,0±1,95x10 ⁵	1,7±0,41x10 ⁵	0,2±0,14x10 ⁵	94%	0,55±0,23x10 ⁴
Р ₆₀ -перед посевом фон 2	I	18,05±0,29x10 ⁶	1,8±0,44x10 ⁵	2,8±0,17x10 ⁵	83%	0,670±0,25x10 ⁴
	II	10,0±1,0x10 ⁵	1,95±0,1x10 ⁵	0,4±0,2x10 ⁵	78%	0,70±0,25x10 ⁴
фон 2+ N ₆₀ перед посевом	I	18,30±0,29x10 ⁵	1,8±0,28x10 ⁵	1,7±1,39x10 ⁵	80%	0,42±0,21x10 ⁴
	II	20,8±1,4x10 ⁵	1,45±0,28x10 ⁵	1,4±0,2x10 ⁵	80%	0,33±0,21x10 ⁴
фон 2 + N ₃₀ кушение	I	21,0±0,48x10 ⁵	2,0±0,44x10 ⁵	2,0±1,49x10 ⁵	85%	0,99±0,28x10 ⁴
	II	2,0±0,15x10 ⁵	2,0±0,44x10 ⁵	1,8±1,3x10 ⁵	85%	0,83±0,28x10 ⁴
фон 2 + N ₃₀ перед посевом+ N ₃₀ кушение	I	10,5±0,34x10 ⁵	2,1±0,1x10 ⁵	2,3±0,15x10 ⁵	86%	0,72±0,26x10 ⁴
	II	1,5±1,5x10 ⁵	1,6±0,1x10 ⁵	1,3±0,01x10 ⁵	86%	0,69±0,26x10 ⁴
Примечание: I - кушение; II - после уборки						

Как видно из данных таблицы 2, применение азотных и фосфорных удобрений способствовало развитию различных микроорганизмов. Самый высокий показатель по азотфиксирующим микроорганизмам отмечается на варианте с дробным внесением N_{60} на фоне 1 (без фосфорных удобрений) – 93% в фазе кущения и 94 % после уборки урожая. На фоне внесения фосфорных удобрений (P_{60}) азотные удобрения снижают активность азотобактера. Если сравнивать эти варианты с контролем, то было установлено, что во время кущения зерновых культур количество азотфиксирующих микроорганизмов снижается. Количественное соотношение отдельных представителей и групп микрофлоры в прикорневой зоне заметно меняется с возрастом растений: увеличивается число спорозоных бактерий, актиномицетов, грибов, появляются новые микроорганизмы.

По результатам определения микробиологической активности почвы нами сделан вывод, что на варианте с применением азотного удобрения количество бактерий увеличивается по сравнению с контролем - от $13,5 \pm 1,1 \times 10^4$ КОЕ до $26,0 \pm 1,61 \times 10^5$, но после уборки урожая заметно их резкое уменьшение. Полученные данные показали, что внесение минеральных удобрений под тритикале, стимулировало развитие общего количества микроорганизмов в почве прикорневой зоны на вариантах, где было внесено 60 кг азота как перед посевом, так и дробно на фоне без внесения фосфора.

В содержании актиномицетов в зависимости от срока определения значительной разницы не отмечалось, их количество колебалось от $1,6 \pm 0,15 \times 10^5$ на контроле до $2,3 \pm 0,15 \times 10^5$ на удобренных вариантах. Количество мицелиальных грибов в фазе кущения на контроле составило $1,0 \pm 0,02 \times 10^5$ и резко увеличилось при внесении 60 кг азота перед посевом - до $8,6 \pm 0,9 \times 10^5$ КОЕ в 1 г почвы.

Также определена активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в зависимости от применения азотных удобрений. Как видно из данных рисунка 1, в почве происходило постепенное увеличение доли разрушенных льняных полотен на вариантах с внесением азотных удобрений от 48,3 % при внесении 30 кг до посева и до 95,6 % при внесении N_{75} дробно на фоне P_{60} до 95,6 %, что выше контроля в 4 раза. Это свидетельствует о благоприятном состоянии почвенной микробиоты.

В последние годы новым этапом в развитии почвенной биологии стали молекулярно-генетические методы метабаркодинга и метагеномики, базирующиеся на выделении тотальной ДНК из почвы и последующем ее анализе. Эти методы предоставили прямой доступ к генетическому разнообразию «некультивируемого большинства» микроорганизмов в почве. Получающийся на выходе почвенный метабаркод представляет собой иерархическую структуру, в которой идентифицируемые гены обитающих в почве организмов собираются в функциональные субсистемы, объединяемые в том числе по принципу единства выполняемой функции [32].

Метагеномные исследования почв всё еще мало распространены. Это связано, прежде всего, с недостаточной глубиной секвенирования, а также с очень высокой стоимостью такого анализа. Метагеномные исследования применяются для решения практических задач сельского хозяйства. Так как структура почвенного микробиома отражает специфику почвы и растительного сообщества, становится возможным определение агроэкологического статуса почв. Выявление и анализ структуры почвенных сообществ прокариот могут быть использованы в качестве показателя почвенного плодородия, здоровья почв и устойчивости различных ценозов. Изучение воздействия агротехнологий

на почвенный микробиом – важное направление исследований, необходимое для понимания как общей зависимости микробиома от эдафических факторов, так и для решения практических задач, связанных с контролем биохимических процессов в сельскохозяйственных почвах [33, 34].

Сложным этапом в анализе является обнаружение микробов-космополитов или же специфических компонентов микробиомов, выявление постоянных и устойчивых микробных ассоциаций, установление экологических факторов, благодаря которым формируются соответствующие микробиомы [35].

При проведении исследований по изучению биологической активности темно-каштановой почвы нами была поставлена задача изучить в первом приближении микробиом почвы при применении азотных удобрений под яровую тритикале. Для первичного исследования мы отобрали почвы с 4 вариантов – контроль (вар. 1), оптимальный фон по фосфору (вар. 2) и повышенные дозы азотных удобрений в кушение (вар. 7) и дробно (вар. 9).

При проведении исследований по изучению биологической активности темно-каштановой почвы нами была поставлена задача изучить в первом приближении микробиом почвы при применении азотных удобрений под яровую тритикале. Для первичного исследования мы отобрали почвы с 4 вариантов – контроль (вар. 1), оптимальный фон по фосфору (вар. 2) и повышенные дозы азотных удобрений в кушение (вар. 7) и дробно (вар. 9).

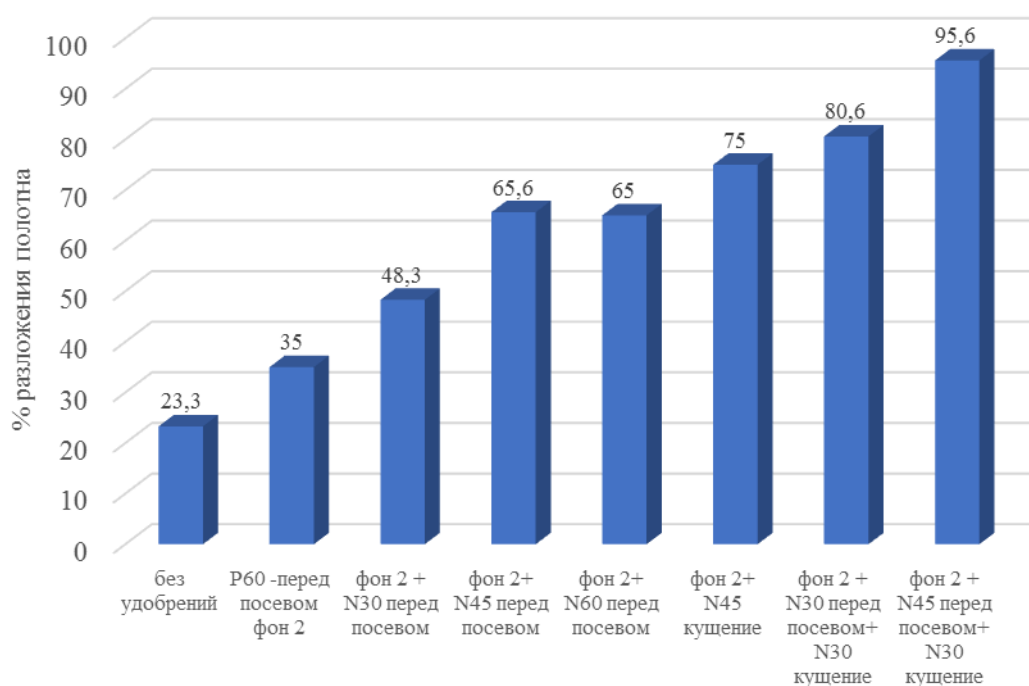


Рисунок 1 - Интенсивность разложения целлюлозы в зависимости от удобрений, % разложения полотна (ср. за 2015-2017 гг.)

На контрольных вариантах (естественный фон) наибольшее значение на высшей ступени иерархии микроорганизмов в темно-каштановых почвах имеет царство *Bacteria* – 95,68 %, количество которых незначительно увеличивается с применением удобрений на 0,84-3,24 % (таблица 3).

Наиболее распространенными представителями отдела микроорга-низмов являлись *Proteobacteria* – 30,3 %, *Actinobacteria* – 29,12 % и *Firmicutes* – 11,9 %. Эти типы являются почвообразующими и участвуют почвообразовательных процессах [36]. Не классифицированы 20,8 %. *Actinobacteria* - тип микроорганизмов,

участвующих в разложении органических веществ и в цикле углерода, доля которого на контроле составила 29,12 %. При применении перед посевом P₆₀ количество микробов *Proteobacteria* уменьшалось до 21,3 %. Тогда как *Actinobacteria* и *Firmicutes* увеличивалось на 11,31 и 4,77 % соответственно.

Среди классов большая часть приходилась на долю неидентифицированных представителей – 34,58 %, которая снижалась при внесении минерального фосфора. Далее отмечалось преобладание *Actinobacteria* (26,25 %) над *Clostridia* и *Bacillia*. Эти группы микроорганизмов начинают размножаться при внесении перед посевом минерального фосфора P₆₀.

Actinomycetales один из наиболее распространенных порядков, представ-

ленный в темно-каштановой почве, доля *Actinomycetales* составляла 24,97 %, на который оказывает положительное влияние внесение P₆₀ перед посевом – их доля увеличивалась до 35,53 %.

По результатам данных таблицы 3 можно сделать вывод, что фосфорные удобрения, вносимые перед посевом, положительно повлияли на существование таксонов микроорганизмов в почве.

Внесение азотных удобрений в виде подкормки по вегетирующим растениям яровой тритикале способствовало снижению интенсивности размножения микроорганизмов за счет некоторой абсорбции фосфора почвой, а также использования питательных веществ корневой системой яровой тритикале для роста и развития, что снизило уровень питания для микроорганизмов.

Таблица 3 – Влияние азотных удобрений на микробный состав темно-каштановой почвы по данным первичного метагеномного анализа, % встречаемости от общего количества идентифицированных представителей микробного пула

Наименование микроорганизмов	Варианты			
	контроль - без удобрений	P ₆₀	P ₆₀ + N45 кущение	P ₆₀ + N45 перед посевом + N30 кущение
Kingdom/Царство				
Bacteria	95,68	98,92	96,52	98,62
Archaea	0,01	0,01	0,02	0,00
Viruses	0,01	0,02	0,01	0,01
Unclassified	4,31	1,05	3,45	1,37
Phylum/Отдел				
Actinobacteria	29,12	40,43	27,65	30,60
Proteobacteria	30,30	21,33	28,02	27,33
Firmicutes	11,90	16,67	13,88	17,28
Unclassified	20,80	14,64	20,62	15,58
Class/Класс				
Actinobacteria	26,25	37,05	24,65	27,74
Clostridia	8,75	12,89	10,15	12,54
Bacillia	2,01	2,23	2,17	3,12
Unclassified	34,58	24,26	33,06	24,55
Order/Порядок				
Actinomycetales	24,97	35,53	23,07	26,45
Clostridiales	4,26	6,05	5,31	5,91
Rhizobiales	2,66	1,62	2,27	2,38
Unclassified	40,85	32,20	40,34	33,48

Представитель отдела - *Proteobacteria* - связан с фиксацией азота в почве, участвует в круговороте азота [37]. Количество микроорганизмов *Proteobacteria* в почве по вариантам с удобрениями - соответственно 21,33 %, 28,02 %, 27,33 % уменьшается в сравнении с контролем – 30,30 %. Среди фил, играющих важную роль в поддержании стабильности ризосферных микробных сообществ, находится и *Firmicutes* [38]. Содержание *Firmicutes* в контроле 11,9 %, на удобренных вариантах 16,67 %, 13,88 % и 17,28 % соответственно. А к примеру, по данным Мелбничук Т.Н. и др. в черноземе выщелоченном Краснодарского края доля *Firmicutes* составляет 2,07–3,85 %, в черноземе южном степном 1,29–1,50 % [39].

Количество микробов, относящихся к порядку *Rhizobiales*, в сравнении с контролем уменьшается при применении удобрений с 2,66 % до 1,62 %, 2,27 %, 2,38 %. Среди свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов, существенное место занимают анаэробные бактерии класса *Clostridium*, они вызывают в почве процессы превращения и распада растительных остатков, прежде всего, их углеродистых составных частей, образуя в результате своей жизнедеятельности гуминовые вещества, что имеет большое значение в образовании гумуса почвы [40]. Учет доли бактерий порядка *Clostridiales* показал, что их содержание на контроле составляло 4,26 %, а при применении удобрений, вероятно за счет активизации ферментов почвы, увеличивалось на 1,79 %, 1,05 % и 1,65 % соответственно. Более высокая активность размножения таксонов на фоне фосфорных удоб-

рений и при дробном внесении азотных может объясняться тем, что минеральные формы азота и фосфора обеспечивают повышение интенсивности энергетических процессов в жизнедеятельности микроорганизмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение азотных и фосфорных удобрений оказало положительное влияние на биологическую активность почвы под посевами тритикале. При применении различных доз удобрений менялось не только микробное число, но в большинстве случаев активизировалась и ферментативная активность почвы. Действие минеральных удобрений способствовало размножению азотфиксирующих, спорообразующих, целлюлозоразрушающих микроорганизмов и актиномицетов, которые используют минеральный азот под посевами тритикале. Это обуславливает более эффективное использование растениями питательных веществ из минеральных удобрений. Максимальные значения ферментативной активности зафиксированы на вариантах с применением азотного удобрения 45 кг перед посевом и во время кущения 30 кг на гектар.

Исследованиями показано, что дробное внесение азотных удобрений на фоне внесения фосфорных удобрений положительно влияет на интенсивность протекания биохимических процессов в почве и, как следствие, на уровень ее плодородия. Результаты исследований могут быть использованы для разработки приемов эффективного применения азотных удобрений в засушливых условиях Акмолинской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карягина Л.А. Оценка плодородия почвы по биологическим показателям// В кн.: Микробиологические основы повышения плодородия почв. – Минск: Наука и техника, 1983. – С. 101-103.
2. Берестецкий О. А. Биологические основы плодородия почвы – М.: Колос, 1984. – 287 с.

3. Круглов Ю.В. Микробное сообщество почвы: физиологическое разнообразие и методы исследования// Сельскохозяйственная биология. – 2016. – т.51. - №1. – С. 46-59.
4. Chaudhry V., Rehman A., Mishra A., Chauhan P.S., Nautiya Ch.Sh. Changes in bacterial community structure of agricultural land due to long-term organic and chemical amendments. *Microbial Ecology*, 2012, 64: 450-460.
5. Подсевалов М.И. Тойгильдин А.Л., Аюпов Д.Э. Влияние агроприемов на биологическую активность почвы и урожайность озимой пшеницы в севооборотах лесостепи Заволжья// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017 – №1(37). – С. 44-50.
6. Попова В.И., Чудинов В.А., Болдышева Е.П., Бекмагамбетов А.И. Накопление растительных остатков и биологическая активность обыкновенных черноземов при ресурсосберегающей технологии// Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. - №2(38). – С. 89-98.
7. Веденяпина Н.С. Биологическая активность почвы и урожайность сельскохозяйственных растений в полевых севооборотах// Сб. науч. трудов. ВГСХА. – Волгоград, 1975. – Т. 6. – С. 66-68.
8. Ананьева Н. Д. Микробиологическая оценка почв в связи с самоочищением от пестицидов и устойчивостью к антропогенным воздействиям: автореф. докт. биол. наук: 03.00.01./ Институт физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН – М.: 2001. – 36 с.
9. Балаян Т. В. Биологическая активность дерново-подзолистой почвы и урожай сельскохозяйственных культур// Почвоведение. – 1993. – № 12. – С.65-71.
10. Нарушева Е.А., Пронько В.В., Юрченко Е.С. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность гречихи и биологическую активность чернозема выщелоченного в Среднем Поволжье// Агрохимия. – 2009. – № 12. – С. 35-44.
11. Смирнов Б.А. Влияние систем минимальной обработки, удобрений и защиты растений на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой глееватой почвы// Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. - № 1. – С. 85–96.
12. Титовская А.И. Влияние обработки почвы, удобрений и сорта ярового ячменя на биологические показатели плодородия// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 8. – С. 149–151.
13. Черненко В.Г. Диагностика и оптимизация азотного питания зерновых культур в Северном Казахстане// Почвоведение и агрохимия. – Алматы, 2012. – № 3. – С. 56-61.
14. Черненко В.Г., Афанасьева М.В. Нитрификационная способность темно-каштановой почвы и обеспеченность яровой пшеницы азотом// Матер. межвуз. науч. конф. Микроорганизмы в сельском хозяйстве. – М.: МГУ, 1986. – 247 с.
15. Черненко В.Г. Динамика различных форм азота в темно-каштановых почвах Целиноградской области// Труды Целиноград. СХИ: Почвоведение, агрохимия и физиология растений. – Целиноград, 1968. – Т. 5, Вып. 4. – С. 78.
16. Черненко В.Г., Афанасьева М.В. Азотный режим темно-каштановых почв, в связи с применением удобрений// Матер. X науч. конф. по вопросам с/х производства. – Целиноград, 1969. – Ч. 1. – 148 с.
17. Черненко В.Г., Афанасьева М.В. Влияние азотных удобрений на химический состав и качество зерна яровой пшеницы в условиях Целиноградской области// Труды Целиноград. СХИ. Почвоведение, агрохимия и физиология растений. – Целиноград, 1972. – Т. 7, Вып. 2. – С. 162.

18. Методы почвенной микробиологии// Под ред. Сэги Й – М.: «Колос», 1983. – 79 с.
19. Руководство к практическим занятиям по микробиологии/ Под ред. Егорова Н.С. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1976. – 119 с.
20. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии – М.: Наука, 2005. – 252 с.
21. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении. - Ереван: Айястял, 1974. - 275.
22. Dotaniya M.L., Aparna K., Dotaniya C.K., Mahendra Singh, Regar K.L. Role of Soil Enzymes in Sustainable Crop Production/ Enzymes in Food Biotechnology: by editor Mohammed Kuddus. – 2019. – Chapter 33. – P. 569-589.
23. R.L. Sinsabaugh, Ch. L. Lauber, M. N. Weintraub, B. Ahmed, S. D. Allison, Ch. Crenshaw, A.R. Contosta, D. Cusack, S.Frey, M. E. Gallo, T. B. Gartner, S.E. Hobbie, K. Holland, B. L. Keeler, J. S. Powers, M. Stursova, C. Takacs-Vesbach, M. P. Waldrop, M. D. Wallenstein, D. R. Zak, L. H. Zeglin Stoichiometry of soil enzyme activity at global scale// Ecology Letters. – 2008. - №11. – P. 1252–1264 .
24. Saiya-Cork, R.L. Sinsabaugh, D.R. Zak The effects of long term nitrogen deposition on extracellular enzyme activity in an Acer saccharum forest soil// Soil Biology & Biochemistry – 2002 – № 34. – P. 1309–1315.
25. J.Zimmerman Burket, R P. Dick Burket Microbial and soil parameters in relation to N mineralization in soils of diverse genesis under differing management systems// Biology and Fertility of Soils. – 1998. – V.27. – P. 430-438.
26. DeForest JL, Zak DR, Pregitzer KS, Burton AJ. Atmospheric nitrate deposition, microbial community composition, and enzyme activity in northern hardwood forests// Soil Sci. Soc. Am. J. – 2004. – №8. – P. 132–138.
27. Giacometti C., Cavani L., Baldoni G., Ciavatta C., Marzadori C. and Kandeler E. Microplate-scale fluorometric soil enzyme assays as tools to assess soil quality in a long-term agricultural field experiment// Appl. Soil Ecol. – 2014 – №75 – P. 80–85.
28. Singh J., Kunhikrishnan A., Bolan N. S. and Saggar S.3 Impact of urease inhibitor on ammonia and nitrous oxide emissions from temperate pasture soil cores receiving urea fertilizer and cattle urine// Sci. Total Environ. – 2013. – №465, 56–63.
29. Дудкина Т. А. Роль севооборота и удобрений в формировании биологических свойств почвы // Плодородие. – 2004. – № 3. – С. 12-13.
30. Тихонович И.А., Проваров Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов. – СПб.: Изд. СПбГУ, 2009 – 209 с.
31. Aslam Z, Yasir M, Khaliq A, Matsui K, Chung YR. Mini review too much bacteria still unculturable// Crop and Environmental – 2010. – № 1(1). – P. 59–60.
32. Семенов М.В. Метабаркодинг и метагеномика в почвенно-экологических исследованиях: успехи, проблемы и возможности// Журнал общей биологии. – 2019. – №6. – Том 80. – С. 403-417.
33. Иванов А.Л. Методология и категории исследования депозитарных, биогеоценотических, экологических и сервисных функций почв// Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2015. – № 80. – С. 6-15.
34. Агафонова В.А., Попова В.П. Перспективы применения методов почвенной метагеномики для определения качества почв садовых ценозов// Плодоводство и виноградарство Юга России – 2021. – № 67(1). – С. 203-225.
35. Long walk to genomics: History and current approaches to genome sequencing and assembly/ A.M. Giani [et al.]// Computational and Structural Biotechnology Journal. – 2020. – Vol. 18. – P. 9–19.

36. Тихонович И.А., Чернов Т.И., Железова А.Д., Тхакахова А.К., Андронов Е.Е., Кутовая О.В. Таксономическая структура прокариотных сообществ почв разных биоклиматических зон// Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. - 2018. - Вып. 95. - С. 125-153.
37. Звягинцев А.Г., Бабьева И.П., Зенова Г. Биология почв. - М.: Изд-во МГУ, 2005. - 445 с.
38. Wei Z., Hu X., Li X., Zhang Y., Jiang L., Li J., Zhengbirg G., Yujie C., Xiangru L. The rhizospheric microbial community structure and diversity of deciduous and evergreen forests in Taihu Lake area, China// PLoS ONE. 2017. No. 12 (4). e0174411.
39. Мельничук Т. Н., Еговцева А. Ю., Абдурашитов С. Ф., Андронов Е. Е., Абдурашитова Э. Р., Радченко А. Ф., Ганоцкая Т. Л., Радченко Л. А. Микробные сообщества ризосферы *Triticum aestivum* L. черноземов южного и выщелоченного// Таврический вестник аграрной науки. - 2019. - № 3(19). - С.94-105.
40. Шелли Ш. И. Почвенные анаэробные бактерии рода *Clostridium*, географическое распространение и азотфиксирующая активность: дисс. канд.биол.наук: 03.00.27/МСХА им. К.Тимирязева - М.: 1985. - 185 с.

REFERENCES

1. Karyagina L.A. Ocenka plodorodiya pochvy po biologicheskim pokazatelyam// V kn.: Mikrobiologicheskie osnovy povysheniya plodorodiya pochv. - Minsk: Nauka i tekhnika, 1983. - S. 101-103.
2. Beresteckij O. A. Biologicheskie osnovy plodorodiya pochvy - M.: Kolos, 1984. - 287 s.
3. Kruglov Yu.V. Mikrobnoe soobshchestvo pochvy: fiziologicheskoe raznoobrazie i metody issledovaniya// Sel'skohozyajstvennaya biologiya. - 2016. - t.51. - №1. - S. 46-59
4. Chaudhry V., Rehman A., Mishra A., Chauhan P.S., Nautiya Ch.Sh. Changes in bacterial community structure of agricultural land due to long-term organic and chemical amendments. *Microbial Ecology*, 2012, 64: 450-460.
5. Podsevalov M.I. Tojgil'din A.L., Ayupov D.E. Vliyanie agropriemov na biologicheskuyu aktivnost' pochvy i urozhajnost' ozimoy pshenicy v sevooborotah lesostepi Zavolzh'ya// Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2017 - №1(37). - S. 44-50.
6. Popova V.I., Chudinov V.A., Boldysheva E.P., Bekmagambetov A.I. Nakoplenie rastitel'nyh ostatkov i biologicheskaya aktivnost' obyknovennyh chernozemov pri resursosberegayushchej tekhnologii// Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2020. - №2(38). - S. 89-98.
7. Vedenyapina N.S. Biologicheskaya aktivnost' pochvy i urozhajnost' sel'skohozyajstvennyh rastenij v polevyh sevooborotah// Sb. nauch. trudov. VGSNA. - Volgograd, 1975. - T. 6. - S. 66-68.
8. Anan'eva N. D. Mikrobiologicheskaya ocenka pochv v svyazi s samoochishcheniem ot pesticidov i ustojchivost'yu k antropogennym vozdeystviyam: avtoref. dokt. biol. nauk: 03.00.01./ Institut fiz.-him. i biol. problem pochvovedeniya RAN - M: 2001. - 36 s.
9. Balayan T. V. Biologicheskaya aktivnost' dernovo-podzolistoj pochvy i urozhaj sel'skohozyajstvennyh kul'tur// Pochvovedenie. - 1993. - № 12. - S. 65-71.
10. Narusheva E.A., Pron'ko V.V., Yurchenko E.S. Vliyanie mineral'nyh udobrenij i biopreparatov na urozhajnost' grechihi i biologicheskuyu aktivnost' chernozema vyshche-

lochennogo v Srednem Povolzh'e// Agrohimiya. – 2009. – № 12. – S. 35-44.

