



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

№ 2 (июнь) 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

№ 2 (июнь) 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 входит в перечень изданий рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Приказ №152 от 01 марта 2023 года.

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Генезис и классификация почв

М.Р. Babayev, F.M. Ramazanova, R.I. Mirzezade Impact of development and irrigation on the soil of the dry steppe zone of Azerbaijan and the classification system 5

Плодородие почв

А.С. Досжанова, Ж. Оспанбаев, А.С. Сембаева, А.С. Майбасова, Н.Д. Ибаш, Б. Жексембі Агробиологические приемы восстановления плодородия деградированных орошаемых земель юго-востока Казахстана 14

М.А. Ибраева, А.И. Сулейменова, А.К. Абай, Н.М. Токсейтов Влияние применения биопрепаратов «Тумат» и «БиоЭкоГум» на плодородие почв и урожайность риса 29

С.Б. Кененбаев, Г.Л. Есенбаева, Е.А. Жанбырбаев, А.Н. Бектурганов Влияние биоудобрения и биопрепаратов на показатели плодородия и продуктивности сероземных почв юго-востока Казахстана 44

Засоление и мелиорация

А.М. Тағаев, Н.М. Дәуренбек, А.Қ. Қостақов, С.П. Махмаджанов, З.Қ. Базарбай Топырақтың агрофизикалық қасиетіне агромелиорациялық шаралардың әсері 57

Агрохимия

O. Zhandybayev, A. Malimbayeva, G. Yelibayeva Evaluating the effects of different nutrient management strategies on apple (*Malus pumila*) in intensive orchards of Kazakhstan. Results from a 4-year study 67

Р.Ш. Кузданова, В.Г. Черненко, Е.Т. Нұрманов Картоптың Тамаша сортының өнімділігі мен азотпен қоректену жағдайларының байланысы 78

Обзорная статья

А.А. Курманбаев, Т.Р. Сүндет Концепция почвенного здоровья и современные индикаторы здоровья почв 91

CONTENT

Soil genesis and classification

M.P. Babayev, F.M. Ramazanova, R.I. Mirzezade Impact of development and irrigation on the soil of the dry steppe zone of Azerbaijan and the classification system.....5

Soil fertility

A. Doszhanova, Zh. Ospanbaev, A. Sembayeva, A. Maibasova, N. Ibash, Б. Жексемби
Agrobiological methods of fertility rehabilitation of degraded irrigated lands of the south-east of Kazakhstan14

M.A. Ibrayeva, A.I. Suleimenova, A.K. Abay, N.M. Toxeitov Impact of the use of biological preparations «Tumat» and «Bioecohum» on soil fertility and rice yield.....29

S.B. Kenenbayev, G. L. Yessenbayeva, Y.A. Zhanbyrbayev, A.N. Bekturganov The influence of biofertilizers and biologics on the fertility and productivity of gray-earth soils of the south-east of Kazakhstan44

Salinization and soil reclamation

A.M. Tagaev, N.M. Daurenbek, A.K. Kostakov, S.P. Makhmadzhanov, Z.K. Bazarbay Influence of agromeliorative measures on the agrophysical properties of the soil.....57

Agrochemistry

O. Zhandybayev, A. Malimbayeva, G. Yelibayeva Evaluating the effects of different nutrient management strategies on apple (*malus pumila*) in intensive orchards of Kazakhstan. Results from a 4-year study67

R.Sh. Kuzdanova, V.G. Chernenok, E.T. Nurmanov The relationship of nitrogen nutrition conditions with the productivity of Tamasha potatoes78

Review

A.A. Kurmanbayev, T.R. Sundet Soil health concept and modern soil health indicators.....91

ГЕНЕЗИС И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ

IRSTI 68.05.31:68.05.35

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.2.5](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.2.5)M.P. Babayev¹, F.M. Ramazanova^{1*}, R.I. Mirzezade¹**IMPACT OF DEVELOPMENT AND IRRIGATION ON THE SOIL OF THE DRY STEPPE ZONE OF AZERBAIJAN AND THE CLASSIFICATION SYSTEM**¹*Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan Institute of Soil Science and Agrochemistry, 1073, Baku, Rahima 5 M. str., Azerbaijan,***e-mail: firoza.ramazanova@rambler.ru*

Abstract. In the given article the research results on change of the morphological – genetic structure of the profile, granulometric composition, distribution of the physical clay on profile, supplement of density, gross composition of soil and silty fraction of the virgin [Grey Cinnamonic] and irrigated grey-brown soil [Irrigated Grey- Cinnamonic] in the arid steppe zone of Azerbaijan have been described depending on their agricultural use and antiquity of irrigation. Dependence of their density supplement of the irrigated grey-brown soil on granulometric composition and antiquity of their irrigation was established. The place of the virgin and irrigated grey-brown soil was defined depending on agricultural use and antiquity of irrigation in the system of the international classification of WRB (2014): virgin saturated gleyey calcareous heavy-loamy grey-brown soil - Duric Gleyic Calcic Kastanozems (Loamic); Long- irrigated grey-brown (irrigation-accumulative) (more than 300 years), powerful gleyey cultivated Long- irrigated calcareous heavy-loamy-Gleyic Petrocalcic Kastanozems (Anthric, Loamic).