11. Smirnov B.A. Vliyanie sistem minimal'noj obrabotki, udobrenij i zashchity rastenij na biologicheskie pokazateli plodorodiya dernovo-podzolistoj gleevatoj pochvy// Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2013. - № 1. – S. 85–96.

12. Titovskaya A.I. Vliyanie obrabotki pochvy, udobrenij i sorta yarovogo yachmenya na biologicheskie pokazateli plodorodiya// Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2015. – № 8. – S. 149–151.

13. Chernenok V.G. Diagnostika i optimizaciya azotnogo pitaniya zernovyh kul'tur v Severnom Kazahstane // Pochvovedenie i agrohimiya. – Almaty, 2012. – № 3. – S. 56-61.

14. Chernenok V.G., Afanas'eva M.V. Nitrifikacionnaya sposobnost' temno-kashtanovoj pochvy i obespechennost' yarovoj pshenicy azotom// Mater. mezhvuz. nauch. konf. Mikroorganizmy v sel'skom hozyajstve. – M.: MGU, 1986. – 247 s.

15. Chernenok V.G. Dinamika razlichnyh form azota v temno-kashtanovyh pochvah Celinogradskoj oblasti// Trudy Celinograd. SHI: Pochvovedenie, agrohimiya i fiziologiya rastenij. – Celinograd, 1968. – T. 5, Vyp. 4. – S. 78.

16. Chernenok V.G., Afanas'eva M.V. Azotnyj rezhim temno-kashtanovyh pochv, v svyazi s primeneniem udobrenij// Mater. H nauch. konf. po voprosam s/h proizvodstva. – Celinograd, 1969. – Ch. 1. – 148 s.

17. Chernenok V.G., Afanas'eva M.V. Vliyanie azotnyh udobrenij na himicheskij sostav i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v usloviyah Celinogradskoj oblasti// Trudy Celinograd. SHI. Pochvovedenie, agrohimiya i fiziologiya rastenij. – Celinograd, 1972. – T. 7, Vyp. 2. – S. 162.

18. Metody pochvennoj mikrobiologii// Pod red.Segi J – M.: «Kolos», 1983. – 79 s.

19. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii / Pod red. Egorova N.S. – M.: Izd-vo Moskovskogo un-ta, 1976. – 119 s.

20. Haziev F.H. Metody pochvennoj enzimologii – M.: Nauka, 2005. – 252 s.

21. Galstyan A. Sh. Fermentativnaya aktivnost' pochv Armenii. - Erevan: Ajyast, 1974. - 275.

22. Dotaniya M.L., Aparna K., Dotaniya C.K., Mahendra Singh, Regar K.L. Role of Soil Enzymes in Sustainable Crop Production/ Enzymes in Food Biotechnology: by editor Mohammed Kuddus. – 2019. – Chapter 33. – P. 569-589.

23. R.L. Sinsabaugh, Ch. L. Lauber, M. N. Weintraub, B. Ahmed, S. D. Allison, Ch. Crenshaw, A.R. Contosta, D. Cusack, S.Frey, M. E. Gallo, T. B. Gartner, S.E. Hobbie, K. Holland, B. L. Keeler, J. S. Powers, M. Stursova, C. Takacs-Vesbach, M. P. Waldrop, M. D. Wallenstein, D. R. Zak, L. H. Zeglin Stoichiometry of soil enzyme activity at global scale// Ecology Letters. – 2008. - №11. – R. 1252–1264 .

24. Saiya-Cork, R.L. Sinsabaugh, D.R. Zak The effects of long term nitrogen deposition on extracellular enzyme activity in an Acer saccharum forest soil// Soil Biology & Biochemistry – 2002 – № 34. – R. 1309–1315.

25. J.Zimmerman Burket, R P. Dick Burket Microbial and soil parameters in relation to N mineralization in soils of diverse genesis under differing management systems// Biology and Fertility of Soils. – 1998. – V.27. – P. 430-438.

26. DeForest JL, Zak DR, Pregitzer KS, Burton AJ. Atmospheric nitrate deposition, microbial community composition, and enzyme activity in northern hardwood forests// Soil Sci. Soc. Am. J. – 2004. – №8. – R. 132–138.

27. Giacometti C., Cavani L., Baldoni G., Ciavatta C., Marzadori C. and Kandeler E. Microplate-scale fluorometric soil enzyme assays as tools to assess soil quality in a long-term agricultural field experiment// Appl. Soil Ecol. – 2014 – №75 – R. 80–85.

28. Singh J., Kunhikrishnan A., Bolan N. S. and Saggar S.3 Impact of urease inhibitor on ammonia and nitrous oxide emissions from temperate pasture soil cores receiving urea fertilizer and cattle urine// *Sci. Total Environ.* – 2013. – №465, 56–63.
29. Dudkina T. A. Rol' sevooborota i udobrenij v formirovanii biologicheskikh svojstv pochvy // *Plodorodie.* – 2004. – № 3. – S. 12-13.
30. Tihonovich I.A., Provarov N.A. Simbiozy rastenij i mikroorganizmov. – SPb.: Izd. SPbGU, 2009 – 209 s.
31. Aslam Z, Yasir M, Khaliq A, Matsui K, Chung YR. Mini review too much bacteria still unculturable// *Crop and Environmental* – 2010. – № 1(1). – R. 59–60.
32. Semenov M.V. Metabarkoding i metagenomika v pochvenno-ekologicheskikh issledovaniyah: uspekhi, problemy i vozmozhnosti// *Zhurnal obshchej biologii.* – 2019. – №6. – Tom 80. – S.403-417.
33. Ivanov A.L. Metodologiya i kategorii issledovaniya depozitarnyh, biogeocenticheskikh, ekologicheskikh i servisnykh funkciy pochv// *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva.* – 2015. – № 80. – S. 6-15.
34. Agafonova V.A., Popova V.P. Perspektivy primeneniya metodov pochvennoj metagenomiki dlya opredeleniya kachestva pochv sadovyh cenozov// *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* – 2021. – № 67(1). – S.203-225.
35. Long walk to genomics: History and current approaches to genome sequencing and assembly/ A.M. Giani [et al.] // *Computational and Structural Biotechnology Journal.* – 2020. – Vol. 18. – P.9–19.
36. Tihonovich I.A. Chernov T.I., Zhelezova A.D., Thakahova A.K., Andronov E.E., Kutovaya O.V. Taksonomicheskaya struktura prokariotnykh soobshchestv pochv raznykh bioklimaticheskikh zon// *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva.* - 2018. - Vyp. 95. – S.125-153.
37. Zvyagincev A.G., Bab'eva I.P., Zenova G. *Biologiya pochv.* – M.: Izd-vo MGU, 2005. – 445 s.
38. Wei Z., Hu X., Li X., Zhang Y., Jiang L., Li J., Zhengbirg G., Yujie C., Xiangru L. The rhizospheric microbial community structure and diversity of deciduous and evergreen forests in Taihu Lake area, China// *PLoS ONE.* 2017. No. 12 (4). e0174411.
39. Mel'nichuk T. N., Egovceva A. Yu., Abdurashitov S. F., Andronov E. E., Abdurashitova E. R., Radchenko A. F., Ganockaya T. L., Radchenko L. A. Mikrobnnye soobshchestva rizosfery *Triticum aestivum* L. chernozemov yuzhnogo i vyshchelochennogo// *Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki.* – 2019. - № 3(19). – S.94-105.
40. Shelli Sh. I. Pochvennye anaerobnye bakterii roda *Clostridium*, geograficheskoe rasprostranenie i azotfiksiruyushchaya aktivnost': diss. kand.biol.nauk: 03.00.27/MSHA im.K.Timiryazeva – M., 1985. – 185 s.

ТҮЙІН

Р.Х. Рамазанова^{1*}, А. Касипхан², Ж.Т. Ботбаева³ЖАЗДЫҚ ТРИТИКАЛЕ ДАҚЫЛЫНА АЗОТ ТЫҢАЙТҚЫШТАРЫН ҚОЛДАНУ
КЕЗІНДЕГІ КҰҢГІРТ ҚАРА-ҚОҢЫР ТОПЫРАҚТАРДЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ
БЕЛСЕНДІЛІГІ

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

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
010000, Астана, 62, Жеңіс даңғылы, Қазақстан, e-mail: akgul-03@mail.ru

³Қазақ технология және бизнес университеті,
010000, Астана, 37А, К. Мухамедханов көшесі, Қазақстан,
e-mail: zhanar.b.t@mail.ru

Мақалада жаздық тритикале егістігінде азот тыңайтқыштарын енгізу мөлшері мен мерзіміне байланысты Ақмола облысының құңгірт қарақоңыр топырағының микробиологиялық белсенділігін зерттеу бойынша деректер келтірілген. Қолданылатын минералды тыңайтқыштар микроорганизмдердің тіршілігіне теріс әсер етпейтіні көрсетілген. Азотты Р₆₀ фонында бөлшектеп және бір мәрте қолдану, топырақтың биологиялық белсенділігінің артуына әсер етеді: каталаза және уреаза ферменттерінің белсенділігі жоғары дәрежеге, дегидрогеназа орташа белсенділік дәрежесіне сәйкес келеді. Азот-фосфор тыңайтқыштарын қолдану кезінде микроорганизмдердің саны да артады. Жаздық тритикале дақылына азотты тыңайтқыштарды қолдану кезінде құңгірт қарақоңыр топырақтың микробиомына зерттеу жүргізілді. Құңгірт қарақоңыр топырақта ең көп таралған микроорганизмдердің түрлері - Proteobacteria, Actinobacteria және Firmicutes.

Түйінді сөздер: топырақ, азот тыңайтқыштар, жаздық тритикале, ферменттер, микробиологиялық белсенділігі, метабеном.

SUMMARY

R.Kh. Ramazanova^{1*}, A. Kassipkhan², Zh.T. Botbaeva³BIOLOGICAL ACTIVITY OF DARK CHESTNUT SOIL WHEN APPLYING NITROGEN
FERTILIZERS FOR SPRING TRITICALE

¹ Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after
U.U. Uspanov, 050060, Almaty, 75B, al-Farabi, Ave., Kazakhstan,
*e-mail: raushasoil88@mail.ru

² Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, 010000, Astana, 62, Zhenis
Ave., Kazakhstan, e-mail: akgul-03@mail.ru

³ Kazakh University of Technology and Business,
010000, Astana, 37A, K. Mukhamedkhanov str., Kazakhstan,
e-mail: zhanar.b.t@mail.ru

The article presents data on the study of the microbiological activity of the dark chestnut soil of the Akmola region in spring triticale crops, depending on the doses and timing of nitrogen fertilizers. It shows that the apply of mineral fertilizers have any negative impact on the viability of microorganisms. Nitrogen, applied partly and once on the background of P₆₀ contributes to the increase of soil biological activity: activity of catalase and urease enzymes corresponds to a high degree, dehydrogenase - to medium degree of activity. The number of microorganisms also increases with the application of nitrogen-phosphorus fertilizers. A study of the microbiome of dark

chestnut soil with the application of nitrogen fertilizers under spring triticale was carried out. The most common types of microorganisms in dark chestnut soil are Proteobacteria, Actinobacteria, and Firmicutes.

Key words: soil, nitrogen fertilizers, spring triticale, enzymes, microbiological activity, meta-genome.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Рамазанова Раушан Хамзаевна - Председатель Правления, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: raushasoil88@mail.ru

2 Касипхан Аггул - заведующая Агроэкологическим испытательным центром, PhD, e-mail: akgul-03@mail.ru

3 Ботбаева Жанар Турлыбековна - доцент кафедры технологии и стандартизации, кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, e-mail: zhanar.b.t@mail.ru

IRSTI 68.05.45

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.1.53](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.1.53)A. Usmonkulova^{1*}**BIOREMEDIATION OF NI (II) CATION-CONTAMINATED SOILS BY BACTERIA**¹*Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of Uzbekistan;**100128, Tashkent, A. Kadyri str. 7B, Uzbekistan; *e-mail: usmonkulova.aziza@mail.ru*

Abstract. The interaction of plant growth-promoting bacteria with plants and their ability to clean up contaminated soil has attracted more attention in recent years. In this study, three rhizobacteria strains (*Enterobacter ludwigi*, *Enterobacter cloacae*, and *Pseudomonas aeruginosa*) were examined to determine their individual and combined synergistic effects on the remediation of Ni-contaminated soils. Wheat was used as a test plant. Wheat seedlings were sown in soils containing 57.42, 95.7, and 191.4 mg/kg of nickel and were then given a 30-day treatment with a mixture of the rhizosphere bacteria *Enterobacter ludwigi*, *Enterobacter cloacae*, and *Pseudomonas aeruginosa*. Next, plant height, biomass in the stems and roots, and chlorophyll content were measured. It was discovered that plant growth characteristics were greatly improved when a consortium of three bacterial strains was used as opposed to the outcome when only one strain was used. The outcomes demonstrated the potential for synergistic bioremediation of Ni-contaminated soils and enhancement of plant development among the studied rhizobacteria. The findings of this study offer solid evidence in using an inexpensive, highly efficient microorganism-based bioremediation for soils contaminated with nickel.

Key words: bacteria, nickel, chlorophyll, bioremediation, pollution.

INTRODUCTION

One of the most important problems for today's society is heavy metal (HM) pollution caused by urbanization and industrialization. [1–3]. Effects of metal pollution on agricultural fields/soils lead to contamination of food sources [4, 5]. Cr, Co, Cu, Zn, Hg, Mn, Pb, Ni, Cd, Sn and other HM and metalloids have a great toxic effect. Increasing cropping intensity, bringing more areas under cultivation, and the development of farming practices with the latest technology, such as the use of fertilizers, have led to HM contamination of agricultural fields [6, 7]. Concentrations of metals or metalloids in agricultural soils are increasing rapidly, affecting plant growth, food security and soil microflora [8, 9]. HMs that are toxic to the environment can directly affect the integral part of plants and change their biochemical, metabolic and physiological processes [10, 11]. However, some of the HMs such as Mn, Cu, Co, Cr and Zn are important for the completion of metabolic activities in small amounts. Pollution with HMs is one of the main problems that

affects not only human health, but also other biota living in polluted areas [12, 13]. The major components of pollutants are anthropogenic sources, although various pollutants can occur naturally in soil as mineral components and can be highly toxic [14–16]. Soil pollution is usually not clearly measured or visible, but is often a hidden problem. Thus, their complex nature and varying rates of degradation make soil studies difficult and expensive to determine the true extent of pollutant exposure. An accurate model for predicting Ni accumulation in plants will facilitate the assessment of soil quality and the potential risk of metals. However, due to soil heterogeneity, it is difficult to create such models on a large regional scale. The application of a multi-surface speciation model (MSM) to predict Ni accumulation in wheat at the field scale may serve as a useful tool in regional soil risk assessment and thus in the development of soil conservation measures [17]. Soil pollution is the third most important soil function in Europe and Eurasia, fourth in North Africa, fifth in Asia, seventh in the Pacific

Northwest, eighth in North America, and ninth in sub-Saharan Africa and Latin America. But due to their permanent and stable nature, these metals cannot be completely eliminated. These HMs and metalloids are bio-accumulators and gradually enter plants, animals and humans through the food chain or water and air. [3, 18]. However, some studies have shown that some microorganisms with strong biodegradability of HMs can reduce the toxicity of HMs and create a suitable soil environment for growing food crops [19, 20].

Therefore, this research aims to study the synergistic effect of *Enterobacter ludwigii*, *Enterobacter cloacae*, and *Pseudomonas aeruginosa* to promote plant growth in contaminated soils with Ni(II) cations.

MATERIALS AND METHODS

Characterization of the soil uncontaminated with heavy metals and preparation for the experiment. The experimental soil was obtained from the top 0–20 cm of an uncontaminated agricultural field near Tashkent, Uzbekistan (N31°32'2", E104°41'41"). The collected soil was passed through a 3 mm sieve and sterilized in a high-capacity autoclave sterilizer (JIBIMED LS-75HV, CHINA) at 121°C for 20 minutes. The physicochemical properties of the experimental soil sample included pH 6.5, total organic carbon 15.7 g/kg, total nitrogen 1.3 g/kg, and 1.32 smol/kg CEC. Prior to planting, sterilized soil was treated with 3 different concentrations of $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ solutions (57.42; 95.7, and 191.4 mg/kg). Solutions of nickel were prepared in distilled water and added to the soil in the containers and mixed well. Distilled water was added to the control soil samples in the volume equal to the volume of the solution added to the other samples.

Preparation of bacterial suspensions. In our previous studies, more than 50 new isolates isolated from the soils of Samarkand and Kashkadarya regions contami-

nated with heavy metals were found to be highly viable and resistant to Ni ions. Then, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter ludwigii* and *Pseudomonas aeruginosa* strains were selected for their plant growth and development promoting properties and designated as A5, A11 and A18, respectively. The following nutrients were used to growth the microorganisms chosen for research: peptone broth (PB) g/l: L-glucose -20, K_2HPO_4 - 0.5, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0.5, NaCl - 0.5, and peptone - 10. Four separately bacterial strains and their combination were used in the experiment (A5, A11, A18, A5&A11&A18). For 48 hours, bacteria were cultured at 28 °C in peptone broth. 15 ml of a suspension containing 10^6 CFU ml⁻¹ of one bacterium was added to the rhizosphere of plants. 5.0 ml of each culture suspension was added to the variants with three bacterial combinations. We added 15 mL of sterile peptone broth as a control [21, 22].

Planting and preparation of growing conditions. Healthy seeds of the same size are surface sterilized with 1 % sodium hypochlorite solution for ten minutes. It is then washed with sterilized distilled water. The seeds are left in plain water until they form a seed. Germinated seeds are planted in the soil in plastic containers (diameter 17 cm, depth 10 cm) disinfected with five grams of alcohol, and a suspension of active cultures is added. Examples are given below:

- T1. Control
- T2. 57.42 mg/kg Ni + seed
- T3. 57.42 mg/kg Ni soil + seed + A8
- T4. 57.42 mg/kg Ni soil + seed + A10
- T5. 57.42 mg/kg Ni soil + seed + A11
- T6. 95.7 mg/kg Ni soil + seed
- T7. 95.7 mg/kg Ni soil + seed + A8
- T8. 95.7 mg/kg Ni soil + seed + A10
- T9. 95.7 mg/kg Ni soil + seed + A11
- T10. 191.4 mg/kg Ni soil + seed
- T11. 191.4 mg/kg Ni soil + seed + A8
- T12. 191.4 mg/kg Ni soil + seed + A10
- T13. 191.4 mg/kg Ni soil + seed + A11

T14. 57.42 mg/kg Ni soil + seed + A8&A10&A11

T15. 95.7 mg/kg Ni soil + seed + A8&A10&A11

T16. 191.4 mg/kg Ni soil + seed + A8&A10&A11

Each sample was prepared in 3 replicates. During plant growth, the soil relative humidity is 53-57 %, the storage temperature is 27/21 °C during the day/night, the light intensity is 100-200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, and the ambient CO_2 level is 300-410 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ is ensured. All plants in pots were watered with deionized distilled water every 2 days.

Measurement of plant growth indicators and chlorophyll concentration. After 30 days, wheat plants in each pot were harvested. Plant roots were washed with distilled water until soil particles disappears. Then their stem and root length and wet biomass were measured using an electronic analytical balance (EP214C 224S-CW, Switzerland). Root and stem dry weight samples were dried in a drying oven at 70° C for six days, and then their mass was determined [23].

Chlorophyll content was determined by SPAD-502 Plus chlorophyll content analyzer by measuring three locations of each plant leaf (Zhejiang Top Cloud-Agri Technology Co. Ltd, China).

Statistical analysis. All experimental data were analyzed by statistical package (SPSS 22.0) with one-way analysis of vari-

ance (ANOVA) to evaluate wheat growth performance and metals behavior in soils. Duncan's test was used to analyze statistical significance between treatments at a probability level of $P < 0.5$.

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of nickel on plant growth parameters

Plants grown in soils with medium and high Ni concentrations compared to the control showed yellowing of leaves, biomass weight, and length were lower. Plant properties with three (A5&A11&A18) bacterial suspensions were significantly improved compared to plants with one bacterial suspension.

The shoot's length was specifically 32.3 cm in the variants with the inclusion of the A5&A11&A18 bacterial suspension and 29 cm in the sample with only one A5 bacterial suspension. The control without the addition of bacteria suspension was found to have the lowest plant height (20 cm) and lowest amount of biomass (table 1, 2). The also demonstrated a significant impact of Ni stress on plant height. A significant difference was observed in plant shoot length at different nickel concentrations (highest 20 cm at 0 mg/kg soil and lowest 11.3 cm at 191.4 mg/kg soil). The significant effect of bacteria in reducing the harmful toxic effects of nickel can be known from changes in plant growth parameters and biomass.

Table 1 - Shoot and root length of wheat grown in different concentrations of Ni

Shoot length, cm					Root length, cm			
Ni mg/kg	0	57.42	95.7	191.4	0	57.42	95.7	191
Control	20	17	14.4	11.3	7.5	5.2	4.3	2.5
A5	29	26.1	25.2	17	8.4	7.8	6.5	4.5
A11	25.6	23.6	19.5	18	10.5	9	7.1	6.6
A18	22	19.3	19	14.3	8.5	6.5	6	5.5
A5&A11&A18	32.3	28	25	18	11.7	9.6	7.2	5.8

The length of the wheat shoot and root in the sample with a concentration of 191.4 mg/kg of nickel was 11.3 and 2.5 cm, respectively, in the absence of bacterial suspension, and 19.5 and 6.6 cm in the sample with the A11 bacterial suspension

(figure 1). The plant shoot and root lengths were 18 and 5.8 cm when the A5&A11&A18 bacterial suspension was applied at a concentration of 191.4 mg/kg of nickel.

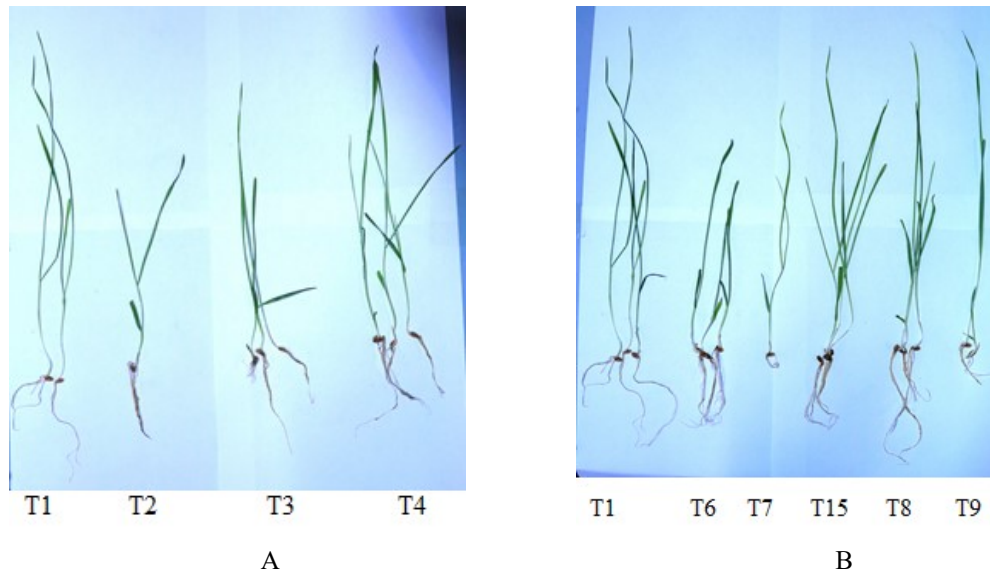


Figure 1 - General view of wheat shoot and root grown in different concentrations of Ni
57.42 mg/kg Ni concentration B) 95.7 mg/kg Ni concentration

From these results, it can be concluded that it is appropriate to use several bacterial communities to reduce the harmful effects of nickel on plant growth parameters. The interaction between Ni and bacteria had a significant effect on plant

height as well as biomass production. Biomass of plants in the samples with bacterial suspension containing 3 bacteria recorded a higher result compared to the variants with one bacterial suspension.

Table 2 - Biomass of wheat grown in different concentrations of Ni

Ni mg/kg	wet/dry biomass of shoot, gr				wet/dry biomass of root, gr			
	0	57.42	95.7	191.4	0	57.42	95.7	191.4
Control	0,17/ 0,06	0,15/ 0,05	0,12/ 0,04	0,11/ 0,04	0,04/ 0,01	0,03/ 0,01	0,02/ 0,01	0,01/ 0,007
A5	0,41/ 0,15	0,38/ 0,14	0,35/ 0,12	0,26/ 0,09	0,06/ 0,02	0,05/ 0,02	0,04/ 0,014	0,03/ 0,01
A11	0,39/ 0,14	0,34/ 0,13	0,31/ 0,11	0,25/ 0,09	0,07/ 0,025	0,06/ 0,02	0,05/ 0,018	0,04/ 0,014
A18	0,31/ 0,11	0,26/ 0,09	0,23/ 0,08	0,18/ 0,06	0,05/ 0,018	0,04/ 0,013	0,03/ 0,01	0,02/ 0,008
A5&A11&A18	0,45/ 0,16	0,42/ 0,15	0,32/ 0,11	0,27/ 0,1	0,09/ 0,03	0,08/ 0,028	0,07/ 0,02	0,05/ 0,017

The suspension of rhizobacteria also increased plant growth and biomass production in Ni-added soils (figure 2). When A8&A10&A11 strains suspension was applied to soils without Ni, the wet weight of shoot and root was significantly higher (0.49;0.09g). When the strains were applied separately to soils with different concentrations of nickel, the highest efficiency was shown by the A5 strain (57.42 mg/kg Ni in shoot-0.38g root-0.05g). At a nickel concentration of 191.4 mg/kg, the lowest weight shoots and roots was recorded in the sample using A18 strain suspension (table 2).

The dry biomass of wheat stem and root also decreased proportionally with increasing Ni concentration. At 0 mg/kg of

Ni, the dry biomass of the shoot was 0.14 g when the suspension of culture strain A11 was inoculated and it was 0.09 g at the concentration of Ni at 191.4 mg/kg. The dry biomass of the root of the control variant increased by 0.01 mg/kg at the concentration of 191.4 mg/kg of nickel and when the A11 culture was added, the dry biomass of the root increased 3 times.

Effect of Ni (II) oxidative stress on wheat chlorophyll content

The chlorophyll content of plants inoculated with three bacterial suspensions was significantly higher than that of plants in all other samples (37.2). The control variant showed the lowest value (25.3) significantly.

Table 3 - The relationship of different concentrations of Ni (mg/kg soil) and different bacterial strains to wheat chlorophyll content

Ni mg/kg	Chlorophyll content mg/L			
	0	57,42	95,7	191,4
Control	25.3 ± 0.21	21.1 ± 0.27	18.3 ± 0.22	15.6 ± 0.17
A8	28.7 ± 0.23	23.7 ± 0.37	19.6 ± 0.5	17.3 ± 0.26
A10	31.3 ± 0.49	28.0 ± 0.31	24.8 ± 0.42	20.4 ± 0.43
A11	34.5 ± 0.2	31.0 ± 0.29	28.4 ± 0.25	24.3 ± 0.19
A8&A10&A11	37.2 ± 0.13	33.5 ± 0.27	29.2 ± 0.24	25.4 ± 0.14

According to the results, chlorophyll content had an inverse relationship with Ni concentration, that is, the highest (25.3) chlorophyll content in plants was at 0 mg/kg Ni concentration and the lowest (15.6) value was recorded at 191.4mg/kg Ni concentration.

At various Ni concentrations, there are considerable differences in the amount of chlorophyll. Under the impact of A5&A11&A18 bacterial suspension from plants, the maximum average chlorophyll content (37.2) at the concentration of 0 mg/kg Ni and the minimum chlorophyll content (15.6) were determined in the no bacterial suspension variant at the 191.4 mg/kg concentration of Ni (table 3).

According to a number of studies, rhizobacteria are crucial for the removal of pollutants and toxins from the soil as well as for fostering plant growth in the

face of diverse abiotic challenges [23–25]. Even though a suspension of a single strain increased plant biomass output, three strains were more effective. According to several studies, *Klebsiella pneumoniae* and *Klebsiella* sp. produce large quantities of phytohormones that promote plant growth, including IAA and ACC deaminase, which may be the reason for the high biomass yield [26]. Some authors have argued that the use of several bacterial strains is more effective than a single strain in the bioremediation of heavy metals [27–29]. The ability of *Klebsiella* sp and *Enterobacter* sp to tolerate high Cd concentrations favors plant growth in soils contaminated with heavy metals [24, 30, 31]. Therefore, this study aimed to investigate the synergistic effects of rhizobacteria in the remediation of Cd-contaminated soils.

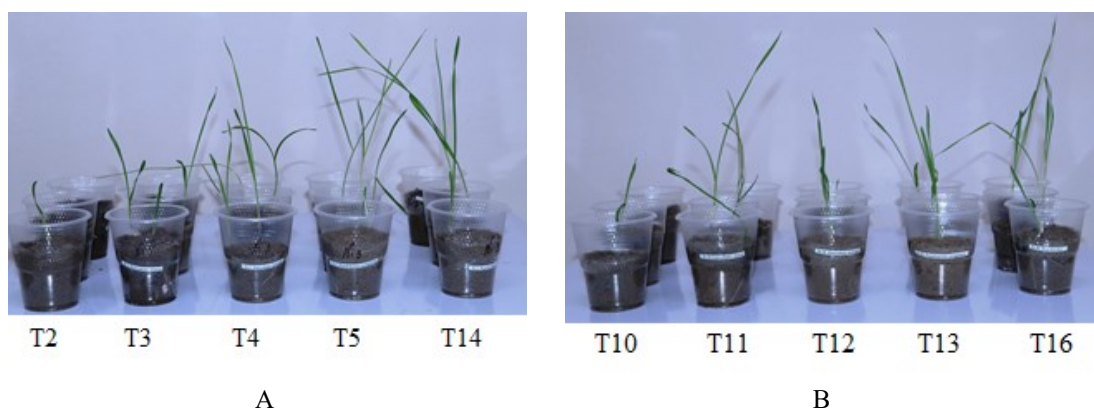


Figure 2 - General view of a wheat plant grown in different concentrations of nickel
A) 57.42 mg/kg Ni concentration; B) 191.4 mg/kg Ni concentration

Concentrations of metals or metal-oids in agricultural soils are increasing rapidly, affecting plant growth, food security, and soil microflora. Environmentally toxic heavy metals can directly affect plants and alter their biochemical, metabolic, and physiological processes. However, some heavy metals such as Cu, Mn, Co, Zn and Cr are important for metabolic activity, but in very small amounts [18]. The use of green plants and rhizobacteria promoting their growth is considered to be more effective in solving heavy metal pollution compared to several methods with different levels of efficiency and cost [32]. Microorganisms are important in soil-water-plant-pollution interactions. Their resistance to heavy metals, the toxicity of metals and the transformation of metal species into less toxic and soluble forms for plants, stimulating the growth of plants leads to an increase in plant biomass even under stress conditions. Soil microorganisms also play an important role in nitrogen fixation and carbon cycling in terrestrial ecosystems by decomposing plant and animal remains [33].

CONCLUSION

In the study, 3 communities of rhizobacteria and the individual ability of each of them were investigated in the bioremediation of soil contaminated with Ni (II)

cations. As Ni concentration in the soil increases, plant growth parameters, including plant stem and root length, their wet and dry weight, and chlorophyll content decrease significantly. However, when plants were inoculated with rhizobacteria suspension, the measured growth parameters were observed to increase. As a result of individual and combined use of rhizobacteria, significant differences were found in plant growth parameters and chlorophyll content. The study showed that the application of several microorganism suspensions against the effect of metal concentration on oxidative stress had a higher efficiency in plant growth and development compared to the application of a single microorganism suspension. The study's findings suggest that soils contaminated with nickel can be bioremediated utilizing microorganisms that can withstand high nickel concentrations and lessen and soften the toxicity of heavy metals.

High resistance microorganisms to heavy metals aid in the growth and development of plants by allowing them to adapt to stressful situations in heavy metal-contaminated soil. In the future, useful soil microorganisms with high resistance to heavy metals and their synergistic activity can be used in the bioremediation process of heavy metal soils.

REFERENCES

- 1 Lv J, Liu Y. An integrated approach to identify quantitative sources and hazardous areas of heavy metals in soils// *Science of the Total Environment*.-2019.- Vol 646. - P. 19-28.
- 2 Hu S, Chen X, Jing F, et al. An assessment of spatial distribution and source identification of five toxic heavy metals in Nanjing, China// *Environmental Engineering Research*. -2021.- Vol 26(3).- P. 200135.
- 3 Li P, Wu T, Jiang G, et al. An integrated approach for source apportionment and health risk assessment of heavy metals in subtropical agricultural soils, eastern China// *Land*. -2021.- 10(10).-P. 1016.
- 4 Jia Z, Wang J, Li B, et al. An integrated methodology for improving heavy metal risk management in soil-rice system// *Journal of Cleaner Production*. -2020.- Vol 273. - P. 122797.
- 5 Singh M, Singh P, Singh RK, et al. An introduction of parthenium hysterophorus to be boon for agricultural land: Under heavy metal contamination// *Plant Archives*.-2020.- 20(1). - P. 2617-2623.
- 6 Thakur A, Kumar A, Kumar CV, et al. A review on vermicomposting: by-products and its importance// *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. -2021.- 22(11-12). - P. 156-164.
- 7 Zhao Y, Zhang Z, Li B, et al. Accurate Determination and Comprehensive Evaluation of Heavy Metals in Different Soils from Jilin Province in Northeast China// *Analytical Letters*. - 2021. - 54(12).
- 8 Nagarajan D, Lee D-J, Varjani S, et al. Microalgae-based wastewater treatment – Microalgae-bacteria consortia, multi-omics approaches and algal stress response// *Science of The Total Environment*.-2022 – P. 845.
- 9 Abeysingha NS, Maduranga KHRS, Singh S, et al. Phytoextraction of nutrients and heavy metals by two monocot plants in thaulla area of small reservoir in Anuradhapura, Sri Lanka// *Journal of Agricultural Sciences*.-2020.- 15(3). - P. 336–344.
- 10 Elango D, Devi KD, Jeyabalakrishnan HK, et al. Agronomic, breeding, and biotechnological interventions to mitigate heavy metal toxicity problems in agriculture// *Journal of Agriculture and Food Research*.-2022. – P. 10.
- 11 Liu Y, Ma Z, Liu G, et al. Accumulation risk and source apportionment of heavy metals in different types of farmland in a typical farming area of northern China// *Environmental Geochemistry and Health*. -2021.-43. - P. 5177–5194.
- 12 Zhang K, Yang J, Wang Y, et al. All-region human health risk assessment of Cr (VI) in a coal chemical plant based on kriging// *Polish Journal of Environmental Studies*. -2020.- 29(1).-P. 429–439.
- 13 Manzoor D, Sharma M, Khursheed W Heavy metals in vegetables and their impact on the nutrient quality of vegetables: A review// *Journal of Plant Nutrition*. -2018.- 4.-P.1–20.
- 14 Gao H, Huang Y, Li W, et al. Explanation of heavy metal pollution in coal mines of China from the perspective of coal gangue geochemical characteristics// *Environmental Science and Pollution Research*. -2021.- 28.-P. 65363–65373.
- 15 Gao T-P, Wan Z-D, Liu X-X, et al. Effects of heavy metals on bacterial community structure in the rhizosphere of *Salsola collina* and bulk soil in the Jinchuan mining area// *Geomicrobiology Journal*.-2021.-38(7).-P. 620-630.
16. Gao Z, Dong H, Wang S, et al. Geochemical characteristics and ecological risk assessment of heavy metals in surface soil of Gaomi city// *International Journal of Environmental Research and Public Health*. -2021.- 18(16).- P. 8329.

- 17 Zhao X, Jiang Y, Gu X, et al. Multisurface modeling of Ni bioavailability to wheat (*Triticum aestivum* L.) in various soils// *Environmental Pollution*. -2018. -238. - P. 590–598.
- 18 Jayakumar M, Surendran U, Raja P, et al. A review of heavy metals accumulation pathways, sources and management in soils// *Arabian Journal of Geosciences*. -2021.-Vol 14.- 2156.
- 19 Khalid M, Ur-Rahman S, Hassani D, et al. Advances in fungal-assisted phytoremediation of heavy metals: A review// *Pedosphere*. -2021.- 31(3).- P.475-495
- 20 Jiang Y, Huang R, Jiang L, et al. Alleviation of cadmium toxicity to *Medicago truncatula* by AMF involves the changes of Cd speciation in rhizosphere soil and subcellular distribution// *Phyton*. 2021.- 90(2). -P. 403-415.
- 21 Duraisamy P, Sekar J, Arunkumar AD, et al. Kinetics of Phenol Biodegradation by Heavy Metal Tolerant Rhizobacteria *Glutamicibacter nicotianae* MSSRFPD35 From Distillery Effluent Contaminated Soils// *Frontiers in Microbiology*. -2020. -11.- P. 1573.
- 22 Yankey R, Karanja JK, Okal EJ, et al. A consortium of plant growth-promoting rhizobacteria strains synergistically assists *Jujuncus* (*Pennisetum giganteum*) to remediate cadmium contaminated soils// *Applied Ecology and Environmental Research*. - 2021.- 19(3). -P.2425-2442.
- 23 Badawy I.H, Hmed A.A, Sofy M.R, et al. Alleviation of Cadmium and Nickel Toxicity and Phyto-Stimulation of Tomato Plant L. by Endophytic *Micrococcus luteus* and *Enterobacter cloacae*// *Plants (Basel)* -2022.- 11(15).
- 24 Pramanik K, Mitra S, Sarkar A, et al. Alleviation of phytotoxic effects of cadmium on rice seedlings by cadmium resistant PGPR strain *Enterobacter aerogenes* MCC 3092//*Journal Hazardous Material*. -2018.- 351. -P. 317–329.
- 25 Rajendran SK, Sundaram L. Degradation of heavy metal contaminated soil using plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Assess their remediation potential and growth influence of *Vigna radiata* L// *International Journal of Agricultural Technology*. -2020.-16(2). -P. 365-376.
- 26 Gupta K, Chatterjee C, Gupta B. Isolation and characterization of heavy metal tolerant Gram-positive bacteria with bioremedial properties from municipal waste rich soil of Kestopur canal (Kolkata), West Bengal, India// *Biologia*.-2012.- 67. - P. 827–836.
- 27 Cao X, Luo J, Wang X, et al. Responses of soil bacterial community and Cd phytoextraction to a *Sedum alfredii*-oilseed rape (*Brassica napus* L. and *Brassica juncea* L.) intercropping system// *Science of the Total Environment*. -2020.-723. -P. 138152.
- 28 Mafiana M.O, Kang X-H, Leng Y, et al. Petroleum contamination significantly changes soil microbial communities in three oilfield locations in Delta State, Nigeria// *Environmental Science and Pollution Research*. -2021.- 28(24). -P. 31447-31461.
- 29 Varjani S, Upasani V.N, Pandey A. Bioremediation of oily sludge polluted soil employing a novel strain of *Pseudomonas aeruginosa* and phytotoxicity of petroleum hydrocarbons for seed germination// *Science Total Environment*.-2020.-737. – P. 139766.
- 30 Chakraborty S, Das S, Banerjee S, et al. Heavy metals bio-removal potential of the isolated *Klebsiella* sp TIU20 strain which improves growth of economic crop plant (*Vigna radiata* L.) under heavy metals stress by exhibiting plant growth promoting and protecting traits// *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. -2021.-Vol 38. -P. 02204.
- 31 Chuanboon K, Na Nakorn P, Pannengpetch S, et al. Proteomics and bioinformatics analysis reveal potential roles of cadmium-binding proteins in cadmium tolerance and accumulation of *Enterobacter cloacae*// *PeerJ* -2019.-7.- P. 6904.

32 Alfadaly RA, Elsayed A, Hassan RYA, et al. Microbial Sensing and Removal of Heavy Metals: Bioelectrochemical Detection and Removal of Chromium(VI) and Cadmium(II) // *Molecules*. -2021.-26.- P. 2549.

33 Ahmad M, Naseer I, Hussain A, et al. Appraising endophyte - Plant symbiosis for improved growth, nodulation, nitrogen fixation and abiotic stress tolerance: An experimental investigation with chickpea (*cicer arietinum* L.) // *Agronomy*. -2019.-9(10). – P.621.

ТҮЙІН

А. Усмонкулова^{1*}

БАКТЕРИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП NI (II) ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТАРДЫҢ БИОРЕМЕДИАЦИЯСЫ

¹Өзбекстан Ғылым Академиясының Микробиология институты, 100128, Ташкент, А. Қадыри көш., 7Б, Өзбекстан, *e-mail: usmonkulova.aziza@mail.ru

Өсімдіктердің өсуін ынталандыратын бактериялардың өсімдіктермен өзара әрекеттесуі және олардың ластанған топырақты тазарту қабілетіне соңғы жылдары көбірек назар аударылуда. Бұл зерттеуде ризобактериялардың үш штаммы (*Enterobacter ludwigii*, *Enterobacter cloacae* және *Pseudomonas aeruginosa*) олардың Ni-мен ластанған топырақтарды қалпына келтіруге жеке және біріктірілген синергиялық әсерін анықтау жүргізілді. Бидай сынақ зауыты ретінде пайдаланылды. Бидай көшеттері құрамында 57,42; 95,7 және 191,4 мг/кг никель бар топыраққа егілді, содан кейін *Enterobacter ludwigii*, *Enterobacter cloacae* және *Pseudomonas aeruginosa* ризосфералық бактериялардың қоспасымен 30 күндік өңдеуден өтті. Әрі қарай өсімдіктің биіктігі, сабақтар мен тамырлардағы биомасса және хлорофилл мөлшері өлшенді. Тек бір штамм пайдаланған кездегі нәтижеге қарағанда үш бактериялық штаммнан тұратын консорциум пайдаланылған кезде өсімдік өсу сипаттамалары айтарлықтай жақсарғаны анықталды. Нәтижелер Ni-мен ластанған топырақтың синергетикалық биоремедиациясының әлеуетін және зерттелген ризобактериялар арасында өсімдіктердің дамуының жақсарғанын көрсетті. Бұл зерттеудің нәтижелері никельмен ластанған топырақтар үшін арзан, жоғары тиімді микроорганизмдер негізіндегі биоремедиацияны қолданудың нақты дәлелдерін ұсынады.

Түйінді сөздер: бактериялар, никель, хлорофилл, биоремедиация, ластану.

РЕЗЮМЕ

А. Усмонкулова^{1*}

БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ КАТИОНАМИ НИКЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАКТЕРИЙ

¹Институт микробиологии Академии наук Узбекистана, 100128, г Ташкент, ул. А. Қадыри, 7Б, Узбекистан, *e-mail usmonkulova.aziza@mail.ru

Взаимодействие бактерий, стимулирующих рост растений, с растениями и их способность очищать загрязненную почву в последние годы привлекают все больше внимания. В этом исследовании были изучены три штамма ризобактерий (*Enterobacter ludwigii*, *Enterobacter cloacae* и *Pseudomonas aeruginosa*) для определения их индивидуального и комбинированного синергетического воздействия на ремедиацию почв, загрязненных никелем. В качестве опытного растения использовалась пшеница. Проростки пшеницы высевали в почву, содержащую 57,42; 95,7 и 191,4 мг/кг никеля, а затем подвергали 30-дневной обработке смесью ризосферных бактерий *Enterobacter ludwigii*, *Enterobacter cloacae* и *Pseudomonas aeruginosa*. Затем измеряли высоту растений, биомассу в стеблях и корнях и содержание хлорофилла. Было обнаружено, что характеристики роста растений значительно улучшались, когда использовался консорциум из трех бактериальных штаммов, в отличие от результата, когда использовался только один штамм. Результаты продемонстрировали потенциал синергетической биоремедиации почв, загрязненных никелем, и

улучшения развития растений среди изученных ризобактерий. Результаты этого исследования предлагают убедительные доказательства использования недорогой, высокоэффективной биоремедиации на основе микроорганизмов для почв, загрязненных никелем.

Ключевые слова: бактерии, никель, хлорофилл, биоремедиация, загрязнение.

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Usmonkulova Aziza - PhD student, Junior researcher at the Phytovirology laboratory, Institute of Microbiology of Academy Sciences of Uzbekistan.

e-mail: usmonkulova.aziza@mail.ru

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

ГРНТИ 87.21.15

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.1.63](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.1.63)

Ф.Е. Козыбаева^{1*}, Г.Б. Бейсеева¹, Г.А. Сапаров², Т. Мұрат¹, Н.Ж. Ажикина¹,
А.С. Есжанова¹

**СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВОГРУНТАХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТОГАЙ И ОЦЕНКА УРОВНЯ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ**

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

*e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

²Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды
Центральной Азии (Алматы), 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,
e-mail: saparov.g@mail.ru

Аннотация. Анализ химических элементов в почвах и пробах суглинистых пород в районе влияния горно-металлургических производств необходим для контроля различных природоохранных процессов – оценки величин загрязнения почвы, поверхностных вод, атмосферного воздуха, а также изучения локального распределения химических элементов и их миграции. Незначительные увеличения содержания цинка в почве следует объяснить подстилающими почвообразующими породами. Среднее значение концентрации в суглинистых породах $Ce = 50$ мкг/г превышает кларк осадочных пород примерно в 2 раза. Имеется место превышение Cu . Ее содержание превышает ПДК в пробах хвостохранилища: валовая форма в 18 раз, подвижная форма в 51,7 раз. Надо иметь в виду аномальность территории рудного месторождения, где в почве, растениях, породах будут повышенные концентрации рудных химических элементов. Хвостохранилище необходимо рекультивировать в связи с сильными проявлениями ветровой эрозии и выноса его тонких частиц на большие расстояния за пределы ГОК (горно-обогатительный комбинат).

Ключевые слова: тяжелые металлы, суглинистые породы, хвостохранилище, ПДК, горнотехническая рекультивация.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Несмотря на высокую экологическую опасность, в настоящем времени доминирующим методом утилизации отходов обогащения остается наземное размещение с использованием площадок складирования в виде хвостохранилищ, что определяет необходимость рекультивации, выведенных из эксплуатации территорий, как очагов атмосферных, литосферных и гидрохимических загрязнений, вызывающих нарушение природного ландшафта, деградацию почвенно-растительного покрова, ухудшение качества поверхностных и подземных вод и негативное воздействие на атмосферу, флору и фауну [1, 2].

Литературные источники и материалы патентного поиска, проанализированные в процессе изучения, проблемы воссоздания продуктивной поверхности на хвостохранилищах закрытых горных предприятий в настоящее время, свидетельствуют об особой ее важности. В течение двух последних десятилетий необходимость решения этих вопросов возросла в связи с массовым и, зачастую, неконтролируемым закрытием горнопромышленных предприятий. Актуальность данного вопроса непосредственно связана с неизбежностью рекультивации этих техногенных объектов для обеспечения экологической и их социальной безопасности как за рубежом, так и в Казахстане [3, 4].

Судя по литературным данным, проблема оценки влияния накопленного экологического ущерба закрытых горных предприятий на экосферу остается слабо исследованной, несмотря на то, что эта проблема стоит на повестке дня в мировом пространстве уже длительное время. В связи с этим особое значение приобретают исследования, направленные на изыскание экономически целесообразных способов рекультивации нарушенных горными работами земель, загрязненных соединениями токсичных тяжелых металлов (ТМ).

Осуществление технологических процессов горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности влечет формирование большого количества отходов, накапливающихся в окружающей природной среде, в почвах. В связи с этим важной эколого-природоохранной задачей является восстановление техногенных ландшафтов, максимальное приближение их к первозданному природному виду, для чего необходимо проводить исследования и разрабатывать все более новые и эффективные методы рекультивации хвостохранилищ [5]. Хвостохранилища горно-обогатительных предприятий цветной металлургии по рельефу представляют собой аккумулятивные образования, возникшие в результате складирования отходов обогащения на поверхности земли. Сложены они полностью из эрозионного материала. В поверхностном слое хвостовых отложений содержится до 100 % частиц диаметром менее 1 мм. В результате эолового и геохимического рассеивания хвостовые отложения загрязняют окружающую среду содержащимися в них токсичными веществами и элементами. Самозарастания хвостохранилищ, как правило, не происходит в течение многих лет. В связи с этим после окончания их эксплуатации биологическая рекультивация хвостохранилищ (консервация

поверхности многолетними травами) с целью устранения вредного воздействия их на окружающую среду становится неотъемлемой частью природоохранных мероприятий в районах действия предприятий цветной металлургии. Решением этой задачи является создание такого покрова, который мог бы выполнить противоэрозионные функции и был бы достаточно устойчивым и долговечным. Для разработки мероприятий по рекультивации хвостохранилищ прежде всего необходимо изучение их экологических условий. Многие из них расположены близ жилых массивов и содержат огромные объемы отходов обогащения. Исследования по озеленению хвостохранилищ с использованием многолетних трав, проведенные в различных почвенно-климатических зонах, позволили определить нижний предел мощности наносимого почвенного слоя и видовой состав растений мелиорантов. Экспериментально доказано, что для формирования устойчивого травостоя на хвостохранилище необходимо наносить слой почвы не менее 10 см. Из многолетних трав наиболее перспективны для озеленения хвостохранилищ, расположенных в черноземной зоне, овсяница красная, райграс пастбищный, костер безостый, эспарцет песчаный, а в зоне каштановых почв - пырей бескорневищный, житняк ширококолось, волоснец гигантский и эспарцет песчаный [6].

Шламокопители и хвостохранилища, как составная часть техногенного ландшафта занимают особое место в рамках исследований по рекультивации нарушенных земель, в частности, при разработке путей и методов их биологической рекультивации. Основной акцент при выборе направления рекультивации шламо-накопителей сделан на технологические, механические и физико-химические способы борьбы с пылением, разработанные и рекомен-

дованные на объектах цветной металлургии.

На предприятиях цветной металлургии как правило применяется санитарно-гигиеническое направление рекультивации в виду токсичности хвостов для растений. На таких хвостохранилищах первым этапом является изучение процессов самозарастания и подбор видов растений для биологической рекультивации нарушенных земель.

Цель работы - дать оценку почвогрунтам (ППС-потенциально-плодородному слою суглинистых пород), отобранных с отвалов на 0-25 см на их пригодность в рекультивации хвостохранилища.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования: нарушенные земли месторождения Актогай.