Key words: grey-brown soil, antiquity irrigation, granulometric composition, supplement of density, gross composition.

INTRODUCTION

Use of the soil resources in agriculture affects the soil-forming process both directly and indirectly through other factors, taking on the leading functions of regulating the interrelation between soil and cultivation crops and natural landscape [1, 2]. The agricultural soils in Azerbaijan differ for a period of development and degree of cultivation [3-5]. The transformation of natural biocenoses into agrocenoses is always accompanied by a change in morphological and physical parameters, as well as the qualitative and quantitative composition of organic residues [6, 7]. A quantitative account of such changes makes it possible to determine the speed and direction of soil formation processes [8-11].

Accounting for the content and reserves of nutrients, their distribution in the soil profile makes it possible to establish the amount of available nutrients for crops, their biogenic accumulation, the direction of migration and participation in

the biological circulation of elements, which is very important for increasing agricultural production in the dry subtropical zone of Azerbaijan [12]. The aim of the study is to assess changes in the morphological and agrochemical parameters of soils in the dry subtropical zone of Azerbaijan under the influence of their agricultural use.

MATERIALS AND METHODS

The studies were carried out in 1998-2020 on virgin (Grey Cinnamonic) and irrigated gray-brown soils (Irrigated Grey Cinnamonic, over 300 years). The soil-forming rocks are mainly modern gypseous calcareous deluvial loessial clayey for virgin, boharic and irrigative soils. Cultivation agrotechnics - zonal with some changes for each option.

The climate is subtropical with dry hot summers, the amount of active to is 4500-4848°C, the arrival of FAR is 120-133 kcal/cm², the amount of precipitation is 180-330 mm per year; days with air

to > 100-285-330 and soil > 50 -315-360.

The laying of soil sections, their description, the selection of soil samples and the establishment of the preliminary classification name of the soil in the field were carried out according to the Guidelines for Soil Description (FAO, 2012) and according to the methods [13-17]. In soil samples, the following were determined: physico-chemical properties [18]. Based on morphological and physicochemical properties, the name of gray-brown soils was given according to the International Soil Classification based on the Abstract Base (WRB, 2015) [19-21].

RESULTS AND DISCUSSION

As it is known, the soils are characterized with the definite appearance and special morphological structure, and even a short-term anthropogenic influence on the soil leads to changes in morphological features, radical genetic changes are created in soil during prolonged irrigation and it affects the direction and intensity of soil formation [22-24].

The parameters obtained on the basis of generalized and statistic study of numerous field investigations of typical sections describe main types of morphological structure of dry steppe zone zones and virgin, boharic, irrigated arid field (table 1).

A statistical analysis of the main morphological indicators allows to get a correct average value of genetic layers (density) of the new soil for solution of the real problem, to show a change rate of the profile in a process of soil cultivation.

An average quadratic inclination ($S=4-12$ cm), and relative error ($P=4-10$ %) can be considered an average value. This confirms correctness of the obtained average value. The prolonged and systematic irrigation is a reason for strong change of agrophysical features in the zonal soils.

V.A. Kovda [25] indicates that an application of cultivation in the dry steppe zone arid field condition improves water-physical features of virgin soils, rises their waterproofing, water penetration, ability to retain moisture reserve in soil.

Table 1 - Average statistical morphological indicators of grey-brown soils in the dry steppe zone

Indictors	Virgin	Boharic	Newly irrigated	Irrigated	Anciently irrigated (over 300 years)
Thickness of layers, cm					
A-Aa	34,7±0,70	37,1±1,00	42,6±1,23	51,5±1,10	66,8±2,19
A0	3,2±0,40	-	-	-	-
A1' A1'p-A1'a	18,5±0,71	19,3±0,42	25,6±0,66	26,1±0,45	27,2±0,57
A1"-A1"p-A1"a	14,8±0,55	17,8±0,80	17,2±1,05	24,2±0,64	25,2±0,57
A1''' a	-	-	-	-	20,3±1,31
Agro- irrigation	-	-	-	-	99,8±4,47
Depth with carbonate, cm	39,0±1,28	46,7±2,36	65,4±2,35	97,1±2,40	-
Layer formation in depth, cm	-	104,6±2,44	113,4±7,68	145,5±6,30	-
Gypsum	102,7±3,38	-	-	-	-
Salt	153,1±7,36	159,2±6,26	-	-	-

Statistical investigation of factual data (table 2). The heavy loamy granulometric composition is characteristic for virgin soils of the dry steppe zone of A-layer. On average < 0.01 mm – 56.7 ± 1.18 %. A quantity of notable clay particles < 0.01 mm is noted in the middle part (25-50 cm) of profile.

This is characteristic for boharic soils. The weak loamy is noted in the one-metre layer, a composition of silt fraction is 28.3 ± 1.08 - 31.8 ± 0.83 % physical clay is 63.0 ± 1.8 - 65 ± 1.1 . It is accordingly 3.5 % dry steppe zone, more than virgin zonal soils. This is explained with the intensive collection of agroirrigation floats and their heavy composition.