Методы исследования: почвенно-полевые исследования проводились общепринятыми методами в почвоведении, при выборе ключевых точек закладки почвенных разрезов применялся GPS для определения координат; лабораторно-аналитические исследования выполнялись химическими, физико-химическими, агрохимическими и нейтронно-активационными методами в образцах почв, почвогрунтах и хвостах.

Исследования проведены в лаборатории ядерно-физических методов анализа Центра комплексных экологических исследований. Определение содержания элементов выполнены методом НАА по средне- и долгоживущим и радионуклидам. Используемая методика «Определение элементного состава твердых проб нейтронно-активационным анализом» (KZ.06.01.00447-2022) зарегистрирована в Алматинском филиале АО «НаЦЭКС».

Подготовлены образцы проб для выполнения инструментального НАА: из высушенных, истертых образцов отбирались навески по 100 мг с использованием аналитических весов ML 204T (MettlerToledo). Навески иссле-

дуемых и стандартных образцов элементного состава были герметично упакованы в небольшие полиэтиленовые пакеты; завернуты в алюминиевую фольгу и облучены в периферийном вертикальном канале «10-6» (3) водородного реактора ВВР-К потоком нейтронов с плотностью $\sim 2 \cdot 10^{13} \text{ н'см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ в течение 90 минут.

Измерения наведенной активности проводились на гамма-спектрометрическом комплексе, включающем широкодиапазонный полупроводниковый детектор из сверхчистого германия BE3830 и многоканальный анализатор импульсов (МКИ) DSA-LX (Canberra):

- через 6 дней после облучения выполнена регистрация гамма-излучения в облученных спектрах для определения среднеживущих изотопов Au, W, K, Na, U, Mo, Ca, Br, As, Sm, La;

- через 21 день после облучения выполнена повторная регистрация гамма-излучения в облученных спектрах для определения долгоживущих остальных изотопов.

Расчёты массовых долей элементов выполнены относительным методом с использованием паспортных данных элементного состава стандартных образцов руда золотосодержащая ГСО 6585-93, руда полиметаллическая ГСО 8079-94 производства ТОО Центр геоаналит РК; ГСО 5358-90 ООКО-151НИИ ПФ г. Иркутск РФ; урановая руда IAEA-RGU-1I, почвы IAEA SL1, IAEA soil 7 производства МАГАТЭ Vienna, Austria. Контроль качества результатов проведен с помощью ряда многоэлементных стандартных образцов горных пород, занесенных в Реестр Государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав проб хвостов флотации обогатительной фабрики Актогайского ГОКа определен по данным оценки геохимических характерис-

тик и способности к формированию ную перемешанную флотацию и кислот в хвостах, прошедших первич- представлен в таблице 1 [7].

Таблица 1 – Химический состав проб хвостов флотации Актогайского ГОКа

Наименование элемента	Единицы измерения	Содержание в хвостах
Алюминий	%	0,1
Мышьяк	мг/кг	5
Барий	мг/кг	820
Бериллий	мг/кг	1,1
Висмут	мг/кг	0,1
Кальций	%	0,02
Кадмий	мг/кг	0,06
Кобальт	мг/кг	9
Хром	мг/кг	312
Медь	мг/кг	269
Железо	%	0,02
Галлий	мг/кг	17
Ртуть	мг/кг	0,02
Калий	%	0,03
Магний	%	0,01
Марганец	мг/кг	326
Молибден	мг/кг	44
Натрий	%	0,0
Никель	мг/кг	211
Фосфор	мг/кг	910
Свинец	мг/кг	12
Сера	мг/кг	0,02
Сурьма	%	0,3
Селен	мг/кг	2
Олово	мг/кг	2
Стронций	мг/кг	358
Торий	мг/кг	4
Титан	мг/кг	0,03
Уран	%	1
Ванадий	мг/кг	75
Цинк	мг/кг	38

Аналитические данные по содержанию валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах и пробах почвогрунтов объекта исследования в приемлемых концентрациях. Полученные данные показывают, что в пробах хвостохранилища содержание валовой формы меди превышает ПДК в 18 раз, а подвижная форма в 51,7 раз. В суглинистой породе Рампы СФ1 валовая

форма меди в 1,3 раза превышают ПДК, а подвижная форма в 1,5 раз. Не значительные увеличения содержания цинка в почве следует объяснить подстилающими почвообразующими породами. По данным лабораторных исследований на исследуемой территории почвогрунты не загрязнены тяжелыми металлами. В отвалах суглинистых пород, которые будут использо-

ваны для горнотехнической рекультивации, превышение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов не наблюдается (таблица 2).

Таблица 2 - Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах и почвогрунтах исследуемого объекта, мг/кг

Место отбора	Глубина, см	Подвижные формы				Валовые формы			
		ПДК 6	ПДК 23	ПДК 3	ПДК 2	ПДК 32	ПДК 100	ПДК 55	ПДК 5
		Pb	Zn	Cu	Cd	Pb	Zn	Cu	Cd
Суглинистые породы*	0-25	0,9	2,3	2,3	0,9	3	75,9	50,8	0,9
Стадия 1, хвостохранилище	0-25	0,20	2,40	155,10	0,30	0,80	54,40	992,00	0,30
Рампа СФ 2 Стадия 1 Точка 1	0-25	0,60	2,00	2,60	0,70	2,00	60,00	52,40	0,70
Рампа СФ 1 Стадия 1, Точка 1	0-25	0,90	1,80	4,50	0,70	2,40	70,40	72,80	0,70
Разрез 1, ложе. Стадия 3. Фаза 2.1	0-18	1,10	2,30	2,30	0,80	3,20	62,80	16,00	1,20
	18-37	1,00	2,10	2,10	1,10	2,80	72,80	26,00	2,40
	37-65	1,10	2,30	2,30	1,00	2,40	72,80	26,80	1,60
	65-88	1,50	2,20	2,20	1,10	2,80	66,40	22,80	2,00
	88-125	1,20	2,80	2,80	0,90	3,60	108,40	22,00	1,60
Разрез 2 ложе. Стадия 3. Фаза 2.1	0-11	1,00	2,20	2,20	0,90	2,80	65,20	24,00	1,20
	11-25	1,10	1,50	1,50	1,10	3,20	64,00	26,80	1,60
	25-35	1,20	1,50	1,50	1,00	3,20	62,00	23,60	1,60
	35-78	1,10	1,70	1,70	0,80	3,20	61,60	21,20	2,40
	78-100	1,20	1,60	1,60	1,00	3,60	51,20	18,40	2,40
Разрез 3, Q1/АКТ2	0-18	1,10	2,10	2,10	0,60	2,40	61,20	22,00	2,40
	18-32	0,70	1,70	1,70	0,40	2,00	63,60	26,80	2,00
	32-50	1,20	1,80	1,80	0,80	1,20	64,40	28,80	1,60
	50-80	0,50	1,20	1,20	0,20	2,00	55,20	41,20	2,00
	80-130	0,90	1,00	1,00	0,30	2,80	48,40	38,40	2,00
Примечание: Суглинистые породы - ППС 1, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; ППС 2, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; ППС 3, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; Западный ПРС Образец 1; Отвал на юго-восточной дамбе, в районе зумпфа №; Декант ЮЗ пикет Низовая сторона деканта ЮЗ пикет отвал Проба 6; Отвал в районе начала дамбы стадии 3, пикет 3 -6; Отвал - низовая сторона, между декантами №4-5 (ниже), пикет №42-4.									

Результаты нейтронно-активационного анализа. Решение задач по развитию различных отраслей промышленности и сельского хозяйства создают дополнительные техногенные нагрузки на экосистему, которые приводят не только к ухудшению состояния окружающей среды, но и отражаются на здоровье проживающего в этих регионах населения. Поэтому экологические исследования различных объектов окружающей среды являются актуальной

задачей как науки, так и медицины. Основной экологических исследований являются систематические наблюдения за состоянием окружающей среды, мониторинг ее изменений под воздействием природных и антропогенных факторов, и влияние на состояние здоровья населения [8-10]. Источником наибольшего количества загрязнителей окружающей среды являются предприятия химической, нефтехимической, горно-металлургической промышленности [11].

Анализ состояния и оценка токсического вклада промышленных предприятий является основной задачей проведения экологического мониторинга окружающей среды. С этой целью в последние годы различными природоохранными учреждениями проводятся широкомасштабные мероприятия по мониторингу этих объектов. Существуют различные аналитические методы контроля состояния окружающей среды (почвы, питьевой воды, растений). Применение для этой цели ядерно-физических, аналитических методов, в частности, активационного анализа, одним из преимуществ которого является близость методологических подходов для определения элементов в различных объектах, дает возможность разработки методик многоэлементного анализа. Другими преимуществами указанного метода является возможность анализа без разложения образца, многоэлементность, высокая чувствительность и независимость от типа исследуемых образцов. Кроме того, инструментальный вариант нейтронно-активационного анализа практически свободен от погрешностей за счёт загрязнения образца во время подготовки к анализу. Таким образом, активационный анализ в настоящее время является одним из наиболее удобных методов исследования, позволяющим определять большое количество элементов в небольших навесках проб, в частности, почве, воде [12].

Анализ химических элементов в почвах и пробах суглинистых пород в районе влияния горно-металлургических производств необходим для контроля различных природоохранных процессов – оценки величин загрязнения почвы, поверхностных вод, атмосферного воздуха, а также изучения локального распределения химических элементов и их миграции. Для анализа концентрации химических элементов в данных объектах окружающей среды

химические, физические и физико-химические методы не всегда соответствуют предъявляемым требованиям экспрессности, точности и чувствительности. По этой причине исследование возможностей и разработка многоэлементного инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) проб суглинистой породы в районе влияния горно-металлургического предприятия является актуальной задачей аналитической химии, ядерной физики и радиоэкологии [13-15].

Нейтронно-активационный анализ (НАА) основан на идентификации и измерении излучений, испускаемых образцом во время ядерной реакции или радионуклидами, полученными в результате реакции. Массовое содержание элемента устанавливают измерением наведенной радиоактивности эталонов и исследуемых образцов [16].

В рамках выполнения лабораторных аналитических услуг были приняты на исследование пробы почв и почвогрунтов (суглинистые породы) для определения редкоземельных элементов (РЗЭ) -Sc, Y, лантан, все лантаноиды, Au, Ag и всех доступных методом НАА элементов, включая As, Cd, Cr, Fe, Hg, Co, Na, Mo, Sb, Se, Rb, Sr, W, Re, Zn, Zr, Nb, Ta, Th, U.

Исследования элементного состава грунта на исследуемых объектах показали наличие таких токсичных элементов, как W, Mo. Средние значения концентраций элементов приведены в таблице 3. На основании этих данных можно отметить следующие общие свойства и некоторые особенности относительно концентраций и распределения элементов в почвогрунтах

Концентрации таких элементов, как Mo, Se, Cr превышает в суглинистых породах, Fe в пределах, Rb не превышает, Sr, Ba находятся, в основном, в пределах их кларковых значений для осадочных (суглинистых) пород. Концентрация W превышает в хвостохранилище в 4 раза кларковых значений для осадочных (суглинистых) пород всего мира. Концентрации таких элементов, как K,

V, Ni, Nb, U находятся, в основном, в пределах их кларковых значений для осадочных пород.

Несколько элементов представлены повышенными концентрациями. Среднее значение концентрации в суглинистых породах Се - 50 мкг/г превышает кларк осадочных пород примерно в 8,3 раза. Концентрация Zn в суглинистых породах не превышает (таблица 3).

Среднее значение концентрации в исследуемых почвах разрезов такие элементы как Cr, Br, K, Th, Ni, Zn, Ba - превышает кларк почвы примерно в 1,5 раза. Содержание W в исследуемых почвах разрезов не превышает значение кларка почвы.

Таблица 3 - Средние значения концентраций (мкг/г) различных элементов в суглинистых породах и хвостохранилище месторождения Актогай

Элемент	Суглинистык породы*	Хвостохранилище	Рампа 1, 2	Кларк
				Суглинистая порода
K, %	1,9	2,6	1,8	2.28
Ce	49,7	47,8	46,8	6
Cr	531	0,8	524	160
Br	4,9	<0.2	0,6	6
Th	6,8	4,3	4,2	11
Ni	87,4	89,8	126	95
Ba	599	905	657	800
Mo	5,1	18,7	13,3	2
W	1,9	8,1	1,4	2

Примечание: Суглинистые породы - ППС 1, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; ППС 2, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; ППС 3, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; Западный ПРС Образец 1; Отвал на юго-восточной дамбе, в районе зумпфа №2; Декант ЮЗ пикет Низовая сторона Деканта ЮЗ пикет отвал Проба 6; Отвал в районе начала дамбы стади 3, пикет 3 -6; Отвал низовая сторона, между декантами №4-5 (ниже), пикет №42-4*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные показывают, что содержание Cu в пробах хвостохранилища превышает ПДК: валовая форма меди в 18 раз, подвижная - 51,7. Суглинистая порода отвала Рампы СФ1 также превышает ПДК: валовая форма в 1,3 раза, а подвижная форма - 1,5. Незначительные увеличения содержания цинка в почвогрунтах следует объяснить подстилающими почвообразующими породами. По полученным лабораторным данным почвогрунты исследованной территории тяжелыми металлами не загрязнены. В суглинистых породах, которые будут использованы для горнотехнической рекультивации, превышение содержа-

ния валовых и подвижных форм тяжелых металлов не наблюдается.

Анализ химических элементов в почвах и пробах суглинистых пород в районе влияния горно-металлургических производств необходим для контроля различных природоохранных процессов – оценки величин загрязнения почвы, поверхностных вод, атмосферного воздуха, а также изучения локального распределения химических элементов и их миграции. Исследования элементного состава грунта на исследуемых объектах показали наличие таких токсичных элементов, как Zn, Mo. На основании этих данных можно отметить следующие общие свойства и некоторые особенности относительно кон-

концентраций и распределения элементов в почвогрунтах. Концентрации таких элементов, как Mo, Se, Cr превышает в суглинистых породах, Fe в пределах, Rb не превышает, Sr, Ba находятся, в основном, в пределах их кларковых значений для осадочных (суглинистых) пород всего мира. Концентрация W превышает в хвостохранилище в 4 раза кларковых значений для осадочных (суглинистых) пород всего мира. Концентрации таких элементов, как K, V, Ni, Nb, U находятся, в основном, в пределах их кларковых значений для осадочных пород всего мира. Несколько элементов представлены повышенными концентрациями. Среднее значение концентрации суглинистых породах Se - 50 мкг/г превышает кларк осадочных пород примерно в 2 раза. Концентрация Zn в су-

глинистых породах не превышает.

В связи с аналитическими данными по тяжелым металлам в образцах хвостохранилища, в почвогрунтах отвалов и образцах почв с разрезов следует вывод, что экстремально критических концентраций тяжелых металлов в хвостах и почвогрунтах не содержится. Имеет место превышение ПДК некоторых элементов и в особенности Cu. Надо иметь ввиду аномальность территории рудного месторождения, где в почве, растениях, породах будут повышенные концентрации рудных химических элементов. Хвостохранилище необходимо рекультивировать в связи с сильными проявлениями ветровой эрозии и выноса тонких частиц хвостов на большие расстояния за пределы ГОК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://promdevelop.com/issledovanie-po-rekultivatsii-hvostohranilishh/>, свободный.
- 2 Крупская Л.Т., Голубев Д.А., Растанина Н.К., Филатова М.Ю. Рекультивация поверхности хвостохранилища закрытого горного предприятия приморского края с использованием биоремедиации// ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень / MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019 (9), - С 138-148.
- 3 Beiyuan J., Awad Y.M., Beckers F., Tsang D.C., Ok Y.S., Rinklebe J. Mobility and phytoavailability of As and Pb in a contaminated soil using pine sawdust biochar under systematic change of redox conditions// Chemosphere, 2017, Vol. 178, - P. 110—118. DOI: 10.1016/j.chemosphere. 2017.03.022.
- 4 Бубнова М.Б., Озарян Ю.А. Экологический мониторинг природно-горнотехнических систем на основе данных дистанционного зондирования// Экологические системы и приборы. - 2015. - № 11. - С. 15-22.
- 5 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [promdevelop.com>...rekultivatsii-hvostohranilishh/](https://promdevelop.com/rekultivatsii-hvostohranilishh/), свободный.
- 6 Олейников А.Г., Дурова Р.А. Борьба с пылением хвостохранилищ предприятий цветной металлургии путем покрытия их многолетней растительностью. - В кн.: Рефераты докладов и сообщений IV Уральского научно-координационного совещания по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения». Свердловск, 1969. - С. 49-54.
- 7 Габдулина Ш.И. Изучение влияния эксплуатации хвостохранилища Сульфидной фабрики Актогайского ГОКа на химический состав и минерализацию подземных вод с построением модели массопереноса загрязняющих веществ на базе VisualModflowFlex// Магистерская диссертация. Специальность 6М075500 – Гидрогеология и инженерная геология. -Алматы. -2019. -72 с.

8 Agadjanyan N.A., Skalniy A.V. Himicheskielementy v sredeobitaniya i ekologicheskiy portret cheloveka (Moskva, Izd-vo KMK, 2001).

9 Babikova Yu.F., Kolesnik V.V., Roslyakov N.P. i dr. Mikroelementniy sostav volos naseleniya kak indikator zagryazneniya prirody i proizvodstvennoy sredoi. V kn.: Aktivatsionniy analiz: Metodologiya i primeneniye (Tashkent, Izd-vo Fan, 1990).

10 Kist A.A.. Fenomenologiya biogeokhimii i bioneorganicheskoy khimii (Tashkent, Fan, 1987).

11 Onishenko G.G.. O hode raboty povedeniy u sotsialnogigienicheskogo monitoringa v 2000-2002 i zadacha khgossan-epid-slujby Rossiyskoy federatsii po ego sovershenstvovaniyu. Gigiena i Sanitariya No.3, 3-5 (2004).

12 Курбанов Б.И., Данилова Е.А., Осинская Н.С., Хусниддинова С.Х., Турдиев С.Ю., Хушвактов Н.Х., Фармонов Х.Ш. Нейтронно-активационный анализ в экологических исследованиях объектов окружающей среды// UzbekJournal of Physics/ 2021. – С. 57-64.

13 Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учеб. пособие. 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 542 с.

14 Кулматов Р.А., Кист А.А., Каримов И.И. Нейтронно-активационная оценка распределения элементов в водах// ЖАХ. – 1980. – Т. 35. – № 2. – С. 254–259.

15 Музафаров А., Темиров Б.Р., Саттаров Г.С. Оценка влияния техногенных факторов на экологию региона // Горный журнал. – М., 2013. – № 8 (1). – С. 65–68.

16 Громовик А.И., Йонко О.А. Современные инструментальные методы в почвоведении. Теория и практика. – Воронеж, 2010 – 60 с.

REFERENCES

1 Internet resurs. Rezhim dostupa: <https://promdevelop.com/issledovanie-po-rekultivatsii-hvostokhranilishh/>, svobodny.

2 Krupskaya L.T., Golubev D.A., Rastanina N.K., Filatova M.Yu. Rekultivatsiya poverkhnosti khvostokhranilishcha zakrytogo gornogo predpriyatiya primorskogo kraya s ispolzovaniyem bioremediatsii// GIAB. Gorny informatsionno-analiticheskiy byulleten / MIAB. MiningInformationalandAnalyticalBulletin, 2019 (9),- S 138-148.

3 Beiyuan J., Awad Y.M., Beckers F., Tsang D.C., Ok Y.S., Rinklebe J. Mobility and phytoavailability of As and Pb in a contaminated soil using pine sawdust biochar under systematic change of redox conditions// Chemosphere, 2017, Vol. 178, - P. 110—118. DOI: 10.1016/j.chemosphere. 2017.03.022.

4 Bubnova M.B., Ozaryan Yu.A. Ekologicheskiy monitoring prirodno-gornotekhnicheskikh sistem na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya// Ekologicheskiye sistemy i pribory. - 2015. - № 11. - S. 15-22.

5 Internet resurs. Rezhim dostupa: [promdevelop.com>...rekultivatsii-hvostokhranilishh/](https://promdevelop.com/...rekultivatsii-hvostokhranilishh/), svobodny.

6 Oleynikov A.G., Durova R.A. Borba s pyleniyem khvostokhranilishch predpriyaty tsvetnoy metallurgii putem pokrytiya ikh mnogoletney rastitelnostyu. - V kn.: Referaty dokladov i soobshcheny IV Uralskogo nauchno-koordinatsionnogo soveshchaniya po probleme «Rastitelnost i promyshlennye zagryazneniya». Sverdlovsk, 1969. - S. 49-54.

7 Gabdulina Sh.I. Izucheniye vliyaniya ekspluatatsii khvostokhranilishcha Sulfidnoy fabрики Aktogayskogo GOKa na khimicheskiy sostav i mineralizatsiyu podzemnykh vod s postroyeniyem modeli massoperenosa zagryaznyayushchikh veshchestv na baze VisualModflowFlex// Magistrskaya dissertatsiya. Spetsialnost 6M075500 – Gidrogeologiya i inzhenernaya geologiya. -Almaty. -2019. -72 s.

8 Agadjanyan N.A., Skalniy A.V. Himicheskielementy v sredeobitaniya i ekologicheskiy portret cheloveka (Moskva, Izd-vo KMK, 2001).

9 Babikova Yu.F., Kolesnik V.V., Roslyakov N.P. i dr. Mikroelementniy sostav volos naseleniya kak indikator zagryazneniya prirody i proizvodstvennoy sredoi. V kn.: Aktivatsionniy analiz: Metodologiya i primeneniye (Tashkent, Izd-vo Fan, 1990).

10 Kist A.A.. Fenomenologiya biogeokhimii i bioneorganicheskoy khimii (Tashkent, Fan, 1987).

11 Onishenko G.G.. O hode raboty povedeniy u sotsialnogigienicheskogo monitoringa v 2000-2002 i zadacha khgossan-epid-služby Rossiyskoy federatsii po ego sovershenstvovaniyu. Gigiena i Sanitariya No.3, 3-5 (2004).

12 Kurbanov B.I., Danilova Ye.A., Osinskaya N.S., Khusniddinova S.Kh., Turdiyev S.Yu., Khushvaktov N.Kh., Farmonov Kh.Sh. Neytronno-aktivatsionny analiz v ekologicheskikh issledovaniyakh obyektoy okruzhayushchey sredy// UzbekJournal of Physics/ 2021. – S. 57-64.

13 Zhebentyaev A.I., Zhernosek A.K., Talut I.E. Analiticheskaya khimiya. Khimicheskiye metody analiza : ucheb. posobiye. 2-e izd. – M.: INFRA-M, 2011. – 542 s.

14 Kulmatov R.A., Kist A.A., Karimov I.I. Neytronno-aktivatsionnaya otsenka raspredeleniya elementov v vodakh// ZhAKh. – 1980. – T. 35. – № 2. – S. 254-259.

15 Muzafarov A., Temirov B.R., Sattarov G.S. Otsenka vliyaniya tekhnogennykh faktorov na ekologiyu regiona// Gorny zhurnal. – M., 2013. – № 8 (1). – S. 65-68.

16 Gromovik A.I., Yonko O.A. Sovremennyye instrumentalnye metody v pochvovedenii. Teoriya i praktika. – Voronezh, 2010 – 60 s.

ТУЙІН

Ф.Е. Қозыбаева^{1*}, Г.Б. Бейсеева¹, Г.А. Сапаров², Т. Мұрат¹, Н.Ж. Ажикина¹,
А.С. Есжанова¹

АҚТОҒАЙ КЕН ОРНЫНЫҢ ТОПЫРАҚ ГРУНТТАРЫНДАҒЫ ТЕХНОГЕНДІК
ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ МӨЛШЕРІ ЖӘНЕ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ
ЖИНАҚТАЛУ ДЕҢГЕЙІН БАҒАЛАУ

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

*e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

²Орталық Азия экология және қоршаған орта ғылыми-зерттеу орталығы
(Алматы), 050060, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 75В, Қазақстан,

e-mail: saparov.g@mail.ru

Тау-кен металлургия өндірістерінің әсер ету аймағындағы топырақтағы химиялық элементтерді және құмбалшықты жыныстардың үлгілерін талдау әртүрлі табиғатты қорғау үрдістерін бақылау үшін қажет – топырақтың, жер үсті суларының, атмосфералық ауаның ластану мөлшерін бағалау, сондай-ақ химиялық элементтердің жергілікті таралуын және олардың миграциясын зерттеу. Топырақтағы мырыштың шамалы өсуін топырақ түзетін жыныстардың мөлшерімен түсіндіру керек. Құмбалшықты жыныстардағы селеннің концентрацияның орташа мәні Se-50 мкг/г шөгінді жыныстардың кларкінен шамамен 2 есе көп. Си-мыстың мөлшері де шектеулі рұқсат етілген мөлшерден асады. Оның мөлшері қалдықсақтағыштан алынған үлгілердегі шектеулі рұқсат етілген мөлшерден асады: мыстың жалпы формасының мөлшері 18 есе, жылжымалы формасының мөлшері 51,7 есе асады. Топырақта, өсімдіктерде, жыныстарда кенді химиялық элементтердің концентрациясы жоғарылайтын кен орнының аумағының аномальды екенін есте ұстаған жөн. Қалдықсақтағыштан жел эрозиясының әсерінен, оның жұқа

бөлшектерін ГОК-тан тыс ұзақ қашықтыққа шығаруына байланысты бұл жерлерде рекультивация жұмыстары жүргізілуге тиіс.

Түйінді сөздер: ауыр металдар, құмбалшықты жыныстар, қалдықсақтағыш, ШПК, тау-кен техникалық рекультивация.