Table 2 - Average statistical data of the granulometric composition in the grey-brown soils in the dry steppe zone zone

Soils	Average depth, cm	Fraction < 0.01 mm, %				Fraction < 0.001 mm, %				Siltiness Degree, %
		X	S	V	Sx	X	S	V	Sx	
Virgin	0-25	56,7	6,76	11,93	1,18	24,2	5,99	24,81	1,04	43
	25-50	64,3	5,36	8,34	0,93	28,6	5,01	17,45	0,88	45
	50-100	60,8	5,21	8,58	0,85	25,4	4,80	18,91	0,68	42
	100-200	58,0	12,17	21,00	2,33	20,4	6,37	31,21	1,23	35
	200-300	56,9	9,79	17,21	2,95	20,6	8,40	40,65	2,53	36
Irrigated	0-25	57,6	4,64	8,04	0,80	25,8	1,71	6,60	0,30	45
	25-50	59,2	7,38	12,45	1,25	27,7	5,41	19,54	0,92	47
	50-100	58,7	8,47	14,42	1,26	26,7	5,52	14,42	0,82	45
	100-200	53,8	11,00	20,40	1,59	24,3	2,93	12,06	0,42	45
	200-300	47,9	11,14	33,21	2,76	16,6	6,63	40,01	1,65	37
Anciently Irrigated (over 300 years)	0-25	63,0	6,66	10,60	0,97	29,2	7,71	26,12	1,12	46
	25-50	65,4	7,30	11,15	1,10	31,8	5,51	11,15	0,83	49
	50-100	64,7	7,90	12,21	0,98	30,6	7,58	27,74	0,94	47
	100-200	59,4	10,64	17,81	1,40	26,0	5,29	20,34	0,70	44
	200-300	57,4	9,29	16,17	1,73	23,0	5,21	22,62	0,97	40

The soils which are irrigated with the transparent ganat and artesian waters have lighter composition along the profile. The noticeable difference of the upper three-

meter layer of the irrigated virgin soils is shown for a granulometric composition (table 3).

Table 3 - Distribution of physical clay in the irrigated grey-brown soils of the dry steppe zone (layer 0-3 m) zone

Particles composition <0,01mm,%	Granulo- metric compo- sition	Virgin		Irrigated		Anciently irrigated	
		quantity number	%	quantity number	%	quantity number	%
0-5	Sand	-	-	-	-	-	-
6-10		-	-	-	-	-	-
11-15	Sandy	-	-	1	0,5	2	0,8
16-20		1	0,7	1	0,5	2	0,8
21-25	Light loamy	1	0,7	1	0,5	2	0,8
26-30		2	1,4	2	1,0	3	1,2
31-35	Average loamy	3	2,0	7	3,7	4	1,6
36-40		4	2,7	10	5,3	5	1,9
41-45		10	6,7	12	6,4	6	2,3
46-50	Heavy Loamy	11	7,3	15	8,0	13	5,1
51-55		14	9,3	28	14,9	24	9,3
56-60		24	16,0	53	28,3	31	12,1
61-65	Light Clayey	45	29,8	30	16,0	64	24,7
66-70		25	16,7	18	9,6	59	23,0
71-75		9	6,0	8	4,3	30	11,7
76-80	Average Clayey	1	0,7	2	1,0	9	3,5
81-85		-	-	-	-	3	1,2
>85	Heavy Clayey	-	-	-	-	-	-
Total		150	100	188	100	257	100
Mode			63,56		58,59		65,34

Sometimes if the granulometric composition is light loamy – 52.2 %, in all cases a composition of the particles (a composition mode is <0.01 mm 63.6 %), then the irrigated soils are heavy loamy 51.2-58.6 % (from 188 cases) regularly rise and a composition of the light loamy (17.9 % from 188 cases) compared to (13.5 % from 150 cases).

The 3-meter layer of the upper stratum formed by irrigation floats of irrigated soils (with turbid water) is light loamy-59.4 % - 257 by chance (composition of the particles<0.01mm-65.3 %). A relative increase in loamy (4.7 % in all cases) and light loamy (5.2 %) is observed depending

on irrigation relief in the irrigated soils irrigation period and so on). The profile of virgin soils is distinguished with the density (table 4).

The soil density changes at a large limit in the with some factors (granulometric and micro-aggregate, supply of organic substantive, adopted agrotechnics).

An upper part of profile is considerably humificated and it is characterized with the lower density in all cases; 1.19 g/cm³ – changing coefficient is 6.88 % (dry steppe zone).

The density usually rises in calcareous layer and it is accordingly 1.414 ± 0.025 and 1.378 ± 0.023 g/cm³. Density of soil-forming rocks depends on its granulometric composition. Decrease is $1.22-1.34$ g/cm³ in the loessed loamy soil.

The information about the field soils is grouped depending on type and zone of the irrigation period and creates imagination about change of soil density in cultivation processes.

Table 4 - Average statistical indicators of soil density (g/cm³) zone

Soils	Middle depth, cm	The number of samples	X	S	V	Sx	Average reliable interval till 0,05
dry steppe zone, grey – brown							
Virgin	0 -25	14	1,190	0,080	6,88	0,021	1,145-1,235
	25-50	14	1,352	0,098	9,29	0,034	1,279-1,425
	50-100	15	1,414	0,115	6,98	0,025	1,361-1,467
	100-200	14	1,345	0,115	8,51	0,031	1,279-1,411
	200-300	14	1,227	0,098	7,94	0,029	1,163-1,291
Irrigated	0 -25	10	1,186	0,161	13,54	0,041	1,091-1,291
	25-50	10	1,402	0,093	6,63	0,021	1,355-1,449
	50-100	15	1,403	0,093	6,93	0,020	1,360-1,446
	100-200	18	1,423	0,145	10,22	0,034	1,352-1,494
	200-300	10	1,438	0,232	16,16	0,073	1,275-1,601
Anciently Irrigated (over 300 years)	0 - 25	16	1,178	0,118	10,04	0,029	1,117-1,239
	25-50	22	1,302	0,127	9,72	0,027	1,246-1,359
	50-00	28	1,371	0,117	3,93	0,022	1,326-1,416
	100-200	32	1,406	0,130	9,25	0,023	1,363-1,455
	200-300	22	1,341	0,103	7,64	0,022	1,295-1,387

The density over all layers (irrigation with transparent water) in the irrigated soils is higher than zonal virgin soils ($1.40-1.44$ g/cm³) except the ploughed soils which exposed to intensive cultivation during tilling and it regularly rises towards depth. If we compare density of the irrigated soils of the dry steppe zones with virgin soils, we can come to such a conclusion that its decrease occurs under plough layer; but increase happens under tillage. Change of the mineralogical composition of soils under an influence of irrigation is a complex process [26-28]. The general analyses of the silt fractions in the virgin and irrigated soils indicate (table 5) that there are definite differences in a total

composition of the cultivated dry steppe soils of montmorillonum group in the irrigated soils.

The virgin soils and A - layer consist of 56-58 % of SiO₂, and this descends towards soil-forming rocks (49-51 %). The virgin and irrigated soils don't differ for a quantity of Fe₂O₃. Molecul ratio of SiO₂; R₂O₃ is the silt fractional virgin soils - 3.3-4.3, but it is 3.4-4.0 in the irrigated soils. This ratio and presence of K₂O, MgO in silt fraction is explained by predominance of hydrosilicate minerals in silt fraction of virgin soils, but by predominance of montmorillonum group in the irrigated soils.

Table 5 - Total chemical composition of soil and silt fractions

Soil section, №	Depth, cm	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O
Arid field zone, grey – brown, for non – carbonate and humus – free soils, %												
Virgin	0 – 17	57,58	8,07	16,10	0,17	0,36	5,62	3,67	1,03	0,11	Uncertain	Uncertain
	17 – 31	53,31	7,08	15,55	0,09	0,30	8,84	3,31	1,18	0,11		
	31 – 58	51,34	7,07	19,12	0,14	0,32	8,86	1,37	0,18	0,11		
	58 – 85	54,97	7,09	15,42	0,14	0,40	6,98	4,34	1,33	0,11		
	85 – 101	51,11	6,57	14,34	0,13	0,37	6,18	3,69	1,43	0,09		
	101 – 125	53,17	6,63	15,64	0,17	0,37	6,06	3,51	2,07	0,12		
	125 – 170	48,79	6,13	13,95	0,13	0,31	8,06	3,68	2,00	0,09		
Irrigated	0-22	52,66	8,47	17,03	0,55	0,13	5,42	4,73	0,80	0,23	2,15	1,23
	22-43	53,59	6,47	22,07	0,58	0,16	5,21	4,87	0,89	0,23	2,51	1,11
	118-147	55,27	7,76	21,91	0,68	0,09	4,02	4,00	1,01	0,18	2,63	0,91
	147-170	54,61	8,04	20,76	0,76	0,14	3,90	4,76	1,38	0,18	2,22	0,77
	Mineral of silt, %											
	0-22	56,19	9,71	20,74	0,24	0,05	5,26	5,18	0,52	0,05	2,15	1,23
	22-43	57,78	9,44	18,88	0,14	no	2,66	6,50	0,84	0,02	2,40	1,06
	118-147	50,13	11,12	20,59	0,18	no	6,07	4,35	0,76	traces	2,42	0,83
	147-170	49,66	9,87	23,35	0,13	0,07	2,47	4,50	0,72	traces	1,97	0,68

CONCLUSION

Agricultural use and antiquity of irrigation of grey-brown soil in the arid subtropic zone of Azerbaijan significantly influenced the process and peculiarity of the given soil.

On the basis of the received data the place of the virgin and irrigated grey-brown soil in the system of the international

classification of WRB (2014), virgin, saturated gley calcareous heavy-loamy grey-brown soil - Duric Gleyic Calcic Kastanozems (Loamic); Long- irrigated grey-brown (irrigation-accumulative) (more than 300 years), powerful gleyey cultivated Long-irrigated calcareous heavy-loamy-Gleyic Petrocalcic Kastanozems (Anthric, Loamic).