SUMMARY

F.E. Kozybayeva^{1*}, G.B. Beiseyeva¹, G.A. Saparov², M. Toktar¹, N.Zh. Azhikina¹
A.S. Yeszhanova¹

THE CONTENT OF TECHNOGENIC ELEMENTS IN SOILS AKTOGAY DEPOSITS AND
ASSESSMENT OF THE LEVEL OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS

¹ *Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after
U.U. Uspanov, 050060, Almaty, 75B, al-Farabi, Ave., Kazakhstan,
e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

² *Scientific Research Center of Ecology and Environment of Central Asia (Almaty),
050060, Almaty, al-Farabi ave., 75V, Kazakhstan, e-mail: saparov.g@mail.ru*

The analysis of chemical elements in soils and samples of loamy rocks in the area of influence of mining and metallurgical industries is necessary for monitoring various environmental processes - assessing the magnitude of soil pollution, surface water, atmospheric air, as well as studying the local distribution of chemical elements and their migration. Minor increases in the zinc content in the soil should be explained by the underlying soil-forming rocks. The average concentration in loamy rocks $Ce = 50 \text{ mcg/g}$ exceeds the clark of sedimentary rocks by about 2 times. There is an excess of Cu. Its content exceeds the MPC in the samples of the tailings dump: the gross form is 18 times, the movable form is 51.7 times. It is necessary to keep in mind the anomaly of the territory of the ore deposit, where there will be increased concentrations of ore chemical elements in the soil, plants, rocks. The tailings dump needs to be recultivated due to strong manifestations of wind erosion and the removal of its fine particles over long distances outside the GOK.

Key words. heavy metals, loamy rocks, tailings storage, MAC, mining and technical reclamation.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Козыбаева Ф. Е. - главный научный сотрудник отдела Экологии почв, доктор биологических наук, профессор, e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

2 Бейсеева Г. Б. - главный научный сотрудник отдела Экологии почв, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: beiseeva2009@mail.ru

3 Сапаров Г. А. - заведующий отдела Экологии почв, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: saparov.g@mail.ru

4 Тоқтар М. - научный сотрудник отдела Экологии почв, PhD доктор, e-mail: murat-toktar@mail.ru

5 Ажикина Н. Ж. - научный сотрудник отдела Экологии почв, e-mail: azhikina_n@mail.ru

6 Есжанова А. С. - младший научный сотрудник отдела Экологии почв, e-mail: ainur_2005_82@mail.ru

АГРОХИМИЯ

ГРНТИ 68.33.29:68.05.45

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.1.74](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.1.74)С.И. Танирбергенов^{1*}, Б.У. Сулейменов¹, З.А. Зәріп¹**ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ «ТУМАТ» ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ**

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

*e-mail: tanir_sem@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения органического гуминового удобрения «Тумат» при возделывании сои в условиях Семиречья. Изучена динамика изменения пищевого режима почвы. Проведены фенологические наблюдения и учет урожая зерна. Предпосевная обработка семян сои раствором органического удобрения повысила их всхожесть на 10-20 %. Одно и двукратная внекорневая подкормка растений сои усиливает рост и развитие растений, повышает урожай до 21-25 %, способствует увеличению количества клубеньковых бактерий. По результатам производственных испытаний органическое гуминовое удобрение «Тумат» рекомендуется для широкого внедрения в южных областях Казахстана при возделывании сои.

Ключевые слова: соя, гуминовые удобрения, фенологическое наблюдение, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Почвы обеспечивают более 95 процентов продуктов питания, но с каждым годом земля становится менее плодородной. По данным ФАО 33 процента почв во всем мире подверглись деградации, это приводит к потерям сельскохозяйственной продукции на сумму примерно в 40 млрд долларов США в год. Деградации почв в основном наблюдается в развивающихся странах, в том числе в Казахстане [1].

В настоящее время в Республике Казахстан около 75 % территории подвержено повышенному риску опустынивания, а 14 % пастбищ достигли крайней степени деградации, и наблюдается снижение почвенного плодородия [2]. Сегодня потери гумуса в почве в условиях неорошаемой зоны составляют одну треть от исходного его содержания, а на орошении достигает 60 %. По данным ученых Казахского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова [3, 4] подтверждается, что в республике объемы применения минеральных

удобрений на 1 га снизились в 15 и органических – в 25 раз, за период с 1985-2020 годы, что в определенной степени способствовало снижению почвенного плодородия. Ежегодный вынос питательных веществ из почвы с урожаями сельскохозяйственных культур превышает в сотни раз, чем поступают они с удобрениями [5, 6].

Причиной такого положения дел явилось недостаточно высоких наукоёмких агротехнологий и систем земледелия. В целом, необходима их дифференциация применительно к разнообразным почвенно-климатическим и рельефным условиям агроландшафтов, не соблюдения научно-обоснованных севооборотов, низком уровне применения удобрений и других средств.

В повышении плодородия почвы, следует уделять большое внимание зернобобовым культурам, в том числе сое. Зернобобовые культуры являются не только ценным источником растительного белка и разнообразных кормов для животных (зеленой массы, сена, комби-

корма и пр.), но и, благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, обладают способностью к фиксации атмосферного азота, обогащают им почву [7-10]. При благоприятных условиях 1 га бобовых культур способен накопить в почве от 100 до 400 кг/га азота [11, 12].

Сою выращивают более чем в 60 странах, посевные площади составляют 360 млн га, а валовой сбор - 377,2 млн т [13]. Основные регионы возделывания сои в Казахстане – юг и юго-запад Республики. В 2021 г. при общей посевной площади в Республике Казахстан 113,3 тыс. га, в Алматинской области под соей было занято 97 тыс. га, т.е. более 85 % [14].

В настоящее время интенсивное применение химических средств в сельском хозяйстве для повышения урожайности приводит к ухудшению свойств почвы, разрушению структуры, снижению водопроницаемости и элементов питания, засорению окружающей среды вредными веществами, а также ухудшению качества продукции в связи с накоплением в ней нитратов, нитритов, остатков пестицидов.

Среди органических удобрений выделяется группа веществ органической природы естественного происхождения, получившие название гуминовые удобрения. Гуминовые удобрения и препараты получают из природного сырья: торфа, бурого угля, сапропеля, биогумуса [15].

Применение гуминовых удобрений на основе биогумуса совместно с микроэлементами способствует повышению урожайности сельхозкультуры, улучшает плодородие почвы, уменьшает затраты на их возделывание, а также позволяет получать экологически чистую продукцию. Их отличие от минеральных удобрений, являются катализаторами биохимических процессов в почве, что обусловлено их стимулирующим воздействием на почвенные микроорганизмы [16].

В данных Щучка Р.В. [17] отмечено, что при обработке семян сои биопрепаратами «Эпин» и «Биорама» улучшена полевая всхожесть (92,8-93,4 %) и повышена площадь листьев на 3,8-9,8 тыс. м/га. Это, в свою очередь, способствовало образованию большего числа клубеньков (478,0-500,7 шт.), бобов и семян на каждом растении. А урожайность сои увеличилась на 11-21 %. В условиях светлых сероземов юго-востока Казахстана при применении гуминового препарата «Гуми-К» урожайность сои увеличилась на 30 % [15].

На орошаемых луговых почвах Узбекистана предпосевная обработка органическим гуминовым удобрением «Тумат» повышает стрессоустойчивость и всхожесть семян сои. Двукратная внекорневая подкормка сои улучшает пищевой режим почвы, повышает рост и развитие, увеличивает урожайность зерна сои от 50 до 90 %. Применение удобрения «Тумат» рассматривается как экологически чистый и экономически эффективный способ повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, способствующий более полной реализации природного потенциала [18].

Гуминовое удобрение «Тумат» в условиях Казахстана также стимулирует рост и развитие растений, повышает стрессоустойчивость, увеличивает урожайность озимой пшеницы, повышает содержание протеина и клейковины, снижает содержание крахмала, уменьшает глютен-индекс, оказывает положительное влияние на микрофлору орошаемых светлых сероземов [19].

По данным Сейтменбетовой А.Т. и др. [20] на светло-каштановой почве гуминовые удобрения «БиоЭкоГум» и «Тумат» положительно повлияли на содержание аммонификаторов и актиномицетов, которые являются активизаторами почвенных процессов. При этом установлено преобладание актиномицетов рода *Streptomyces* (от 20 до

30 %) наличие которых может служить показателем поступления в почву трудно разлагаемого органического вещества. Исследования, проведенные в других почвенно-климатических условиях и различных сельхозкультурах, указывают на высокую урожайность за счет применения гуминовых удобрений [21-25].

В данной статье приводятся результаты научных исследований, проведенных учеными Казахского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова в рамках научно-технической программы ИРН BR10764865 «Научно-технологическое обеспечение сохранения и воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения» МСХ РК. Данные исследования направлены на изучение влияния гуминовых биопрепаратов на плодородие орошаемых светлых сероземов и продуктивность сои в условиях Жетысуской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Условия исследований. Полевые исследования проведены на опытных полях Крестьянского хозяйства «Кайнар Коксу» (координаты 44°52'13.5"N 78°11'11.3"E) расположены в Коксуском районе Жетысуской области.

Погодно-климатические условия района в годы исследований складывались по-разному как по теплу, так и влагообеспеченности исследуемого региона. Так, за 2021 год выпало 306 мм осадков, за 2022 – 322 мм, в т.ч. за вегетационный период 110 и 145 мм соответственно.

2021 год характеризовался как засушливый. Особенностью вегетационного периода были резкие перепады суточных температур. Так, в апреле месяце средние показатели 13,5°C, в мае 19,5°C, в июне-августе температура достигает 27,5°C. Самый жаркий месяц в году - июль, со средним температурным максимумом 32°C и минимумом 19°C. В

2022 году жаркая погода длилась 3,6 месяца (с 24 мая по 13 сентября), с максимальной средне-суточной температурой выше 26°C.

Объекты исследований. Объектом исследования являются сорта культуры сои «Луна» (2021 г.) и «Виктори» (2022 г.), орошаемые светлые сероземы и органическое гуминовое удобрение «Тумат».

Сорт «Луна» - выведен итальянскими селекционерами. Сорт «Виктори» выведен в Казахском научно-исследовательском институте земледелия и растениеводства. Сорт устойчивый к болезням, засухе и высокоурожайный.

Органическое гуминовое удобрение нового поколения «Тумат» получают из бурого угля (леонардита) и сапропеля, с добавлением костной муки и кунжары. Содержит соли гуминовых кислот, фульвокислоты, аминокислоты, органические соли, органические кислоты, природные ауксины, цитокинины и ряд необходимых макро- и микроэлементов в доступной для растений форме. Жидкое гуминовое удобрение «Тумат» применяется для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки (опрыскивания) растений. Способ получения органического гуминового удобрения «Тумат» разработан учеными ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова», патент № 35883 от 07.10.2022 г.

Схема опыта. Полевой опыт заложен по следующей схеме: вариант №1 – контроль, без удобрений, №2 – «Тумат», однократное опрыскивание растений в фазу 2-3-х пар настоящих листьев; №3 – «Тумат», двукратное опрыскивание растений в фазу 2-3-х пар настоящих листьев и начало бутонизации. В вариантах № 2 и № 3 семена сои были обработаны раствором гуминового удобрения перед посевом.

Площадь одной делянки составляет 2000 м². Площадь одной делянки составляет 0,2 га (ширина 10 м, длина 200 м). Повторность 3-х кратная, норма высева сои – 105-110 кг/га. Норма расхода удобрения «Тумат» для обработки семян составила 60 мл/т, для опрыскивания по фазам вегетации – 1 л/га.

Методы исследований. Для анализа вещественного состава почв использованы аналитические методы, подробно изложенные в руководстве по общему анализу почв [26]. Определение органического вещества (гумуса) по ГОСТ 26213-91, легкогидролизующего азота по методу Тюрина-Кононовой, подвижных соединений фосфора и калия - по методу Мачигина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26205-91, pH водный по ГОСТ 26423-85.

В полевых опытах проводились фенологические и биометрические наблюдения, оценка роста, развития растений по основным фазам вегетации сои и учет урожайности. Статистический анализ полученных результатов проведен по общепринятой методике [27].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных исходного состояния орошаемого светлого серозема КХ «Кайнар Коксу» в условиях Коксуского района Алматинской области по слоям 0-20 и 20-40 см показал, что они характеризуются очень низким содержанием гумуса (0,81-0,83 и 0,69-0,67 %). Длительное использование почв в сельскохозяйственном производстве приводит к уменьшению содержания общего гумуса. Содержание карбонатов (CO₂) низкое, а реакция среды pH 8,43-8,70 щелочная (таблица 1).

Как видно из таблицы, содержание подвижных форм питательных веществ в почве и обеспеченность ими по годам были разными. Самое низкое содержание подвижных питательных

веществ в почве отмечалось в 2021 г. - гидролизуемый азот по слоям составляет 29,2-27,6 мг/кг, подвижный фосфор 22,1-15,7 мг/кг и обменный калий 120,0-107,1 мг/кг.

В условиях 2022 г. содержание легкогидролизующего азота в пахотном слое составило 39,2-38,2 мг/кг, что является низким. Подвижный фосфор составляет 71,0-59,6 мг/кг, что является очень высоким и высоким, а обменным калием средне обеспечены – 240-230 мг/кг.

В результате отмечено, что при применении органического удобрения «Тумат» по сравнению с контрольным вариантом, содержание в пахотном слое легкогидролизующего азота, подвижного фосфора и обменного калия выше на 4,7-12,2 мг/кг, 7,3-15,3 мг/кг, 10,0-20,0 мг/кг (таблица 2). Также отмечено увеличение содержания гумуса на 0,07-0,05 %. Это объясняется тем, что органическое удобрение «Тумат» получено из бурого угля (леонардита) и сапропеля, с добавлением костной муки и кунжары. Они являются источником для образования гумуса и увеличивают его содержание в почве. Также известно, что применение гуминовых удобрений улучшает физические и агрохимические свойства почв, ускоряет процессы разложения и гумификации растительных остатков [25].

Результаты подтверждают, что на орошаемых светлых сероземах в конце вегетации отмечено уменьшение по содержанию основных элементов питания (легкогидролизующего азота (4,7-5,6 мг/кг), подвижного фосфора (11,3-16,4 мг/кг) и обменного калия (6,7-30,0 мг/кг) по сравнению с исходным состоянием почв. Это обусловлено более интенсивным выносом этих элементов при возросшей массе урожая.

Таблица 1 - Исходные химические свойства светлых сероземов (2021-2022 гг.)

Год	Глубина, см	Гумус, %	Подвижные формы, мг/кг			pH	CO ₂
			гидрол. N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
2021	0-20	0,81±0,04	29,2±1,92	22,1±1,22	120,0±7,8	8,7±0,04	0,67±0,06
	20-40	0,69±0,06	27,6±0,95	15,7±1,28	107,1±6,8	8,7±0,02	0,66±0,06
2022	0-20	0,83±0,01	39,2±4,27	71,0±11,3	240±20,0	8,44±0,06	0,72±0,11
	20-40	0,67±0,02	38,2±1,86	59,6±11,2	230±20,0	8,43±0,07	0,68±0,01

В условиях 2022 г. содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое составило 39,2-38,2 мг/кг, что также было низким. Содержание подвижного фосфора было 71,0-59,6 мг/кг, что характеризуется как очень высокое и высокое, а обменным калием почвы средне обеспечены – 240-230 мг/кг.

По полученным данным, применение органического удобрения «Тумат» по сравнению с контрольным вариантом, повышало содержание в пахотном слое легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия на 4,7-12,2 мг/кг, 7,3-15,3 мг/кг, 10,0-

20,0 мг/кг, соответственно (таблица 2). Также отмечено увеличение содержание гумуса на 0,07-0,05 %. Это объясняется тем, что органическое удобрение «Тумат» получено из бурого угля (леонардита) и сапропеля, с добавлением костной муки и кунжара, которые являются источником для образования гумуса и увеличивают его содержание в почве. Также известно, что применение гуминовых удобрений улучшает физические и агрохимические свойства почв, ускоряет процессы разложения и гумификации растительных остатков [25].

Таблица 2 – Влияние «Тумат» на агрохимические свойства светлых сероземов (перед уборкой, 2022 г.)

Варианты	Глубина, см	Гумус, %	Подвижные формы, мг/кг		
			гидрол. N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	0-20	0,81±0,04	29,8±1,23	39,3±1,41	213,3±8,46
	20-40	0,66±0,0	27,1±1,02	38,3±1,93	190,0±7,12
«Тумат», однократная обработка	0-20	0,85±0,04	34,5±1,17	54,6±1,35	213,3±12,01
	20-40	0,73±0,07	32,6±0,87	45,6±1,61	200,0±20,0
«Тумат», 2-х кратная обработка	0-20	0,86±0,12	42,0±1,49	54,6±1,24	233,3±23,33
	20-40	0,66±0,14	39,2±1,26	48,3±1,73	208,3±13,82

По результатам исследований в орошаемых светлых сероземах в конце вегетации отмечено уменьшение содержания легкогидролизуемого азота (4,7-5,6 мг/кг), подвижного фосфора (11,3-

16,4 мг/кг) и обменного калия (6,7-30,0 мг/кг) по сравнению с исходным. Это обусловлено более интенсивным выносом этих элементов при возросшей массе урожая.

Например, при проведении фенологических наблюдений учтено, что полевая всхожесть сои на контрольном варианте составила $17,2 \pm 1,26$ шт./м², а применение органического удобрения «Тумат» увеличило количество в зашедших растениях на $3,6-3,3$ шт./м² (таблица 3). Высота растений сои мало отличалась по вариантам в фазе 2-3 настоящих листьев. Только в фазе налива семян высота растений сои на вариантах 2 и 3 выше по сравнению с контрольным вариантом на $5,6-13,3$ см. Применение органического удобрения «Тумат» оказало значительное влияние на продуктивность сои. Так, в фазе созревания по количеству семян на одном растении на

вариантах с применением Тумата количество семян было больше на $3,7-12,2$ шт. ($78,2 \pm 1,60$ и $86,7 \pm 1,62$) по сравнению с контролем.

Максимальное количество бобов на растении отмечено на варианте Тумат с 2-х кратной обработкой ($18,14 \pm 1,62$ шт.), наименьшее на контрольном варианте ($5,14 \pm 2,46$ шт.). Учет клубеньков (в фазе желтой спелости) показал, что количество клубеньков на вариантах с применением биоорганического удобрения «Тумат» при одно- и 2-х кратной обработке незначительно увеличилось и составило $2,1-22,7$ шт./растение по сравнению с контролем.

Таблица 3 – Влияние удобрения «Тумат» на рост и развитие растений сои

Варианты	Полевая всхожесть, шт./м ²	Высота растений, см		Количество семян на 1 растение	Количество бобов на растение, шт.	Количество корневых клубеньков, шт. на 1 растение
		2-3 настоящих листьев	Фаза налива семян			
Контроль	$17,2 \pm 1,26$	$10,5 \pm 0,28$	$55,5 \pm 3,2$	$74,5 \pm 2,46$	$5,14 \pm 2,46$	$34,5 \pm 2,16$
«Тумат», однократная обработка	$20,8 \pm 1,64$	$11,9 \pm 0,45$	$61,1 \pm 3,7$	$78,2 \pm 1,60$	$6,43 \pm 1,60$	$36,6 \pm 3,46$
«Тумат», 2-х кратная обработка	$20,5 \pm 2,23$	$12,1 \pm 0,60$	$68,8 \pm 4,2$	$86,7 \pm 1,62$	$18,14 \pm 1,62$	$57,2 \pm 7,59$

Таблица 4 - Урожайность сои в зависимости от внекорневой обработки «Тумат», ц/га (2021-2022 гг.)

Варианты	Масса 1000 семян, г		Урожай сои, ц/га			Прибавка	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	ц/га	%
Контроль	198,0	186,8	20,9	24,2	22,55	-	-
«Тумат», однократная обработка	221,0	187,8	24,2	30,5	27,35	4,8	21,28
«Тумат», 2-х кратная обработка	234,0	193,7	25,7	30,7	28,20	5,65	25,05
НСР _{0,95} ц/га					2,67		
Р					2,13		

На вариантах, где применяли органическое удобрение «Тумат», с 1 и 2-х кратной обработкой растений, масса 1000 зерен в 2021 году повысилась на

23,0 и 36,0 г, 2022 году на 1,0 и 6,9 г по сравнению с контрольным вариантом без обработки (198,0 и 186,8 г). Прибавка урожая зерна в зависимости от про-

веденных внекорневых подкормок растений удобрением варьировала от 4,8 до 5,65 ц/га (или 21,28 – 25,05 %) по отношению к контролю без удобрений (таблица 4).

Полевые исследования показали, что предпосевная обработка семян сои и двукратная внекорневая подкормка растений независимо от обеспеченности почвы элементами минерального питания, обеспечивает достоверную прибавку урожая сои.

Финансирование. Данное исследование было профинансировано ГУ «Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан» по бюджетной

программе № 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований». ИРН программы BR10764865, Шифр программы O.0946.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Органическое гуминовое удобрение «Тумат» оказало положительное влияние на рост, развитие и урожайность сои. Обработка семян повышает стрессоустойчивость, что влияет на всхожесть семян, одно и двукратное опрыскивание растений в начале вегетации усиливает рост и развитие, повышает количество бобов и массу семян, обеспечивает достоверную прибавку урожая зерна до 21-25 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 [Электронный ресурс]: ФАО. 2021. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Системы на пределе. – Рим, 2021. - Режим доступа: <https://doi.org/10.4060/cb7654ru>, свободный.

2 Сапаров, А.С., Елешев, Р.Е., Сулейменов, Б. У. Современные проблемы почвенно-агрохимической науки Казахстана и пути их решения// Известия Национальной Академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук. - 2016. - №1. – С. 91-101.

3 Сулейменов, Б.У., Сапаров, А.С., Сапаров, Г.А., Кулымбет, К.К., Садуахас, А.Б. Агрохимическая оценка плодородия почв Агропарка Онтустик// Почвоведение и агрохимия. - 2020. №1. - С. 50-61.

4 Колесникова Л.И., Сулейменов Б.У., Сейтменбетова А.Т., Асимжанов Н.С., Мусаева К.К., Зарип З.А.. Агрохимическая съемка почв для внедрения метода точного земледелия// Сборник международная научно-практическая конференция «Социально-экономические проблемы региона в условиях инновационного развития территорий и пути их решения», посвященная 80-летию юбилею доктора сельскохозяйственных наук, профессора Курманбаева Сайпитин Кусметановича. – Семей: Университет имени Шакарима. - 2021.- С. 57-63.

5 Елешев, Р. Е. Состояние и перспективы развития агрохимических и агроэкологических исследований в Республике Казахстан// Почвоведение и агрохимия. –2018. №1.- С. 21-26.

6 Сапаров А., Шарыпова Т., Сапаров Г., Елешев Р. Почвенные ресурсы и плодородие почвы Республики Казахстан// Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. - 2018. - С. 99-104.

7 Дзугаева Л.А., Доева А.Т. Разнообразие кормовых культур – залог успешного животноводства// Горное сельское хозяйство. - 2018. -№4. - С. 76-80.

8 Соколов Н.А., Дьяченко О.В., Бабьяк М.А. Тенденции биологизации земледелия Брянской области// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2.- С. 65-73.

9 Дидович С.В. Перспективы сельскохозяйственной микробиологии// Проблемы и перспективы инновационного развития сельских территорий Крыма. 2019. С. 158-171.

10 Тютюнов С.И., Соловиченко В.Д. Биологизация земледелия как фактор роста плодородия почв, продуктивности культур и сохранения окружающей среды// Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. 2019.- С. 13-17.

11 Доева А.Т., Дзугаева Л.А., Фарниева О.Р. Бобовые культуры в полевом кормопроизводстве// Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия кафедр «Кормление, разведение и генетика сельскохозяйственных животных» и «Частная зоотехния» факультета технологического менеджмента. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, - 2021. - Том Часть 1. - С. 23-25.

12 Жаркова С.В. Влияние обработки вегетирующих растений регулятором роста и гуминовым удобрением на биологический потенциал сортов сои// Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. - №8-1. – С. 88-91.

13 Хозяйственное значение и технология выращивания сои [Электронный ресурс]: Учебный переулок. Электрон. журн. ООО «Грейнрус» 2023119048, Москва. Режим доступа к журн.: <https://grainrus.com/articles/soya/#first>, свободный.

14 Сидорик И.В., Дидоренко С.В., Зинченко А.В., Закиева А.А., Абидлаева Д.Б., Касенов Р.Ж. Создание ультраскороспелых и скороспелых сортов сои для условий Северного Казахстана// Масличные культуры. - 2022. - № 1 (189). - С. 23-33.

15 Кан В.М., Уразбакова У.А., Титов И.Н. Влияние жидкого препарата Гуми-К на продуктивность бобов сои в сероземах Юго-Востока Казахстана// Почвоведение и агрохимия. - 2017. - №1. – С. 27-34.

16 Афиногенова С.Н., Черкасов О.В. Применение гуминовых удобрений в растениеводстве// Научные инновации - аграрному производству: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100 летнему юбилею Омского ГА. Омск, 2018. - С. 51-52.

17 Щучка Р.В. Влияние биопрепаратов и стимуляторов роста и способов их применения на урожай и качество семян сои в ЦЧР [Электронный ресурс]: Тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 06.01.09// Электрон. журн. – disserCat - электронная библиотека диссертаций. - Режим доступа к журн.: <https://www.dissercat.com/content/vliyanie-biopreparatov-i-stimulyatorov-rosta-i-sposobov-ikh-primeneniya-na-urozhai-i-kachest>, свободный.