REFERENCES

- 1 Babaev M.P., Gurbanov E.A., Ramazanova F.M. Main Types of Soil Degradation in the Kura–Aras Lowland of Azerbaijan// Eurasian Soil Science. - 2015. - Vol. 48, №. 4. - P. 445-456.
2. Makarov I.P. Soil fertility and agriculture sustainability. M.: «Kolos», 1995. - 288 p.
- 3 Salaev M. J., Babaev M.P., Dzhafarova Ch. M., Gasanov V. G. Morphogenetic profiles of soils in Azerbaijan. Baku: «Elm», 2004. - 202 p.
- 4 Gurbanov E. A, Ramazanova F. M, Huseynova S. M, Gurbanova Z. R. Changes in anti-erosion resistance of irrigated grey Cinnomanic soils of the dry subtropical zone of Azerbaijan depending on the age of irrigation// Tomsk State University Journal of Biology. - 2021. - № 56. - P.33-59.
- 5 Babaev M.P., Ramazanova F.M., Mirzezade R.I., Najafova S.I. Soils of the Azerbaijan Republic (the Kur-Araz valley, Ganja-Gazakh inclined plain and irrigated soils of Absheron peninsula and their productivity ability). /The 1st and 2nd publications have been revised by A.G.Guliyev's editing, corrections and the additions were made to the 3rd edition (it is translated from Russian). Baku: «Elm», 2023. - 196 p.
- 6 IUSS Working Group WRB. World Reference Base of Soil Resources 2014, update 2015. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. World Soil Resources Reports № 106. Rome: FAO, 2015. - 192 p.
- 7 FAO. Guidelines for soil description. R.: «4th edition Publ.», 2006. - 97 p.
- 8 Field guide to soils of Russia. M.: «Dokuchaev Soil Institute», 2008. - 82 p.
- 9 Pavlyuk N.M., Gaskevich V.G. Gray Forest soils Opillia (Lviv: LNU named after Ivana Frank, 2011. - 322 p.).
10. Semendyaeva V.N., The influence of agricultural use on the properties of soils in Western Siberia N.: 2011, - 168 p.
- 11 Smolentsev BA, Smolentseva EN. Cambisols of the Kuznetsk Alatau, their properties and diversity.Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya// Tomsk State University Journal of Biology. - 2020. T. 50, C. 6-27.
- 12 Babaev M.P., Ismailov A.I., Gusejnova S.M. Integration of the national soil classification of Azerbaijan into the international popular system. B.: «Yelm» Publ.; 2017. -272 p.
- 13 Agrochemical methods of soil research (M: «Nauka Publishing House», 1975. - 656 p.
- 14 Soil description manual. - Rome: FAO, 2012. - 100 p.
- 15 Guidelines for soil description (th edition, Rome: FAO, 2012, 2014. - 186 p.
- 16 World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps Update 2015. FAO, 2015. -192p.
- 17 Ulanov A.K. The influence of different uses of arable land on the morphological

and agrochemical properties of the chestnut soil of Transbaikalia// Conference: Soils of Russia yesterday, today, tomorrow., Publishing house- Vyatka State University, 2017.

- P. 100-107.

18 Agrochemical methods of soil research. - Moscow: Nauka Publishing House, 1975, - 656 p.

19 Arinushkina E.V. Manual for Chemical Analysis of Soils. Moskva: MGU Publ, 1970, - 476 p.

20 Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods for studying the physical properties of soils. Moskva: Agropromizdat Publ.; 1986. 416 p.

21 Babaev M.P., Ramazanova F.M., Gurbanov E.A. The Influence of the Intermediate Sowings of Fodder Crops on Granulometric and Microaggregate Composition Genetically Different Soils in the Arid Subtropical Zone of Azerbaijan: Agrochemistry J., - 3 (2020), - p. 19-31.

22 Classification and diagnostics of soils in the USSR. M.: «Kolos», 1977.-225 p.

23 Kovda V. A. Osnovy ucheniya o pochvakh //M.: «Nauka», 1973. - 447- 468 p.

24 Minashina N. G. Oroshayemyye pochvy pustyn i ikh melioratsiya //M.: Kolos, 1974. - 365 s.

25 Iskenderov I. Sh. Mineralogicheskiy sostav i fiziko- khimi-chescheskiye svoystva pochv Kura-Araksinskoy nizmennosti// Baku: Elm, 1977. - 160 s.

26 Aranbayev M. P. Geokhimiya organicheskogo veshchestva drevne-oazisnykh pochv aridnoy zony //Ashkhabad, 1978. - 196 s.

27 Babayev M.P., Ramazanova F.M., Mirzezade R.I. Yellow earth soils of the Lankaran region and the history of their study // Soil Science and Agrochemistry. - 2022, № 1 (March). - P. 62-65.

28 Mukhametkarimov K.M., Kenzhegulova S.O. Morphogenetic characteristics, chemical and physicochemical properties of soils of the North Balkhash province of the desert zone of Kazakhstan // Eurasian Soil Science and Agrochemistry. - 2022, № 1 (March). - P. 16-28.

ТҮҮЙІН

М.П. Бабаев¹, Ф.М. Рамазанова^{1*}, Р.И. Мирзезаде¹

ӘЗІРБАЙЖАННЫҢ ҚҰРҒАҚ ДАЛА АЙМАҒЫНЫҢ ТОПЫРАҒЫНА ИГЕРУ МЕН
СУАРУДЫҢ ӘСЕРІ ЖӘНЕ ЖІКТЕУ ЖҮЙЕСІ

¹ Әзірбайжан Республикасының Ғылым және Білім министрлігі Топырақтану және агрохимия институты, 1073, Баку, М. Рагим көшесі, 5, Әзірбайжан,

*e-mail: firoza.ramazanova@rambler.ru

Бұл мақалада Әзірбайжанның құрғақ дала аймағындағы тың (Grey Cinnamonic) және суармалы сұр-қоңыр топырақтардың (Irrigated Grey Cinnamonic) ауыл шаруашылығында пайдалануға және суару ұзақтығына байланысты топырақ кескінінің морфологиялық-генетикалық құрылымының, гранулометриялық құрамының өзгерістерін, кескін бойында физикалық балшықтың таралуын, құрылымының тығыздығын, топырақтың жалпы құрамы мен сазды фракцияларының өзгеруі бойынша зерттеу нәтижелері көрсетілген. Суармалы сұр-қоңыр топырақтардың түзілу тығыздығының гранулометриялық құрамға және оларды суару ұзақтығына тәуелділігі анықталды. Алынған мәліметтердің негізінде ауыл шаруашылығында пайдалануға және суару ұзақтығына байланысты тың және суармалы сұр-қоңыр топырақтың WRB (2014) халықаралық жіктеу жүйесінегі орны анықталды: тың, қаныққан сазды карбонатты ауыр-құмбалшықты сұр-қоңыр топырақ – Duric Gleyic Calcic Kastanozems (Loamic); ежелден суармалы сұр-қоңыр (суармалы-

аккумуляциялық) (300 жылдан астам), қалың сазды игерілген ежелден суармалы карбонатты ауыр құмбалшықты – Gleyic Petrocalcic Kastanozems (Anthric, Loamic).

Түйінді сөздер: сұр-қоңыр топырақ, ежелден суарылатын топырақ, гранулометриялық құрам, түзілу тығыздығы, жалпы құрам.

РЕЗЮМЕ

М.П. Бабаев¹, Ф.М. Рамазанова^{1*}, Р.И. Мирзезаде¹

ВЛИЯНИЕ ОСВОЕНИЯ И ОРОШЕНИЯ НА ПОЧВУ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА И СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ

¹Министерство Науки и Образования Азербайджанской Республики Институт Почвоведения и Агрохимии, 1073, Баку, ул. М. Рагима, 5, Азербайджан,

**e-mail: firoza.ramazanova@rambler.ru*

В статье изложены результаты исследований по изменению морфолого-генетического строения профиля, гранулометрического состава, распределения физической глины по профилю, плотности сложения, валового состава почвы и илистой фракции целинных (Grey Cinnamonic) и орошаемых серо-коричневых почв (Irrigated Grey Cinnamonic) сухостепной зоны Азербайджана в зависимости от их сельскохозяйственного использования и давности орошения. Установлена зависимость плотности сложения орошаемых серо-коричневых почв от гранулометрического состава и давности их орошения. На основании полученных данных определено место целинных и орошаемых серо-коричневых почв в зависимости от сельскохозяйственного использования и давности орошения в системе международной классификации WRB (2014): целина, насыщенная глеевая карбонатная тяжело-суглинистая серо-коричневая почва – Duric Gleyic Calcic Kastanozems (Loamic); давноорошаемые серо-коричневые (иригационно-аккумулятивные) (более 300 лет), мощная глеевая окультуренная давно орошаемая карбонатная тяжело-суглинистая – Gleyic Petrocalcic Kastanozems (Anthric, Loamic).

Ключевые слова: серо-коричневая почва, давноорошаемая почва, гранулометрический состав, плотность сложения, валовой состав.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

1 Babayev Maharram Pirverdi - Academician of the Azerbaijan National Academy of Sciences, doctor of agricultural sciences, professor, soil-scientist, a chairman of the laboratory of genesis, geography and cartography of soils, e-mail: maharram-babayev@rambler.ru

2 Ramazanova Firoza Mukhurovna - a candidate of agricultural sciences (PhD), Associate Professor of Soil Science, Plant Growing, Leading researcher, laboratory of soil genesis, geography and mapping, e-mail: firoza.ramazanova@rambler.ru

3 Mirzezade Rena Islam - a candidate of agricultural sciences (PhD), Soil Scientist, Associate Professor of Soil Science, Leading researcher, laboratory of soil genesis, geography and mapping, e-mail: narmin.i.aslanova@gmail.com

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

ГРНТИ 87.15.19: 68.31.21: 70.21.39:70.21.31: 70.21.41

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.2.14](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.2.14)А.С. Досжанова^{1*}, Ж. Оспанбаев², А.С. Сембаева²,А.С. Майбасова², Н.Д. Ибаш², Б. Жексемби¹**АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ
ДЕГРАДИРОВАННЫХ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА**¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
050000, г. Алматы, пр. Абая, 8, Казахстан, *e-mail: ainurdoszhanova@mail.ru²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и
растениеводства», 040909, Алматинская область, село Алмалыбак,
ул. Ерлепесова 1, Казахстан