18. Kaisanova G.B., Suleimenov B.U. Soybean growing using organic humic fertilizer tumat on irrigated meadow soils in andijan region// Почвоведение и агрохимия, - 2022. № 2. -С. 88-98.

19 Сулейменов Б.У., Танирбергенов С.И., Кайсанова Г.Б., Абильдаева У.У. Продуктивность озимой пшеницы в условиях Семиречья// Ғылым және білім. - 2022. № 4-2 (69), - С. 138-148.

20 Сейтменбетова, А.Т., Сулейменов, Б.У., Нысанбаева, А.Э. Влияние удобрений «БиоЭкоГум» и «Тумат» на микрофлору светло-каштановой почвы при возделывании сои и сафлора// Почвоведение и агрохимия. - 2022. - № 1. – С. 40-51.

21 Alfarys, M.Y., Yassi, A., Mustari, K.// Increasing Productivity and Biomass of Corn Plants Toward Grant Organic Fertilizer and Liquid Organic Fertilizer// ENDLESS : International Journal of Future Studies. - Indonesia, - 2021. - № 4 (2). – P. 236-248.

22 Jajuk Herawati, Indarwati, and Ernawati Munadi Effect of basic fertilizer doses and liquid organic fertilizer concentration on soybean yield// Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development Vol. - Indonesia, Surabaya: Faculty of Agriculture – University of Wijaya Kusuma Surabaya, - 2017. - №9 (6). - P. 45-53.

23 Кайсанова Г.Б., Ураимов Т., Камилов С.К., Сулейменов Б.У. Влияние гуминового удобрения тумат на урожайность озимой пшеницы// Почвоведение и агрохимия. - 2021. - №3. – С. 47-54.

24 Турсунов Х.О., Кайсанова Г.Б., Ураимов Т., Рузиев И., Комилов К.С., Сулейменов Б.У., Жораева К.Р. Влияние биопрепарата Tumat (Тумат) на содержание питательных элементов в почве и урожайность риса на орошаемых массивах Андижанской области// Почвоведение и агрохимия. - 2020. - №3. - С. 47-54.

25 Орлов, Д.С. Свойства и функции гуминовых веществ// Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука, 1993. – С.16-27.

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

27 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.

REFERENCES

1 [Electronic resource]: FAO. 2021. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture. Systems on the edge. - Rome, 2021. - Access mode: <https://doi.org/10.4060/cb7654ru>, free.

2 Saparov, A.S., Eleshev, R.E., Suleimenov, B.U. Modern problems of soil and agrochemical science in Kazakhstan and ways to solve them// Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Agricultural Sciences Series. - 2016. - No. 1. - S. 91-101.

3 Suleimenov, B.U., Saparov, A.S., Saparov, G.A., Kulymbet, K.K., Saduakhas, A.B. Agrochemical assessment of soil fertility in the Agropark Ontustik// Soil science and agrochemistry. - 2020. №1. - S. 50-61.

4 Kolesnikova L.I., Suleimenov B.U., Seitmenbetova A.T., Asimzhanov N.S., Musaeva K.K., Zarip Z.A. -practical conference "Socio-economic problems of the region in the context of innovative development of territories and ways to solve them", dedicated to the 80th anniversary of the Doctor of Agricultural Sciences, Professor Kurmanbaev Saipitin Kusmetanovich. – Semey: Shakarim University. - 2021.- S. 57-63.

5 Eleshev, R. E. Status and prospects for the development of agrochemical and agroecological research in the Republic of Kazakhstan// Soil Science and Agrochemistry. -2018. - No. 1. - P. 21-26.

6 Saparov A., Sharypova T., Saparov G., Eleshev R. Soil resources and soil fertility of the Republic of Kazakhstan// New methods and results of landscape studies in Europe, Central Asia and Siberia. - 2018. - S. 99-104.

7 Dzugaeva L.A., Doeva A.T. Diversity of fodder crops is the key to successful animal husbandry// Mountain agriculture. - 2018. - No. 4. –P. 76-80.

8 Sokolov N.A., Dyachenko O.V., Babiak M.A. Trends in the biologization of agriculture in the Bryansk region// Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2021. -No. 2. - S. 65-73.

9 Didovich S.V. Prospects for agricultural microbiology// Problems and prospects of innovative development of rural areas of Crimea. - 2019. - S. 158-171.

10 Tyutyunov S.I., Solovichenko V.D. Biologization of agriculture as a factor in the growth of soil fertility, crop productivity and environmental conservation// Modern trends in the scientific support of the agro-industrial complex. - 2019.- S. 13-17.

11 Doeва A.T., Dzugayeva L.A., Farnieva O.R. Legumes in field fodder production// Innovative technologies for the production and processing of agricultural products: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference in honor of the 90th anniversary of the departments "Feeding, breeding and genetics of farm animals" and "Private animal husbandry" of the faculty of technological management. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, - 2021. - Volume Part 1. - P. 23-25.

12 Zharkova S.V. Effect of treatment of vegetative plants with a growth regulator and humic fertilizer on the biological potential of soybean varieties// International Journal of Humanities and Natural Sciences. - 2020. - No. 8-1. - S. 88-91.

13 Economic importance and technology of soybean cultivation [Electronic resource]: Educational Lane. Electron. magazine Grainrus LLC 2023119048, Moscow. Journal access mode: <https://grainrus.com/articles/soya/#first>, free.

14 Sidorik I.V., Didorenko S.V., Zinchenko A.V., Zakieva A.A., Abidlaeva D.B., Kasenov R.Zh. Creation of ultra-early and early-ripening soybean varieties for the conditions of Northern Kazakhstan// Oil cultures.-2022.-No. 1 (189). - S. 23-33.

15 Kan V.M., Urazbakova U.A., Titov I.N. Influence of the liquid preparation Gumi-K on the productivity of soybeans in gray soils of the South-East of Kazakhstan// Soil Science and Agrochemistry. - 2017. - No. 1. - S. 27-34.

16 Afinogenova S.N., Cherkasov O.V. The use of humic fertilizers in crop production// Scientific innovations for agricultural production: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Omsk State Administration. Omsk, 2018. - S. 51-52.

17 Shchuchka R.V. The influence of biological preparations and growth stimulants and methods of their application on the yield and quality of soybean seeds in the Central Chernozem region [Electronic resource]: Theme of the dissertation and abstract on the Higher Attestation Commission of the Russian Federation 06.01.09// Electron. magazine - disserCat - electronic library of dissertations. - Journal access mode: <https://www.dissercat.com/content/vliyanie-biopreparatov-i-stimulyatorov-rosta-i-sposobov-ikh-primeneniya-na-urozhai-i-kachest>, free.

18. Kaisanova G.B., Suleimenov B.U. Soybean growing using organic humic fertilizer tumat on irrigated meadow soils in andijan region// Почвоведение и агрохимия, -2022. - № 2. - С. 88-98.

19 Suleimenov B.U., Tanirbergenov S.I., Kaisanova G.B., Abildaeva U.U. Productivity of winter wheat under the conditions of Semirechye// Gylym zhane bilim. - 2022. - No. 4-2 (69), - S. 138-148.

20 Seitmenbetova, A.T., Suleimenov, B.U., Nysanbaeva, A.E. Influence of fertilizers "BioEcoGum" and "Tumat" on the microflora of light chestnut soil during the cultivation of soybeans and safflower// Eurasian Soil Science and Agrochemistry. - 2022. - No. 1. - P. 40-51.

21 Alfarysy, M.Y., Yassi, A., Mustari, K.// Increasing Productivity and Biomass of Corn Plants Toward Grant Organic Fertilizer and Liquid Organic Fertilizer// ENDLESS : International Journal of Future Studies. - Indonesia, 2021. - № 4 (2). – P. 236-248.

22 Jajuk Herawati, Indarwati, and Ernawati Munadi Effect of basic fertilizer doses and liquid organic fertilizer concentration on soybean yield// Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development Vol. - Indonesia, Surabaya: Faculty of

Agiculture – University of Wijaya Kusuma Surabaya, - 2017. - №9 (6). - P. 45-53.

23 Kaisanova G.B., Uraimov T., Kamilov S.K., Suleimenov B.U. Influence of humic fertilizer Tumat on the yield of winter wheat// Soil Science and Agrochemistry. - 2021. - №3. - S. 47-54.

24 Tursunov Kh.O., Kaisanova G.B., Uraimov T., Ruziev I., Komilov K.S., Suleimenov B.U., Zhoraeva K.R. Influence of the biological product Tumat (Tumat) on the content of nutrients in the soil and the yield of rice in the irrigated areas of the Andijan region// Soil Science and Agrochemistry. - 2020. - №3. - S. 47-54.

25 Orlov, D.S. Properties and functions of humic substances// Humic substances in the biosphere. - M.: Nauka, 1993. - S.16-27.

26 Arinushkina E.V. Guide to the chemical analysis of soils. Moscow: MGU, 1970. - 489 p.

27 Dospekhov B.A. Methodology of field experience: (with the basics of statistical processing of research results). 6th edition, revised, reprinted from the 5th edition, 1985. Moscow: Alliance. - 2011. - 352 p.

ТҮЙІН

С.И. Танирбергенов^{1*}, Б.У. Сулейменов¹, З.А. Зәріп¹

МАЙБҰРШАҚ ӨСІРУ КЕЗІНДЕ «ТУМАТ» ОРГАНИКАЛЫҚ ГУМИН ТЫҢАЙТҚЫШЫН ҚОЛДАНУ

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

*e-mail: tanir_sem@mail.ru

Мақалада Жетісу жағдайында майбұршақ дақылын өсіру кезінде «Тумат» органикалық гуминді тыңайтқышты қолдану қарастырылған. Топырақта қоректік элементтер режимінің өзгеру динамикасы зерттелді. Майбұршаққа фенологиялық бақылаулар және оның өнімділігіне есептеулер жүргізілді. Майбұршақ тұқымын органикалық тыңайтқыш ерітіндісімен себу алдында өңдеу тұқымның өнгіштігін 10-20 % арттырды. Майбұршақ өсімдіктерін бір және екі рет жапырақ арқылы бүрку өсімдіктердің өсуі мен дамуын жақсартып, өнімділігін 21-25 % дейін арттырды, түйнек бактерияларының көбеюіне ықпал етеді. Өндірістік сынақтардың нәтижелері бойынша «Тумат» органикалық гуминді тыңайтқышын майбұршақты өсіру кезінде Қазақстанның оңтүстік облыстарында кеңінен енгізуге ұсынылады.

Түйінді сөздер: майбұршақ, гуминді тыңайтқыш, фенологиялық бақылау, өнімділік.

SUMMARY

S.I. Tanirbergenov^{1*}, B.U. Suleimenov¹, Z.A. Zarip¹

ORGANIC HUMIC FERTILIZER «TUMAT» APPLICATION IN THE CULTIVATION OF SOYBEANS

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

*e-mail: tanir_sem@mail.ru

The article deals with the application of organic humic fertilizer «Tumat» in the cultivation of soybeans in the conditions of Semirechye. The dynamics of changes in the nutritional regime of the soil is studied. Phenological observations and accounting of grain yield are carried out. Presowing treatment of soybean seeds by solution of organic fertilizer has increased seed germination by 10-20 %. One and two foliar dressing of soybean plants increases the growth and development of plants, increases the yield of grain up to 21-25 % and contributes to increase the

number of nodule bacteria. By results of production tests organic humic fertilizer «Tumat» is recommended for wide introduction in southern regions of Kazakhstan at cultivation of a soya.

Key words: soybean, humic fertilizers, phenological observation, productivity.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Танирбергенов Самат Исембаевич - заместитель Председателя Правления по науке, доктор PhD, e-mail: tanir_sem@mail.ru

2 Сулейменов Бейбут Уалиханович - главный научный сотрудник отдела агрохимии, д. с.-х. н., доцент, e-mail: beibuts@mail.ru

3 Зәріп Зәкір Асылбекұлы - инженер-аналитик отдела мелиорации засоленных почв, магистрант КазНАИУ, e-mail: zakir0802@mail.ru

**МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ
ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ**

ГРНТИ 68.05.45

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.1.86](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.1.86)**Т.Р. Сундет^{1*}****ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ И
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННУЮ ПРОДУКЦИЮ**

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

*e-mail: tsundetovaa@gmail.com

Аннотация. Оптимальное использование удобрений возможно лишь при их рациональном сочетании с комплексом биологических препаратов и технологий. Цель этой статьи – анализ литературы по изучению влияния биопрепаратов на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур, а также их защитного воздействия против основных болезней сельскохозяйственных культур. Показаны преимущества применения биопрепаратов в сельском хозяйстве. Выяснено, что научно-обоснованное применение физиологически активных веществ при возделывании полевых культур значительно снижает последствия применения химических средств защиты растений. При комплексном применении приемов биологизации в сельском хозяйстве можно получить высокий экологически чистый урожай сельскохозяйственных культур за счёт повышения плодородия почв, улучшения её здоровья, борьбы с патогенной микрофлорой в ней и болезнями растений. То есть экологически ориентированные системы в земледелии на основе биопрепаратов дают возможность снизить дозы минеральных удобрений, повысить урожайность и качество продукции на фоне снижения себестоимости и повышения рентабельности производства.

Ключевые слова: биологизация земледелия, плодородие почв, биопрепараты, эффективность, урожайность.

Разработка биологических систем земледелия приобретает особое значение для устойчивого развития АПК в современных условиях. Это связано с тем, что усилилось негативное техногенное воздействие на агроэкосистемы и происходят глобальные климатические изменения [1]. В основе таких систем лежит широкое использование в процессах производства сельскохозяйственной продукции различных природных биологических ресурсов и механизмов [2-4]. Широкое внедрение приемов биологизации земледелия позволяет не только улучшить экологическое состояние агроландшафтов, но и повысить плодородие почв, продуктивность сельскохозяйственных культур и вследствие этого экономическую эффективность растениеводства [5]. Практический опыт внедрения приемов биологи-

зации в различных регионах России показал ее эффективность [6-9]. В России удалось обеспечить максимальное за все годы наблюдений содержание органических веществ в почвах и более высокие темпы роста урожайности [10]. Основной биологизации земледелия является широкое применение приемов сохранения и повышения плодородия почв, увеличение их биологической активности, а также снижение отрицательного влияния различных видов деградации [11].

Среди основных приемов биологизации земледелия обычно выделяются – использование органических удобрений, сидератов и соломы для обеспечения поступления органических и минеральных веществ в почву; применение ресурсосберегающих систем обработки почвы; широкое использование прие-

мов биологической защиты растений с применением различных биопрепаратов; севообороты с многолетними травами и бобовыми культурами; известкование почв и т.д. [12-15].

Одним из подходов для оценки уровня применения приемов биологизации земледелия в конкретных условиях или даже в целом по севообороту и хозяйству может выступать приход сухого органического вещества (COB). В частности, данный показатель активно применялся при анализе степени использования приемов биологизации в Белгородской области России [15], где удалось довести данный показатель до уровня порядка 6 т/га [16]. Использование данного показателя позволяет количественно оценить баланс между приходом COB от различных источников в почву и его выносом с урожаем культуры. Вместе с тем, существует необходимость в адаптации методики данных расчетов для конкретных агропроизводственных условий и использование ее для анализа различных приемов биологизации.

Перспективными в отношении биологизации земледелия являются изыскание и внедрение способов накопления в почвах биологического азота, образования перегноя и синтеза гумуса с микробиологической мобилизацией элементов питания. Необходимым является также оптимальное сочетания приемов биологической мелиорации с методами химизации, т.е. разработка и применение в сельскохозяйственном производстве приемов, способов и методов окультуривания почв, вызывающих длительную глобально положительную реакцию почвенной биоты и растений на антропогенное воздействие. Необходимость комплексных исследований широта и глубина проблем почвенной биоэнергетики и биогеохимии стали причиной появления в почвоведении и микробиологии нового синтетического направле-

ния - почвенной биотехнологии. Это наука о применении биологических процессов и систем в производстве [17]. Применительно к почве и полевым культурам это означает комплексное, гарантированно направленное управление производством необходимого количества полезной биомассы и связанной с ней энергии и биофильных веществ без отрицательных для почвенно-экологических систем последствий или нарушений.

Рост урожайности сельскохозяйственных культур и получение экологически чистой продукции невозможен без положительного решения вопроса повышения плодородия почв, создания условий для бездефицитного баланса гумуса и элементов питания. Поэтому важную роль приобретают приемы почвенных биотехнологий, интерес к которым в мировой науке и практике многих стран за последнее время заметно вырос.

С развитием сельскохозяйственной биотехнологии использование отходов растениеводства, животноводства, птицеводства и жизнедеятельности человека как альтернативных и возобновляемых источников получения тепловой и электрической энергии, моторного топлива, а также производства ценных удобрений кормовых белковых продуктов и т. п. становится важнейшим направлением в стратегии развития сельского хозяйства. Данное направление можно представить, как концепцию модели безотходного высокопродуктивного сельскохозяйственного предприятия с применением биотехнологии, так как основным средством переработки отходов и синтеза новых продуктов кормов и удобрений является использование при определённых условиях эффективных микроорганизмов (ЭМ): штаммов дрожжей, молочнокислых азотофиксирующих и фотосинтезирующих бактерий, грибов и т.д. [18]. Использование биологических средств защиты растений - один из основных элементов

современных технологий фитосанитарной оптимизации агроценозов.

Исследователями установлено, что препараты, созданные на основе микроорганизмов-антагонистов, представленные бактериями родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces* и грибами родов *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicillium*, продуцирующими широкий спектр метаболитов с антимикробным и энтомоцидным действием играют важную роль в эффективном биоконтроле вредных организмов [19-23]. Также учёные установили, что кроме прямого антибиотического действия, биопрепараты стимулируют рост и развитие растений, усиливают иммунитет, улучшают процессы питания, а это способствует повышению продуктивности растений. Имеются данные о том, что бактерии рода *Azotobacter* относятся к микроорганизмам, способным угнетать рост фитопатогенных грибов и бактерий за счет продуцирования биологически активных веществ [24-26]. На их основе создано большое число препаратов, успешно применяемых в сельском хозяйстве.

Большинство известных биопрепаратов применяют, как правило, для обработки семян, при этом контролируются в основном болезни корневой и прикорневой зон растений, но не болезни листьев, стеблей и плодов в период вегетации.

Актуальность подобной проблемы не исчезает даже при достаточном потреблении и доступности комплексных удобрений. В связи с этим, оптимальное использование удобрений возможно лишь при их рациональном сочетании с комплексом биологических препаратов и технологий [27].

В настоящее время из-за загрязнения почв токсинами промышленного происхождения, пестицидами и агрохимикатами, для усиления круговорота питательных элементов созрела необходимость применения экологически чистых биопрепаратов.

Для решения проблем устойчивого развития, стоящих перед растениеводством, и обеспечения высокой урожайности и качества сельскохозяйственной продукции в качестве инновационного инструмента авторами предложены биостимуляторы растительного происхождения [28-30]. Растительные биостимуляторы рассматриваются как подгруппа биорегуляторов роста, состоящие из смеси полипептидов, олигопептидов и аминокислот, изготовленные из растительного белка, использующие частичный гидролиз [31]. Выяснено, что биостимуляторы растительного происхождения более эффективны, чем биостимуляторы животного происхождения. Авторы подчёркивают, что они содержат более высокую концентрацию аминокислот и растворимых пептидов, последние являются основными активными соединениями [32-34]. Биостимуляторы растительного происхождения являясь усилителями метаболизма отличаются от удобрений тем, что способствуют росту растений при внесении в небольших количествах [35]. Они продемонстрировали свою эффективность для растениеводства в качестве обработки семян, опрыскивания листьев и внесение в почву и доступны на рынке в различных формах: жидкого продукта, растворимого порошка или гранулированной формы [36-38]. При применении в виде опрыскивания листьев или внесение в почву биостимуляторы способствуют росту растений за счёт ряда физиологических реакций сельскохозяйственных культур, меняющих их фенотипические признаки [37, 39].

Исследователями было высказано предположение, что такие реакции растений, вызванные биостимуляторами, происходят из гормоноподобных веществ и продукции вторичных метаболитов [40]. Ауксин и гиббереллиноподобные вещества были обнаружены в колеоптилях кукурузы и черенках

томата [32, 33], содержащие биоактивные пептиды [41, 42]. Известно, что пептиды участвуют в дифференциации клеток, индукции ингибитора протеазы, делении клеток и реакции самонесовместимости пыльцы [43, 44]. Похожие результаты были зарегистрированы в продуктах из разложившейся соевой муки, которые оказывали стимулирующее воздействие на корневые волоски у *Brassica gara* и черенков томата [34].

Данные, указывающие на положительное влияние биостимулятора на рост растений и урожайность были получены во многих исследованиях. Применение биостимулятора не только усилило рост проростков кукурузы [32, 33, 45] и стеблевых черенков томатов [32], но также улучшили питательный статус, урожайность и качество культур, в том числе кукуруза, фасоль, томат, сладкий желтый перец, клубника, банан, папайя, и красный виноград [32, 42, 46-49]. Они также повышают устойчивость к широкому спектру абиотических стрессов, таких как засуха [50], засоление [36], экстремальные температуры [51], дефицит питательных веществ [52] и неблагоприятный pH почвы [53].

Авторы также указывают на то, что применение биостимулятора положительно повлияло на морфологию корня: сухая масса, общая длина корня, и площадь поверхности корня, что было связано с улучшением азотного статуса [32, 33]. При этом они подчёркивают, что не ясно, как такие морфологические и физиологические изменения вызываются биостимулятором.

Выяснено, что, к образованию новых корней у основания стеблевых черенков приводит придаточное укоренение включая значительную клеточную метаболическую активность. Хорошо изучено, что ауксин играет ключевую роль в стимулировании роста клеток, делении и образовании придаточных

корней у черенков и в механизме его действия на придаточные укоренения [54-59]. Укореняющие соединения обычно содержат индол-3-масляную кислоту (IBA), 1-нафталинуксусную кислоту (NAA) или комбинации двух соединений. Применение ауксина к неукорененным черенкам способствует адвентивному укоренению в относительно низких дозах.

Было высказано предположение, что ауксин-сигнальный путь участвует в адвентивном укоренении черенков томатов и улучшением усвояемости азота, представленный более тщательным анализом почвенных образцов [32]. Также установлено, что применение биостимуляторов увеличило скорость удлинения побегов карликовых растений гороха, что доказало участие гиббереллинов в регуляции роста их побегов. Известно, что в отличие от ауксинов, гиббереллины ингибируют образование придаточных корней [60-62].

Таким образом, стеблевые черенки обеспечивают идеальную экспериментальную систему, с которой связаны исследования гормональной регуляции с биостимуляторами растительного происхождения. Система устраняет: 1) гибберелловую кислоту как потенциального кандидата на биостимулирующие эффекты из-за их антагонистического характера в отношении придаточных корней и 2) питательные эффекты биостимуляторов, поскольку питательные вещества не требуются на начальных стадиях адвентивного формирования корня. Тем не менее углеводы играют важную роль в адвентивном укоренении, не только обеспечивая энергию и углеродные цепи для процессов биосинтеза новых меристем и корней, но и воздействуя на экспрессию генов в сотрудничестве с ауксином [59].

Применение биостимуляторов вызывало активацию метаболитов, связанных с брассиностероидами (BRs) и

их взаимодействие с другими фитогормонами, и как предполагалось они играют критическую роль в реакции роста растений, о чём говорят результаты недавних метаболомических исследований гормонального профиля тепличной дыни [63]. Участие передачи сигнала BR при обработке биостимулятором продемонстрировали также транскриптомные профили боковых корней проростков кукурузы [64]. Эффекты биостимуляторов варьировались в зависимости от вида и/или сорта растений, сезона, а также метода применения и концентрации продукта [65], хотя причины этих вариации не ясны.

Одним из главных научно-производственных направлений XXI века становится производство биопрепаратов. Они применяются в самых разных отраслях, начиная от медицины и ветеринарии и заканчивая защитой растений, плодородием почвы и охраной окружающей среды [66].

Для казахстанской экономики очень важным является развитие собственного производства биопрепаратов, т.к. более 90 % потребляемых биопрепаратов пока завозятся из-за рубежа. В Казахстане биологическими средствами защиты растений (БСЗР), компоненты которых основаны исключительно на природных организмах и продуктах их симбиоза с другими, сейчас обрабатывается не более двух процентов сельхозугодий (3,8 млн га), в то время как в США и Европе этот показатель в натуральном выражении в 20–40 раз выше. Это связано с необходимостью у западных фермеров перехода к биологическому земледелию вынудила удорожание сельхозпроизводства из-за агрессивной политики транснациональных производителей химических средств защиты растений (ХСЗР), производимых на результате синтеза неорганических веществ, которые приходилось применять в большом количестве [66]. Если

еще в 1970-х за килограмм пшеницы можно было купить три килограмма химудобрений, то теперь не более 200 граммов, что приводит к снижению рентабельности агробизнеса. Но отказаться от химических удобрений не так просто, поскольку без них урожая может не быть вовсе. А постоянно нарастающее применение химических удобрений приводит к деградации почвы, то есть к утрате ею способности самовосстанавливаться и, как следствие, к выбытию сельхозугодий из севооборота. Но сейчас и в Казахстане появилось больше предпосылок к переходу на биологическое и органическое земледелие и роль биопрепаратов значительно повышается. Выделяют 5 основных преимуществ использования биопрепаратов в сельском хозяйстве [67].