Аннотация. Результаты исследований открывают принципиально новые направления в использовании водных ресурсов, в изучении плодородия засоленных и вторично засоленных земель, при разработке агробиологических и агромелиоративных приемов их улучшения, в разработке эффективных приемов экологической устойчивости орошаемого земледелия. Разрабатываемая система существенно сократит затраты и позволит широко внедрить технологию капельного орошения на больших площадях и во многих хозяйствах данного региона. Разрабатываемая система орошаемого земледелия может быть основой адаптации сельского хозяйства Или-Балхашского бассейна к глобальному изменению климата с внедрением системы капельного орошения риса, диверсификацией растениеводства с внедрением новых соле- и засухоустойчивых культур, освоением эффективных приемов мелиорации вторично засоленных земель. По результатам проведенных исследований на опытном участке под изучаемыми культурами до капельного полива отмечалось слабое засоление. Так, плотный остаток под культурами варьирует в пахотном 0-20 см слое в пределах 0,15-0,39 %, а в подпахотном 20-40 см слое в интервале 0,13-0,58 %. После проведения капельного полива содержание плотного остатка под исследуемыми культурами несколько увеличилось до 0,34-1,48 % в пахотном слое до 0,12-0,88 %, то есть до уровня слабой и средней засоленности. Результаты исследований по изучению различных способов орошения риса на такыровидных почвах свидетельствуют о повышении урожайности риса при капельном орошении. В 2021 году при капельном орошении с мульчирующей пленкой урожай зерна до риса составил 38,5 ц/га. Внесение 100 кг аммофоса при рядовом посеве риса повышает урожай зерна до 42,2 ц/га. При капельном орошении без пленки проявляется наибольшая эффективность азотных удобрений. При двукратной подкормке с поливной водой по 30 кг/га в фазу кущения и выброса метелки урожайность риса повышается до 45,7 ц/га. Получены 651-478 ц/га зеленой массы суданской травы и 325-287 ц/га сорго, при капельном орошении урожай зерна сои составил 40,5 ц/га, что указывает на высокие мелиоративные свойства этих культур для возделывания на засоленных и вторично засоленных почвах Акдалинского массива орошения для кормовых целей. Наилучшими мелиоративными культурами для возделывания в условиях засоленных такыровидных почвах Акдалинского массива орошения является соя, суданская трава и сорго.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, рис, почва, засоление, удобрение, капельное орошение, мелиорация, фитомелиорант, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время Казахстан столкнулся с проблемой серьезного ухудшения состояния природных ресур-

сов и окружающей среды по всем наиболее важным экологическим показателям. Почти треть сельскохозяйственных земель сейчас деградирована или нахо-

дится под серьезной угрозой, а более 10 млн гектаров потенциально пахотной земли в прошлом было заброшено [1, 2].

Дефицит водных ресурсов является ключевой экологической проблемой, препятствующей устойчивому развитию Казахстана. В настоящее время остро стоит вопрос использования ресурсов трансграничной реки Или. Основная стокообразующая часть бассейна реки Или расположена на территории КНР, где водосбор имеет достаточно развитую гидрографическую сеть. В результате постоянно увеличивающегося водозабора китайской стороной с 12 мая 2014 года приточность реки Или резко начало уменьшаться с 291 м³/с до 90 м³/с, что приводит к постоянному снижению уровня водохранилища в среднем на 3 см в день и усилению рисков электроснабжения. В экологическом плане обмеление и засоление Балхаша может привести к последствиям, подобным трагедии Аральского моря. По научным прогнозам, к концу XXI века не исключена возможность полного высыхания западной части озера и превращения его восточной части в соленую лужу. Это может привести к глобальным изменениям природного ландшафта Прибалхашья и превращению его в безжизненную пустыню. Или-Балхашский бассейн занимает обширную территорию в 413 тыс. кв. км на Юго-востоке Казахстана и Северо-Западе Китая. В бассейне проживает пятая часть населения страны, половину которого составляют сельские жители. К началу 21 века Или-Балхашский бассейн оказался в бедственном положении, как в экономическом, так и экологическом плане.

Экологическая ситуация в Или-Балхашском регионе, охарактеризована как неустойчивая, с прогрессирующей уязвимостью озера Балхаш. Это вызвано нерациональным водопользованием, несовершенной системой управления ресурсами, межгосударственными проблемами водodelения и другими факто-

рами. Отсутствие программного решения вопроса может привести к экологической катастрофе, ведущей к утрате национального природного достояния, аридизации климата, социальной напряженности и экологической миграции населения [3].

Причину обмеления специалисты видят в изменении гидрологического режима реки, что совпало с одновременным увеличением ее водозабора. Коэффициент использования водных ресурсов бассейна озера Балхаш достаточно высокий и превышает экологически допустимый предел. В результате этих двух факторов, Балхаш получает объем воды вдвое меньший, чем прежде. В настоящее время общей экологической проблемой в бассейне озера Балхаш является загрязнение атмосферного воздуха, водных ресурсов, накопление токсичных и опасных отходов. Одновременно с этим происходит и ухудшение экологической обстановки в регионе, в свою очередь, оно влияет не только на количественное, но и на качественное изменение воды в озере Балхаш. Все это не может не отражаться на биоразнообразии региона [4-6].