Экологичность. Биопрепараты не накапливаются в продукте и в почве и вследствие этого не загрязняют сельскохозяйственную продукцию и окружающую среду. Главным и единственным компонентом препаратов являются бактерии и грибы-антагонисты патогенной микрофлоры и продукты их жизнедеятельности. Для борьбы с насекомыми-вредителями наиболее часто используются препараты на основе бактерии *Bacillus thuringiensis*, для борьбы с возбудителями грибных и бактериальных заболеваний - на основе микроорганизмов рода *Trichoderma* и *Pseudomonas*, а также *Bacillus Subtilis*.

Отсутствие резистентности. Общеизвестно, что насекомые, также, как и грибы, и бактерии, которые являются возбудителями болезней, довольно быстро привыкают к используемым пестицидам, что снижает эффективность защитных мер. Применение биопрепаратов не позволяет вредным объектам выработать иммунитет, тем самым повышая отдачу от их использования.

Высокая селективность. При применении средств защиты растений очень важна избирательность воздействия, особенно это касается инсектицидов. Каждый агроном знает, что уничтожение вредных насекомых неизбежно ведет к уменьшению численности полезных насекомых, а это чревато сдвигом экологического баланса. Эту проблему исключают биоинсектициды, поскольку они действуют избирательно и уничтожают только определенный спектр вредителей, не нарушая природного равновесия.

Использование в любую фазу вегетации. Использование химических СЗР часто накладывает определенные ограничения. Это касается в первую очередь обработок в период цветения (и сразу после него), а также перед сбором урожая. Порой у аграриев нет возможности выдерживать срок ожидания, и это приводит к негативным последствиям для здоровья потребителей, поскольку еще не снизился до допустимого уровень токсинов в продуктах. Биопрепараты не имеют ограничений по использованию в разные фазы развития растения, поскольку не содержат вредных компонентов, которые могут накапливаться в растении.

Высокая рентабельность. Окупаемость затрат на химические СЗР составляет в среднем 2,5-5 раз, в то время как микробиологических препаратов – до 30 раз. Это объясняется несколькими причинами: во-первых, стоимость биологических средств защиты зачастую гораздо ниже, а эффективность выше, во-вторых, можно использовать один вид препарата на протяжении всей вегетации, в-третьих, они обладают пролонгированным действием.

Биопрепаратами можно повысить всхожесть и качество посадок, т.к. обработка биопрепаратами позволяет ликвидировать семенную инфекцию и обезопасить проростки от почвенной пато-

генной микрофлоры. Но стоит учитывать, что совмещать химическую и биологическую протравку не рекомендуется.

Одним из ключевых факторов является то, что биопрепараты, содержащие штаммы полезных бактерий, улучшают плодородие почвы и положительно влияют на фитосанитарное состояние посевов. Также они дают возможность получения ранней овощной продукции, потому что применение биопрепаратов позволяет избежать депрессии у растений.

За последнее десятилетие рядом исследователей во всем мире запатентованы различные консорциумы бактерий для борьбы с болезнями растений. Отобранные микроорганизмы были использованы для получения биопрепаратов, предназначенных для предпосевной обработки семян, весенней и осенней подготовки почвы, после всходов обработок растений с целью стимуляции их роста, развития, а также для борьбы с различными грибковыми и бактериальными заболеваниями.

Основные группы микроорганизмов, используемые при производстве биопрепаратов, включают клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*, бактерии рода *Frankia*, микоризные грибы.

Впервые препарат клубеньковых бактерий под названием нитрагин был приготовлен в 1896 году в Германии Ф. Ноббе и Л. Гильтнером [68]. Позднее под различными наименованиями культуры клубеньковых бактерий начали готовить в других странах. В 1906 году в Англии В. Баттомлей стал производить нитрагин [69], в 1907 году в США Ф. Гаррисон и Б. Барлоу предложили соответствующий препарат «нитрокультура». В этом же году в России Л.Т. Будинов начал применять препараты бактерий *Rhizobium* [70]. Далее, препараты клубеньковых бактерий широко использовались в разных странах под разными наименованиями:

во Франции - N-qerm, в Чехословакии - нитразон, в России - нитрагин и т. д. По предложению С.П. Костычева и его сотрудников с тридцатых годов прошлого столетия в странах бывшей СССР начали применять землеудобрительный препарат, содержащий культуру *Azotobacter chroococcum* – азотобактерин, который рассматривался как аналог азотных удобрений. Исследователи связали действие биопрепаратов на растения не только с процессом фиксации азота и улучшением азотного питания растений, но и с поступлением в растения вырабатываемых им биологически активных соединений (витаминов и стимуляторов роста), когда выяснилось, что микроорганизмы продуцируют биологически активные вещества [71].

Разработка технологии любого биопрепарата в интегрированной защите культуры от вредителей включает несколько этапов. В лаборатории определяют летальные концентрации биопрепаратов, оценивают действия малых доз препарата, изменение вредности и плодовитости вредителей, устанавливают возможность совместного использования с препаратами других экологических групп. В полевых условиях устанавливают оптимальные дозы биопрепарата, устанавливают сроки применения, кратность обработок с учетом климатических особенностей видового состава, биологии и численности вредителей. Биопрепараты необходимо применять в период, только когда вредители только начинают причинять вред растениям [72].

Во всем мире исследования по разработке биологических препаратов на основе спорообразующих бактерии рода *Bacillus* в последние годы усилились. Биологические препараты на основе полезных бацилл для защиты растений от вредителей и болезней являются экологически безопасной альтер-

нативой химическим (синтетическим) пестицидам. К сожалению в сельском и лесном хозяйстве замещение химических пестицидов биопрепаратами для улучшения здоровья растений происходит не столь быстрыми темпами, как можно было бы ожидать. В частности, это связано с тем, что сельхозпроизводителям импонирует скорость и более широкий спектр действия химикатов. В связи с этим учёным в управлении здоровьем растений следует искать подходы к усилению роли микробных агентов биоконтроля, резервом которого являются исследования по расширению функций микроорганизмов, составляющих основу потенциальных биопрепаратов [73, 74]. Преимуществом спорообразующих бактерии рода *Bacillus* по сравнению с другими микроорганизмами является их природный источник выделения, преимущественно почва, и широта географического распространения. Виды *Bacillus* имеют особые характеристики, которые делают их хорошими объектами разработки биологических средств защиты растений. К таким характеристикам относятся:

во-первых, способность производить антибиотические вещества и различные токсины, эта способность является основной при выборе их как биоагентов;

во-вторых, спорообразование, которое увеличивает жизнеспособность и сохраняемость этих бактерий в окружающей среде;

в-третьих, *Bacillus* являются обычными обитателями почв;

в-четвертых, безопасность для человека и позвоночных животных, за исключением некоторых представителей группы *Bacillus cereus sensu lato* [75].

Механизм действия бактерии рода *Bacillus* на фитопатогены включает конкуренцию за источник питания и синтез антибиотических веществ. Так,

использование микробных культур на основе микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов позволяет не только надежно контролировать развитие бактериальных и грибных инфекций в течение всего вегетационного периода, но и во время хранения сельскохозяйственной продукции или посевного материала [75]. Также показано, что фитосанитарный эффект, создаваемый микробными метаболитами, может быть связан с ростостимулирующим действием, увеличением сопротивляемости растения-хозяина болезням, либо непосредственно влияет на возбудителя заболевания. Ко всему прочему, способность бактерий рода *Bacillus* колонизировать филлоплану растения также считается важной особенностью этих бактерий как агентов биологического контроля и может быть использована против сосудистых патогенов. Показано, что при включении бацилл в качестве основы биопрепаратов в ризосферную или эпифитную микрофлору растений происходит определенная модификация окружающей среды, полезная как для здоровья растений, так и для здоровья животных и человека, потребляющих растительную пищу [76].

Довольно успешно тестируются в лабораторных условиях и применяются на практике биологические методы борьбы с болезнями растений с использованием антагонистических бактериальных агентов. Так для защиты яровой пшеницы, в основном от грибных болезней, на основе бактерий из рода *Bacillus*, создан биофунгицид Бацизулин. Его эффективность не уступает многим химическим и биологическим протравителям семян и составила 56,2–82,4 %. Для защиты от широкого спектра возбудителей как бактериальных, так и грибных заболеваний используется препарат Гамаир на основе штамма *Bacillus subtilis* М-22. В качестве биоудобрений, а также против бурой ржавчины, мучнистой росы, снежной

плесени, фитофториоза, фузариоза, капустной килы, всевозможных бактериозов, гельминтоспоров, корневых гнилей и др. могут использоваться препараты группы экстрасол, разработанные Всероссийским НИИ сельскохозяйственной микробиологии ООО «Бисолби-Интер» на основе *Bacillus subtilis*, в комплексе с другими полезными микроорганизмами [76].

Во всех случаях использования штаммов бацилл и препаратов на их основе конечным итогом в аспекте управления здоровьем растений является увеличение продуктивности культур при сохранении экологической безопасности плодов и окружающей среды. Составить конкуренцию химическим пестицидам не только в плане экологической безопасности, но и по экономическим показателям, учитывая их разносторонний вклад в управление здоровьем растений может создание и использование микробных препаратов полифункционального действия [74]. На пути совершенствования методов борьбы с фитофагами, фитопатогенами и растительноядными насекомыми изучение антагонистической активности потенциальных продуктивных бактериальных агентов, в частности спорообразующих бактерий рода *Bacillus*, является первоочередной задачей, стоящей перед разработчиками биопрепаратов на бактериальной основе [77].

Но несмотря на многочисленные достоинства биологических препараты имеют и недостатки, основным из которых является пониженная эффективность, они пока еще уступают эффективности химических препаратов. Несмотря на то, что в целом ряде опытов биопрепараты не уступают или даже превосходят химэталоны, общая картина складывается не в пользу биопрепаратов, а это сдерживает их широкое внедрение в практику. Второй главный недостаток – низкая воспроизводимость действия. Эффект от их приме-

нения часто бывает низок или непредсказуем в связи с тем, что поведение живых микробов в природной среде при внесении на растения подвержено действию целого ряда факторов (температура, влажность, состояние естественного микробного сообщества, фаза развития растения и т.д.). В полевых условиях при перенесении в прикорневую зону или на поверхность растений, где они попадают в стрессовые условия внешней среды и конкуренции с аборигенной микрофлорой их эффективность снижается даже если микроорганизмы проявляют высокую эффективность борьбы с патогенами в лабораторных условиях. Также, среди недостатков упоминаются ограниченность действия у препаратов – т.е. только повышение интенсивности фотосинтеза или только повышение энергии всхожести семян, короткий срок хранения, повышенные требования, предъявляемые к хранению и процедурам применения; узкая направленность и отсутствие отклика на общее состояние почвенной микрофлоры и необходимость корректировать компонентный состав микроорганизмов в зависимости от условий применения [78, 79].

Несмотря на недостатки, указанные выше на данный момент с точки зрения здоровья почвы, безопасности продукции, эффективной защиты от вредителей и стоимости биологические препараты являются наиболее привлекательными в плане биологизации земледелия и охраны окружающей среды.

Из вышеприведённого обзора можно сделать заключение, что научно обоснованное применение физиологически активных веществ при возделывании полевых культур значительно снижает последствия применения химических средств защиты растений. При комплексном применении приемов биологизации в сельском хозяйстве можно получить высокий урожай сельскохозяйственных культур за счёт повышения плодородия почв, улучшения её здоровья, борьбы с патогенной микрофлорой в ней и болезнями растений. То есть экологически ориентированные системы в земледелии на основе биопрепаратов дают возможность снизить дозы минеральных удобрений, повысить урожайность и качество продукции на фоне снижения себестоимости и повышения рентабельности производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ильченко А. В. Экологические проблемы земледелия// Проблемы современной экономики. - 2015. - №23. - С. 97-102.
- 2 Башкин В. Н. Современные проблемы биологизации земледелия// Жизнь Земли. 2022. - №2. - С. 180-191.
- 3 Соколов Н. А., Дьяченко О. В., Бабьяк М. А. Тенденции биологизации земледелия брянской области// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021.- №2. - С. 65-73.
- 4 Основа биологизации земледелия сельскохозяйственных агроландшафтов/ Н.В. Долгополова, Е.В. Малышева, А.В. Нагорных, А.А. Воронина, Б.М. Ковынев// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - №7. - С. 6-11.
- 5 Ловчиков А. П., Ловчиков В. П., Поздеев Е. А. Биологизация земледелия в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур// МНИЖ. - 2016. - №1-2 (43). - С. 44-47.
- 6 Чарков С. М. Биологизация земледелия республики Хакасия - стратегический путь развития// Вестник ХГУ им. Н.Ф. Катанова. - 2015. - №11. - С. 17-19.

- 7 Вихорева Г. В., Шишкина С. В. Влияние приемов биологизации на повышение плодородия почв Верхневолжья// Владимирский Земледелец. - 2022. - №2. - С.10-13.
- 8 Оценка эффективности факторов биологизации в земледелии Уральского региона/ Н.Н. Зезин, М.А. Намятов, П.А. Постников, Ю.Н. Зубарев// Пермский аграрный вестник. - 2019. - №1 (25). - С. 34-41.
- 9 Лукманов А. А., Гайров Р. Р., Каримова Л. З. Биологизация земледелия - дешевый источник повышения плодородия почв//Агрохимический вестник. - 2015. - №2. - С.6-9.
- 10 Лукин С. В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почв и продуктивность агроценозов (на примере Белгородской области)// Земледелие. - 2021. - №1. - С.11-15.
- 11 Мудрых Н. М. Биологизация земледелия - основа сохранения плодородия почв Нечерноземной зоны// Вестник АГАУ. - 2017. - №9 (155). - С. 28-34.
- 12 Управление плодородием почв на основе интенсификации биологических факторов в системах земледелия/ В.Н. Масалов, Н.А.Березина, В.Т. Лобков, Ю.А. Бобкова// Вестник ОрелГАУ. - 2021. - №3 (90). - С. 10-17.
- 13 Интенсификация биологических факторов воспроизводства плодородия почвы в земледелии: монография/ В.Т. Лобков, Н.И. Абакумов, Ю.А. Бобкова, В.В. Наполов. - Орёл: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2016. - 160 с.
- 14 Дудкин И. В., Дудкина Т. А. Биоэнергетическая оценка факторов биологизации земледелия// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - №2. - С. 6-10.
- 15 Койнова А. Н. Биологизация земледелия: реалии и перспективы// АгроФорум. - 2019. - №7. - С. 41-47.
- 16 Алейник С. А. Земля не терпит равнодушия// Белгородский агромир. - 2017. - №3 (105). - С. 6-13.
- 17 Фокин А. Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле. - М.: Наука, 1986. - 177 с.
- 18 Кузнецов В.И., Шаульский Ю.М., Гилязетдинов Ш.Я. Антистрессовое высокоурожайное земледелие (АВЗ) – биотехнология выращивания сельскохозяйственных культур, как инновационная основа современного земледелия// Достижения науки и техники АПК. - № 5. - 2011. - С. 17-19.
- 19 Коломиец Э.И. Микробные пестициды: теоретические и прикладные аспекты / Мат. науч. конф./ Коломиец Э.И., Романовская Т.В., Здор Н.А. – Кшв. 2004. - С. 428-432.
- 20 Коломиец Э.И. Новые подходы к созданию средств биологического контроля/ Защита растений. Мат. научной конф. – Минск. 2006. - в. 30. - ч. I. - С. 474-480.
- 21 Переверзева В.Ф. Биологическая защита овощных культур от наиболее вредоносных болезней// Овочівництво і баш-танництво, - 2001. - в. 45. - С. 297-301.
- 22 Emmert E.A.B., Handelsman J. Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective// FEMS Microbiology Letters. - 1999. – №171. - P. 1-9.
- 23 Bais H.P., Fall R., Vivanco J.M. Biocontrol efficiency of *Bacillus subtilis* (6051) against *Pseudomonas syringae* (DC 3000) in *Arabidopsis thaliana* roots is facilitated by biofilm formation and surfactin production// Plant Physiology. – 2004. - №134. - P. 307-319.
- 24 Новогрудская Е.Д. Азотобактерии как средство снижения пораженности растений болезнями. В кн. «Препараты микробиологического синтеза». - М., 1981. - С. 109-114.

25 Придачина Н.Н. *Azotobacter chroococcum* - продуцент антигрибковых антибиотиков. В кн. «Антибиотики». - 1982. - № 1. - С. 3-5.

26 Логинов О.Н., Пугачева Е.Г., Силищев Н.Н., Галимзянова Н.Ф., Бойко Т.Ф. Оценка влияния штаммов бактерий-антагонистов рода *Azotobacter* на поражение корневыми гнилями и урожайность посевов яровой мягкой пшеницы// С.-х. биол., Сер. Биол. раст. - 2004, - № 5, - С. 104-108.

27 Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай/ А.А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

28 Calvo, P.; Nelson, L.; Kloepper, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. – 2014. № 383.- P. 3–41.

29 Colla, G.; Rouphael, Y. Biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic*. – 2015. – №196. – P.1–2.

30 du Jardin, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic*. - 2015, №196. - P. 3–14.

31 Schaafsma, G. Safety of protein hydrolysates, fractions thereof and bioactive peptides in human nutrition. *Eur. J. Clin. Nutr*. – 2009. - №63. – P. 1161–1168.

32 Colla, G.; Rouphael, Y.; Canaguier, R.; Svecova, E.; Cardarelli, M. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Front. Plant Sci*. – 2014. - №5. – P 448.

33 Ertani, A.; Cavani, L.; Pizzeghello, D.; Brandellero, E.; Altissimo, A.; Ciavatta, C.; Nardi, S. Biostimulant activity of two protein hydrolysates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. – 2009. - №172. – P. 237–244.

34 Matsumiya, Y.; Kubo, M. Soybean Peptide: Novel Plant Growth Promoting Peptide from Soybean; InTech Europe: Rijeka, Croatia, - 2011. - P. 215–230.

35 Kauffman, G.L.; Kneivel, D.P.; Watschke, T.L. Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. *Crop. Sci*. – 2007. - №47. – P. 261–267.

36 Lucini, L.; Rouphael, Y.; Cardarelli, M.; Canaguier, R.; Kumar, P.; Colla, G. The effect of a plant-derived biostimulant on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions. *Sci. Hortic*. – 2015. - №182. – P. 124–133.

37 Colla, G.; Cardarelli, M.; Bonini, P.; Rouphael, Y. Foliar applications of protein hydrolysate, plant and seaweed extracts increase yield but differentially modulate fruit quality of greenhouse tomato. *Hortscience*. – 2017. - №52. – P. 1214–1220.

38 Colla, G.; Hoagland, L.; Ruzzi, M.; Cardarelli, M.; Bonini, P.; Canaguier, R.; Rouphael, Y. Biostimulant action of protein hydrolysates: Unraveling their effects on plant physiology and microbiome// *Front. Plant Sci*. – 2017. - №8.

39 Rouphael, Y.; Colla, G.; Giordano, M.; El-Nalchel, C.; Kyriacou, M.C.; De Pascale, S. Foliar applications of a legume-derived protein hydrolysate elicit dose-dependent increases of growth, leaf mineral composition, yield and fruit quality in two greenhouse tomato cultivars. *Sci. Hortic*. – 2017. - № 226. - P. 353–360.

40 Ertani, A.; Pizzeghello, D.; Francioso, O.; Sambo, P.; Sanchez-Cortes, S.; Nardi, S. *Capsicum chinensis* L. growth and nutraceutical properties are enhanced by biostimulants in a long-term period: Chemical and metabolomic approaches// *Front. Plant Sci*. – 2014. – №5.

41 Ito, Y.; Nakanomyo, I.; Motose, H.; Iwamoto, K.; Sawa, S.; Dohmae, N.; Fukuda, H. Dodeca-CLE peptides as suppressors of plant stem cell differentiation. *Science*. – 2006. - №313. – P. 842–845.

42 Kondo, T.; Sawa, S.; Kinoshita, A.; Mizuno, S.; Kakimoto, T.; Fukuda, H.; Sakagami,

Y. A plant peptide encoded by CLV3 identified by in situ MALDI-TOF MS analysis. *Science*. – 2006. - №313. – P. 845–848.

43 Ryan, C.A.; Pearce, G. Polypeptide hormones. *Plant Physiol.* – 2001. - №125. – P. 65–68.

44 Ryan, C.A.; Pearce, G.; Scheer, J.; Moura, D.S. Polypeptide hormones. *Plant Cell.* – 2002. - №14. - P. 251–264.

45 Schiavon, M.; Ertani, A.; Nardi, S. Effects of an alfalfa protein hydrolysate on the gene expression and activity of enzymes of the tricarboxylic acid (TCA) cycle and nitrogen metabolism in *Zea mays* L. *J. Agric. Food Chem.* – 2008. - №56. – P. 11800–11808.

46 Baglieri, A.; Cadili, V.; Monterumici, C.M.; Gennari, M.; Tabasso, S.; Montoneri, E.; Nardi, S.; Negre, M. Fertilization of bean plants with tomato plants hydrolysates. Effect on biomass production, chlorophyll content and N assimilation//*Sci. Hortic.* – 2014. - №176. – P. 194–199.

47 Paradikovic, N.; Vinkovic, T.; Vrcek, I.V.; Zuntar, I.; Bojic, M.; Medic-Saric, M. Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality: An example of sweet yellow pepper (*Capsicum annuum* L.) plants.// *J. Sci. Food Agric.* – 2011. - №91. – P. 2146–2152.

48 Parrado, J.; Escudero-Gilete, M.L.; Friaiza, V.; Garcia-Martinez, A.; Gonzalez-Miret, M.L.; Bautista, J.D.; Heredia, F.J. Enzymatic vegetable extract with bio-active components: Influence of fertiliser on the colour and anthocyanins of red grapes// *J. Sci. Food Agric.* – 2007. - №87. – P. 2310–2318.

49 Zodape, S.T.; Gupta, A.; Bhandari, S.C.; Rawat, U.S.; Chaudhary, D.R.; Eswaran, K.; Chikara, J. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)// *J. Sci. Ind. Res.* – 2011. - №70. – P. 215–219.

50 de Vasconcelos, A.C.F.; Zhang, X.Z.; Ervin, E.H.; Kiehl, J.D. Enzymatic antioxidant responses to biostimulants in maize and soybean subjected to drought// *Sci. Agric.* – 2009. - №66. – P. 395–402.

51 Botta, A. Enhancing plant tolerance to temperature stress with amino acids: An approach to their mode of action. In *I World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture*; Silva, S.S., Brown, P., Ponchet, M., Eds.; International Society for Horticultural Science: Leuven, Belgium. – 2013. – Vol. 1009. – P. 29–35.

52 Colla, G.; Svecova, E.; Cardarelli, M.; Roupheal, Y.; Reynaud, H.; Canaguier, R.; Planques, B. Effectiveness of a plant-derived protein hydrolysate to improve crop performances under different growing conditions. In *I World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture*; Silva, S.S., Brown, P., Ponchet, M., Eds.; International Society for Horticultural Science: Leuven, Belgium. – 2013. – Vol. 1009. – P. 175–179.

53 Roupheal, Y.; Cardarelli, M.; Bonini, P.; Colla, G. Synergistic action of a microbial-based biostimulant and a plant derived-protein hydrolysate enhances lettuce tolerance to alkalinity and salinity// *Front. Plant Sci.* – 2017. - №8. – P. 131.

54 Epstein, E.; Ludwigmuller, J. Indole-3-butyric acid in plants—Occurrence, synthesis, metabolism and transport. *Physiol. Plant.* – 1993. - №88. – P. 382–389.

55 Ludwig-Muller, J. Indole-3-butyric acid in plant growth and development// *Plant Growth Regul.* – 2000. - №32. – P. 219–230.

56 Nordstrom, A.C.; Jacobs, F.A.; Eliasson, L. Effect of exogenous indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid on internal levels of the respective auxins and their conjugation with aspartic acid during adventitious root-formation in pea cuttings// *Plant Physiol.* – 1991. - №96. – P. 856–861.

57 Husen, A.; Pal, M. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. f. (teak) cuttings as affected by age of donor plants and auxin (IBA and NAA) treatment. *New Forests*. – 2007. - №33. – P. 309–323.

58 De Klerk, G.J.; Van der Krieken, W.; De Jong, J.C. Review—The formation of adventitious roots: New concepts, new possibilities. *In Vitro Cell. Dev.// Biol. Plant*. – 1999. - №35. – P. 189–199.

59 da Costa, C.T.; de Almeida, M.R.; Ruedell, C.M.; Schwambach, J.; Maraschin, F.S.; Fett-Neto, A.G. When stress and development go hand in hand: Main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings// *Front. Plant Sci*. – 2013. - №4.

60 Fabijan, D.; Taylor, J.S.; Reid, D.M. Adventitious rooting in hypocotyls of sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings.2. Action of gibberellins, cytokinins, auxins and ethylene// *Physiol. Plant*. – 1981. - №53. – P. 589–597.

61 Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies, F., Jr.; Geneve, R.L. *Plant Propagation: Principles and Practices*, 8th ed.; Prentice-Hall: Upper Saddle River, NJ, USA. - 2011.

62 Liu, J.H.; Reid, D.M. Adventitious rooting in hypocotyls of sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings.4. The role of changes in endogenous free and conjugated indole-3-acetic-acid// *Physiol. Plant*. – 1992.- №86. – P. 285–292.

63 Lucini, L.; Roupheal, Y.; Cardarelli, M.; Bonini, P.; Baffi, C.; Colla, G. A vegetal biopolymer-based biostimulant promoted root growth in melon while triggering brassinosteroids and stress-related compounds// *Front. Plant Sci*. – 2018. - №9.

64 Trevisan, S.; Manoli, A.; Ravazzolo, L.; Franceschi, C.; Quaggiotti, S. mRNA-sequencing analysis reveals transcriptional changes in root of maize seedlings treated with two increasing concentrations of a new biostimulant. *J. Agric. Food Chem*. – 2017. - №65. – P. 9956–9969.

65 Colla, G.; Nardi, S.; Cardarelli, M.; Ertani, A.; Lucini, L.; Canaguier, R.; Roupheal, Y. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture// *Sci. Hortic*. – 2015. - №196. – P. 28–38.

66 Саданов А. Высокий потенциал биоиндустрии/ А. Саданов// Казахстанская правда. - 2014. -12 дек. - С. 24.

67 Моисеева А.П. Обоснование применения биологических средств в защите полевых культур от болезней. - 1999. – 126 с.

68 Hartmann, Anton; Rothballer, Michael; Schmid, Michael/ Lorenz Hiltner, a pioneer in rhizosphere microbial ecology and soil bacteriology research [2008]. - ISSN: 0032-079X

69 William Beecroft Bottomley. *The Assimilation of Nitrogen by certain Nitrogen-Fixing Bacteria in the Soil*. – 1910.

70 Микробиологич: учебник для вузов/ В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – 6-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2006. – 444 [4] с.

71 Zhakeeva M.B., Bekenova U.S., Zhumadilova Zh.Sh., Shorabaev E.Zh., Abdieva K.M., Sadanov A.K. Effect of different doses biologics on productivity and biometrics alfalfa. – 2015.

72 Штоколов И.Т. Технология и средства механизации подготовки пестицидов и минеральных удобрений для совместного применения. – Воронеж: Центр. Чернозем, 1981. – 31 с.

73 Леляк, А. А. Антагонистический потенциал сибирских штаммов *Bacillus* spp. в отношении возбудителей болезней животных и растений/ А. А. Леляк, М. В. Штерншис// *J. of Biology*. – 2014. – No 1. – С. 42–55.

74 Штерншис М. В. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений/ М. В. Штерншис [и др.]. – Новосибирск Издат. Сибирск. Рос. АН, 2016. – 284 с.

75 Ботбаева Ж. Т. Отбор штаммов рода *Bacillus* с противогрибковой активностью для создания эффективных биопрепаратов/ Ж. Т. Ботбаева [и др.]// Биол. мед. геогр. – 2011. – № 2. – С. 29–33.

76 Приходько С. И. Антагонистические свойства бактерий, выделенных из листьев капусты/ С. И. Приходько, О. В. Селицкая// АгроЭкоИнфо. – 2015. – № 6. – С. 101.

77 Грабова А. Ю. Скрининг штаммов бактерий рода *Bacillus* – активных антагонистов фитопатогенов бактериальной и грибной природы/ А. Ю. Грабова [и др.]// Микробиол. журн. – 2015. – № 6. – С. 47–54.

78 Злотников А.К. Сравнительная воспроизводимость в полевых опытах эффектов биопрепарата и эталонов/ А. К. Злотников/ Агро-XXI. – 2013. – № 10-12.

79 Злотников А.К. Сравнительная эффективность стимуляторов роста и биофунгицидов в полевых условиях/ А. К. Злотников/ Агро-XXI. – 2013. – № 7-9. – С. 22-24.

REFERENCES

1 Ilchenko A. V. Ekologicheskie problemy zemledelija// Problemy sovremennoi ekonomiki. - 2015. - №23. - S.97-102.

2 Bashkin V. N. Sovremennye problemy biologizatsii zemledelija// Jizn Zemli. - 2022. - №2. - S.180-191.

3 Sokolov N. A., Diachenko O. V., Babiak M. A. Tendentsii biologizatsii zemledelija brianskoi oblasti// Vestnik Kyrskoi gosydarstvennoi selskohoziastvennoi akademii. - 2021. - №2. - S.65-73.

4 Osnova biologizatsii zemledelija selskohoziastvennyh agrolandshaftov/ N.V. Dolgopolova, E.V. Malysheva, A.V. Nagornyy, A.A. Voronina, B.M. Kovynev// Vestnik Kyrskoi gosydarstvennoi selskohoziastvennoi akademii. - 2021. - №7. - S. 6-11.

5 Lovchikov A.P., Lovchikov V.P., Pozdeev E.A. Biologizatsiia zemledelija v resyrsoberegaiyih tehnologiiah vozdeliyvaniia zernovyh klytýr// MNIJ. - 2016. - №1-2 (43). - S. 44-47.

6 Charkov S.M. Biologizatsiia zemledelija respýbliki Hakasiia - strategicheskii pyt razvitiia// Vestnik HGÝ im. N.F. Katanova. - 2015. - №11. - S. 17-19.

7 Vihoreva G.V., Shishkina S.V. Vlianie priemov biologizatsii na povyshenie plodorodnia pochv Verhnevoljia// Vladimírskii Zemledelets. - 2022. - №2. - S.10-13.

8 Otsenka effektivnosti faktorov biologizatsii v zemledelii Ýralskogo regiona/ N.N. Zezin, M.A. Namiatov, P.A. Postnikov, Iý.N. Zýbarev// Permskii agrarnyi vestnik. - 2019. - №1 (25). - S.34-41.

9 Lýkmanov A.A., Gairov R.R., Karimova L. Z. Biologizatsiia zemledelija - deshevyi istochnik povysheniia plodorodnia pochv//Agrohimicheskii vestnik. - 2015. - №2. - S.6-9.

10 Lýkin S. V. Vlianie biologizatsii zemledelija na plodorodie pochv i prodýktivnost agrotsenozov (na primere Belgorodskoi oblasti)// Zemledelie. - 2021. - №1. - S. 11-15.

11 Mýdryh N. M. Biologizatsiia zemledelija - osnova sohraneniia plodorodnia pochv Nechernozemnoi zony// Vestnik AGAÝ. - 2017. - №9 (155). - S.28-34.

12 Ýpravlenie plodorodiem pochv na osnove intensifikatsii biologicheskikh faktorov v sistemah zemledelija/ V.N. Masalov, N.A.Berezina, V.T. Lobkov, Iý.A. Bobkova// Vestnik

OrelGAÝ. - 2021. - №3 (90). - S. 10-17.

13 Intensifikatsiia biologicheskikh faktorov vosпроизводства plodorodiia pochvy v zemledelii: monografiia/ V.T. Lobkov, N.I. Abakýmov, Iý.A. Bobkova, V.V. Napolov. Orël: Izd-vo FGBOÝ VO Orlovskii GAÝ, 2016. - 160 s.

14 Dýdkin I.V., Dýdkina T.A. Bioenergeticheskaya otsenka faktorov biologizatsii zemledeliia// Vestnik Kýrskoi gosýdarstvennoi selsk Khoziaistvennoi akademii. - 2017. - №2. - S.6-10.

15 Koinova A.N. Biologizatsiia zemledeliia: realii i perspektivy// AgroForým. - 2019. - №7. - S.41-47.

16 Aleinik S.A. Zemlia ne terpit ravnodýshiiia// Belgorodskii agromir. - 2017. - №3 (105). - S.6-13.

17 Fokin A.D. Pochva, biosfera i jizn na Zemle. - M. : Naýka, 1986. - 177 s.

18 Kýznetsov V.I., Shaýlskii Iý.M., Giliadetdinov Sh.Ia. Antistressovoe vyso-koýroжайnoe zemledelie (AVZ) – biotekhnologiya vyraivaniia selsk Khoziai-stvennykh kýltýr, kak innovatsionnaya osnova sovremennogo zemledeliia.// Dosijeniia naýki i tehniki APK. - № 5. - 2011. - S. 17-19.

19 Kolomiets E.I. Mikrobnye pestitsidy: teoreticheskie i prikladnye aspekty/ Mat. naých. naýk. konf./ Kolomiets E.I., Romanovskaya T.V., Zdor N.A. – Kshv. – 2004. - S. 428-432.

20 Kolomiets E.I. Novye podhody k sozdaniú sredstv biologicheskogo kontrolya/ Zaita rastenii. Mat. naýchnoi konf. –Minsk. 2006. - v. 30. - ch. I. - S. 474-480.

21 Pereverzeva V.F. Biologicheskaya zaita ovonykh kýltýr ot naibolee vredonosnykh boleznei// Ovocivnitstvo i bash-tannitstvo. 2001. - v. 45. - S. 297-301.

22 Emmert E.A.B., Handelsman J. Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective// FEMS Microbiology Letters. – 1999. - №171. – P. 1-9.

23 Bais H.P., Fall R., Vivanco J.M. Biocontrol efficiency of *Bacillus subtilis* (6051) against *Pseudomonas syringae* (DC 3000) in *Arabidopsis thaliana* roots is facilitated by biofilm formation and surfactin production// Plant Physiology. – 2004. - №134. - P. 307-319.

24 Novogrydskaia E.D. Azotobakterii kak sredstvo snijeniia porajennosti rastenii bolezniami. V kn. «Preparaty mikrobiologicheskogo sinteza». - M., 1981. - S. 109-114.

25 Prídachina N.N. Azotobacter chroococcum - prodýtsent antigribkovykh antibiotikov. V kn. «Antibiotiki». – 1982. - № 1. - S. 3-5.

26 Loginov O.N., Pýgacheva E.G., Siliev N.N., Galimzianova N.F., Boiko T.F. Otsenka vliianiia shtammov bakterii-antagonistov roda *Azotobacter* na porajenie kornevymi gniliami i ýroжайnost posevov iarovoi miagkoi pshenitsy// S.-h. biol., Ser. Biol. rast. – 2004. - №5. - S. 104-108.

27 Zavalin, A.A. Biopreparaty, ýdobreniia i ýroжай [Tekst]/ A.A. Zavalin. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.

28 Calvo, P.; Nelson, L.; Kloepper, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil. – 2014. - №383. – P. 3–41.

29 Colla, G.; Rouphael, Y. Biostimulants in horticulture. Sci. Hortic. – 2015. - №196. – P. 1–2.

30 Du Jardin, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Sci. Hortic. – 2015. - №196. – P. 3–14.

31 Schaafsma, G. Safety of protein hydrolysates, fractions thereof and bioactive peptides in human nutrition. Eur. J. Clin. Nutr. – 2009. - №63. – P. 1161–1168.

32 Colla, G.; Rouphael, Y.; Canaguier, R.; Svecova, E.; Cardarelli, M. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Front. Plant Sci.* – 2014. - №5. – P. 448.

33 Ertani, A.; Cavani, L.; Pizzeghello, D.; Brandellero, E.; Altissimo, A.; Ciavatta, C.; Nardi, S. Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* – 2009. - №172. – P. 237–244.

34 Matsumiya, Y.; Kubo, M. Soybean Peptide: Novel Plant Growth Promoting Peptide from Soybean; InTech Europe: Rijeka, Croatia, - 2011. - P. 215–230.

35 Kauffman, G.L.; Kneivel, D.P.; Watschke, T.L. Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. *Crop. Sci.* – 2007. - №47. – P. 261–267.

36 Lucini, L.; Rouphael, Y.; Cardarelli, M.; Canaguier, R.; Kumar, P.; Colla, G. The effect of a plant-derived biostimulant on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions. *Sci. Hortic.* – 2015. - №182. – P. 124–133.

37 Colla, G.; Cardarelli, M.; Bonini, P.; Rouphael, Y. Foliar applications of protein hydrolysate, plant and seaweed extracts increase yield but differentially modulate fruit quality of greenhouse tomato. *Hortscience.* – 2017. - №52. – P. 1214–1220.

38 Colla, G.; Hoagland, L.; Ruzzi, M.; Cardarelli, M.; Bonini, P.; Canaguier, R.; Rouphael, Y. Biostimulant action of protein hydrolysates: Unraveling their effects on plant physiology and microbiome. *Front. Plant Sci.* – 2017. - №8.

39 Rouphael, Y.; Colla, G.; Giordano, M.; El-Nalchel, C.; Kyriacou, M.C.; De Pascale, S. Foliar applications of a legume-derived protein hydrolysate elicit dose-dependent increases of growth, leaf mineral composition, yield and fruit quality in two greenhouse tomato cultivars. *Sci. Hortic.* – 2017. - №226. – P. 353–360.

40 Ertani, A.; Pizzeghello, D.; Francioso, O.; Sambo, P.; Sanchez-Cortes, S.; Nardi, S. *Capsicum chinensis* L. growth and nutraceutical properties are enhanced by biostimulants in a long-term period: Chemical and metabolomic approaches. *Front. Plant Sci.* – 2014. – P.5.

41 Ito, Y.; Nakanomyo, I.; Motose, H.; Iwamoto, K.; Sawa, S.; Dohmae, N.; Fukuda, H. Dodeca-CLE peptides as suppressors of plant stem cell differentiation. *Science.* – 2006. - №313. – P. 842–845.

42 Kondo, T.; Sawa, S.; Kinoshita, A.; Mizuno, S.; Kakimoto, T.; Fukuda, H.; Sakagami, Y. A plant peptide encoded by CLV3 identified by in situ MALDI-TOF MS analysis. *Science.* – 2006. - №313. – P. 845–848.

43 Ryan, C.A.; Pearce, G. Polypeptide hormones. *Plant Physiol.* – 2001. - №125. – P. 65–68.

44 Ryan, C.A.; Pearce, G.; Scheer, J.; Moura, D.S. Polypeptide hormones. *Plant Cell.* – 2002. - №14. - P. 251–264.

45 Schiavon, M.; Ertani, A.; Nardi, S. Effects of an alfalfa protein hydrolysate on the gene expression and activity of enzymes of the tricarboxylic acid (TCA) cycle and nitrogen metabolism in *Zea mays* L. *J. Agric. Food Chem.* - 2008. - №56. – P. 11800–11808.

46 Baglieri, A.; Cadili, V.; Monterumici, C.M.; Gennari, M.; Tabasso, S.; Montoneri, E.; Nardi, S.; Negre, M. Fertilization of bean plants with tomato plants hydrolysates. Effect on biomass production, chlorophyll content and N assimilation. *Sci. Hortic.* – 2014. - №176. – P. 194–199.

47 Paradikovic, N.; Vinkovic, T.; Vrcek, I.V.; Zuntar, I.; Bojic, M.; Medic-Saric, M. Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality: An example of sweet yellow pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *J. Sci. Food Agric.* – 2011. - №91. –P.2146–2152.

48 Parrado, J.; Escudero-Gilete, M.L.; Friaza, V.; Garcia-Martinez, A.; Gonzalez-Miret, M.L.; Bautista, J.D.; Heredia, F.J. Enzymatic vegetable extract with bio-active components: Influence of fertiliser on the colour and anthocyanins of red grapes. *J. Sci. Food Agric.* – 2007. - №87. – P. 2310–2318.

49 Zodape, S.T.; Gupta, A.; Bhandari, S.C.; Rawat, U.S.; Chaudhary, D.R.; Eswaran, K.; Chikara, J. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J. Sci. Ind. Res.* – 2011. - №70. – P. 215–219.

50 de Vasconcelos, A.C.F.; Zhang, X.Z.; Ervin, E.H.; Kiehl, J.D. Enzymatic antioxidant responses to biostimulants in maize and soybean subjected to drought. *Sci. Agric.* – 2009. - №66. – P. 395–402.

51 Botta, A. Enhancing plant tolerance to temperature stress with amino acids: An approach to their mode of action. In *I World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture*; Silva, S.S., Brown, P., Ponchet, M., Eds.; International Society for Horticultural Science: Leuven, Belgium. -2013. – Vol. 1009. - P. 29–35.

52 Colla, G.; Svecova, E.; Cardarelli, M.; Roupael, Y.; Reynaud, H.; Canaguier, R.; Planques, B. Effectiveness of a plant-derived protein hydrolysate to improve crop performances under different growing conditions. In *I World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture*; Silva, S.S., Brown, P., Ponchet, M., Eds.; International Society for Horticultural Science: Leuven, Belgium. – 2013. – Vol. 1009. - P. 175–179.

53 Roupael, Y.; Cardarelli, M.; Bonini, P.; Colla, G. Synergistic action of a microbial-based biostimulant and a plant derived-protein hydrolysate enhances lettuce tolerance to alkalinity and salinity. *Front. Plant Sci.* – 2017. - №8. – P. 131.

54 Epstein, E.; Ludwigmuller, J. Indole-3-butyric acid in plants—Occurrence, synthesis, metabolism and transport. *Physiol. Plant.* – 1993. - №88. – P. 382–389.

55 Ludwig-Muller, J. Indole-3-butyric acid in plant growth and development. *Plant Growth Regul.* – 2000. - №32. – P. 219–230.

56 Nordstrom, A.C.; Jacobs, F.A.; Eliasson, L. Effect of exogenous indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid on internal levels of the respective auxins and their conjugation with aspartic-acid during adventitious root-formation in pea cuttings. *Plant Physiol.* – 1991. - №96. –P.856–861.

57 Husen, A.; Pal, M. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. f. (teak) cuttings as affected by age of donor plants and auxin (IBA and NAA) treatment. *New Forests.* – 2007. - №33. – P. 309–323.

58 De Klerk, G.J.; Van der Krieken, W.; De Jong, J.C. Review—The formation of adventitious roots: New concepts, new possibilities. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* – 1999. - №35. – P. 189–199.

59 da Costa, C.T.; de Almeida, M.R.; Ruedell, C.M.; Schwambach, J.; Maraschin, F.S.; Fett-Neto, A.G. When stress and development go hand in hand: Main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings. *Front. Plant Sci.* – 2013. - №4.

60 Fabijan, D.; Taylor, J.S.; Reid, D.M. Adventitious rooting in hypocotyls of sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings.2. Action of gibberellins, cytokinins, auxins and ethylene. *Physiol. Plant.* – 1981. - №53. – P. 589–597.

61 Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies, F., Jr.; Geneve, R.L. *Plant Propagation: Principles and Practices*, 8th ed.; Prentice-Hall: Upper Saddle River, NJ, USA. - 2011.

62 Liu, J.H.; Reid, D.M. Adventitious rooting in hypocotyls of sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings.4. The role of changes in endogenous free and conjugated indole-3-acetic-acid. *Physiol. Plant.* – 1992. - №86. – P. 285–292.

63 Lucini, L.; Rouphael, Y.; Cardarelli, M.; Bonini, P.; Baffi, C.; Colla, G. A vegetal biopolymer-based biostimulant promoted root growth in melon while triggering brassinosteroids and stress-related compounds. *Front. Plant Sci.* – 2018. -№9.

64 Trevisan, S.; Manoli, A.; Ravazzolo, L.; Franceschi, C.; Quaggiotti, S. mRNA-sequencing analysis reveals transcriptional changes in root of maize seedlings treated with two increasing concentrations of a new biostimulant. *J. Agric. Food Chem.* – 2017. - №65. – P. 9956–9969.

65 Colla, G.; Nardi, S.; Cardarelli, M.; Ertani, A.; Lucini, L.; Canaguier, R.; Rouphael, Y. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic.* – 2015. - №196. – P. 28–38.

66 Sadanov A. Vysokii potentsial bioindýstrii/ A. Sadanov// *Kazhastanskaia pravda.* – 2014. - 12 dek. - S. 24.

67 Moiseeva A.P. Obosnovanie primeneniia biologicheskikh sredstv v zaite polevykh kýltýr ot boleznei. - 1999. – 126 s.

69 William Beecroft Bottomley. The Assimilation of Nitrogen by certain Nitrogen-Fixing Bacteria in the Soil. – 1910.

70 Mikrobiologich: ýchebník dlia výzov/ V. T. Emtsev, E. N. Míshýstin. – 6-e izd., ispr. – M.: Drofa, 2006. – 444 [4] s.

71 Zhakeeva M.B., Bekenova U.S., Zhumadilova Zh.Sh., Shorabaev E.Zh., Abdieva K.M., Sadanov A.K. Effect of different doses biologics on productivity and biometrics alfalfa. - 2015.

72 Shtokolov I.T. Tehnologíia i sredstva mehanízatsii podgotovki pestitsídov i mineralnyh ýdobrenii dlia sovmestnogo primeneniia–Voronej: Tsentr. Chernozem, 1981. – 31 s.

73 Leliak, A.A. Antagonisticheskií potentsial síbírskikh shtammov *Bacillus* spp. v otnoshenii vozbýditelei boleznei jivotnykh i rastenii/ A. A. Leliak, M. V. Shternshis// *J. of Biology.* – 2014. – No 1. – S. 42–55.

74 Shternshis, M.V. Biopreparaty na osnove bakterii roda *Bacillus* dlia ýpravleniia zdorovem rastenii/ M. V. Shternshis [i dr.]. – Novosíbirsk Izdat. Síbírsk. Ros. AN, 2016. – 284 s.

75 Botbaeva, J.T. Otbor shtammov roda *Bacillus* s protivogríbkovoi aktivnostíy dlia sozdaniia effektivnykh biopreparatov/ J. T. Botbaeva [i dr.]// *Biol. med. geogr.* – 2011. – No 2. – S. 29–33.

76 Prihodko, S.I. Antagonisticheskie svoistva bakterii, vydelennykh iz listev kapýsty/ S. I. Prihodko, O. V. Selitskaia// *AgroEkoInfo.* – 2015. – No 6. – S. 101.

77 Grabova, A.Iý. Skríning shtammov bakterii roda *Bacillus* – aktivnykh antagonistov fitopatogenov bakteriálnoi i gríbnói prirody/ A. Iý. Grabova [i dr.]// *Mikrobiol. jýrn.* – 2015. – No 6. – S. 47–54.

78 Zlotnikov A.K. Sravnitelnaia vosproizvodimost v polevykh opytakh effektov biopreparata i etalonov/ A. K. Zlotnikov/ *Agro-XXI.* – 2013. – № 10-12.

79 Zlotnikov A.K. Sravnitelnaia effektivnost stimýliatorov rosta i biofýngitsídov v polevykh ýsloviiah/ A.K. Zlotnikov/ *Agro-XXI.* – 2013. – № 7-9. – S. 22-24.

РЕЗЮМЕ

Т.Р. Сүндет^{1*}

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ӨНІМДЕРІ МЕН ТОПЫРАҚ САУЛЫҒЫНА БИОЛОГИЯЛЫҚ ӨНІМДЕРДІ ҚОЛДАНУДЫҢ ӘСЕРІ

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

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

Тыңайтқыштарды оңтайлы пайдалану биологиялық препараттар мен технологиялар кешенімен ұтымды үйлескенде ғана мүмкін болады. Бұл мақаланың мақсаты-биологиялық заттардың топырақ құнарлылығына және дақылдардың өнімділігіне әсерін, сондай-ақ олардың дақылдардың негізгі ауруларына қарсы қорғаныс әсерін зерттейтін әдебиеттерге шолу. Ауыл шаруашылығында биологиялық өнімдерді қолданудың артықшылықтары көрсетілген егістік дақылдарын өсіру кезінде физиологиялық белсенді заттарды ғылыми негізделген қолдану өсімдіктерді қорғаудың химиялық құралдарын қолданудың салдарын едәуір төмендететіні анықталды. Ауыл шаруашылығында биологияландыру әдістерін кешенді қолдану арқылы топырақтың құнарлылығын арттыру, оның денсаулығын жақсарту, ондағы патогендік микрофлорамен және өсімдік ауруларымен күресу арқылы дақылдардың жоғары экологиялық таза өнімін алуға болады. Яғни, биологиялық өнімдерге негізделген егіншіліктегі экологиялық бағдарланған жүйелер минералды тыңайтқыштардың дозаларын азайтуға, өзіндік құнның төмендеуі және өндіріс рентабельділігінің артуы аясында өнімнің өнімділігі мен сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: Ауыл шаруашылығын биологияландыру, топырақ құнарлылығы, биологиялық өнімдер, тиімділік, өнімділік.

SUMMARY

T.R. Sundet ^{1*}

BIOPREPARATIONS AS A FACTOR OF INCREASING THE YIELD AND QUALITY OF AGRICULTURAL PRODUCTS

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

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

Optimal use of fertilizers is possible only with their rational combination with a complex of biological preparations and technologies. The purpose of this article is to review the literature on the study of the effect of biological products on soil fertility and crop yields, as well as their protective effects against the main diseases of crops. The advantages of the use of biological products in agriculture are shown, it is found that the scientifically justified use of physiologically active substances in the cultivation of field crops significantly reduces the effects of the use of chemical plant protection products. With the complex application of biologization techniques in agriculture, it is possible to obtain a high environmentally friendly crop yield by increasing soil fertility, improving its health, combating pathogenic microflora in it and plant diseases. That is, environmentally oriented systems in agriculture based on biological products make it possible to reduce doses of mineral fertilizers, increase productivity and product quality against the background of cost reduction and increase profitability of production.

Key words: biologization of agriculture, soil fertility, biological products, efficiency, productivity.

СВЕДЕНИЕ ОБ АВТОРЕ

Сүндет Тоғжан Рахматуллақызы – инженер-аналитик отдела плодородия и биологии почв, магистр сельскохозяйственных наук, e-mail: tsundetovaa@gmail.com

Для заметок

Почвоведение и агрохимия, №1, 2023

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Главный редактор

Б.У. Сулейменов

Редакционная коллегия:

*Ц. Абдувайли (КНР), М.А. Ибраева,
Р. Кизилкая (Турция), Ф.Е. Козыбаева, М.Г. Мустафаев (Азербайджан),
К.М. Пачикин (заместитель главного редактора), Э. Сальников (Сербия),
М. Рахимова (ответственный секретарь),
М.Т. Егизтай (компьютерная верстка)*

Тираж 200 экз.

Индекс 74197

ISSN 1999-740X



9 771999 740000