В настоящее время рис в Казахстане возделывается на площади около 100 тыс. га. Для возделывания риса на такой площади ежегодно расходуется до 3 млрд м³ поливной воды, из них около 0,3-0,4 млрд м³ для возделывания риса на Акдалинском и Каратальском массивах орошения Или-Балхашского бассейна.

Цель наших исследований: повышение эффективности использования орошаемых земель Или-Балхашского бассейна и создание модельного хозяйства для демонстрации системы капельного орошения риса, водосберегающих технологий возделывания зернобобовых, масличных и кормовых культур, обеспечивающие увеличение продуктивности орошаемой пашни, кратное сокращение расхода поливной воды, предотвращение вторичного засоления

почвы и охрану окружающей среды.

Одним из самых дешевых и эффективных способов освоения засоленных земель является фитомелиорация. Это достигается использованием фитомелиоративного эффекта растений. При фитомелиоративном подходе задействуется природный потенциал растений, которые исторически являлись главным фактором почвообразования. Данный подход позволяет улучшать плодородие почв при минимальных затратах, используя, в первую очередь, бесплатную, экологически чистую и неисчерпаемую энергию солнца, которая усваивается в процессе фотосинтеза. Ослабление этого процесса и воспроизводство плодородия почв связано с оптимизацией гумусного состояния и агрофизических свойств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Решение поставленных задач осуществлялось путем закладки и проведения полевых опытов и лабораторных исследований. Полевые опыты заложены на полях ТОО «Агрофирма Бірлік» Балхашского района Алматинской области.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений в основные фазы по методике Госкомиссии по сортоиспытанию [7, 8].

Определение запасов почвенной влаги в динамике в основные фазы развития риса. Влажность почвы определяется термостатно-весовым методом высушивания почвенных проб до постоянного веса. Повторность отбора проб – трехкратная [9].

Учет полевой всхожести семян путем подсчета на 4-х фиксированных площадках по 0,3 м² на всех делянках по полным всходам.

Учет густоты стояния растений путем подсчета количества растений 0,3 м² в начале и конце вегетации, изучаемых культур, в трехкратной повторности.

Учет динамики накопления биомассы растений в основные фазы их

развития путем отбора проб с каждого варианта в трехкратной повторности с измерением сырой и сухой массы [8].

Отбор образцов для изучения содержания питательных элементов в почве и растениях проводился по основным фазам роста и развития изучаемых культур. В научно-исследовательской работе применялись следующие методики исследований почв:

- общий гумус определяются по И.В. Тюрину в модификации В.Н. Симанова [10];

- лабильный гумус по И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [11];

- легкогидролизуемый азот определяется по методу И. Тюрина и Н. Кононовой [12];

- нитратный азот – ионометрическим методом [13];

- подвижный фосфор и обменный калий по методу Б.П. Мачигина в модификации ЦИНАО [14];

- объемная масса по А.С. Качинскому [15];

- структурно-агрегатный состав по Н.И. Саввинову [16].

Перед уборкой урожая с трех повторностей опыта отбирались растительные образцы с определением основных элементов структуры урожая.

Учет урожая проводился поделочно прямым комбайнированием и методом пробных площадок. Обработка урожайных данных по методике Доспехова [17].

Акдалинский массив орошения, как и вся территория дельтовых равнин реки Или, характеризуется общей бессточностью грунтовых вод. По климатическим показателям он входит в подпровинцию северных пустынь, где испаряемость превышает осадки в 8-10 раз. Перечисленные особенности сопровождаются развитым вертикальным формоводо- и солеобменом с тенденцией к соленакоплению.

Для подготовки почвы под капельное орошение общая агротехника заключалась в следующем:

- предшественник люцерна после 4-летнего стояния;
- отвальная вспашка на глубину 25-27 см;
- культивация на глубину 12-15 см;
- предпосевная обработка на глубину посева семян;
- посев культур под пленкой произведен сеялкой 2ВМЖ-4 (КНР), которая осуществляет одновременную укладку капельной ленты, натягивание мульчирующей пленки, заделку семян поверх пленки и прикатывание с засыпкой почвы (рисунок 1). Семена по 1-2 штуки укладываются на расстоянии 10 см с нормой высева семян 230-250 тыс. зерен на 1 га;
- посев культур без пленки произ-

веден сеялкой VenceTudo (Бразилия) на глубину 3-5 см (рисунок 2);

- аммофос в дозе 100 ц/га внесен одновременно при посеве согласно схемы опытов;
- подкормка производилась аммиачной селитрой с поливной водой капельного орошения согласно, схемы опытов: первая – в начале кущения, вторая – в фазу выметывания.

Технология возделывания риса на варианте с затоплением чеков была следующая:

- отвальная вспашка на глубину 25-27 см;
- культивация на глубину 12-15 см;
- предпосевная обработка на глубину посева семян;
- посев риса произведен разбросным способом агрегатом РУМ.



Рисунок 1 – Посев культур с одновременной укладкой капельной ленты и мульчирующей пленкой



Рисунок 2 – Посев культур без пленки

Орошение затоплением риса проводилось по технологии принятой в хозяйствах Балхашского района путем затопления чеков слоем воды 10-12 см после посева риса с увеличением слоя воды до 17-19 см после полных всходов риса до молочно-восковой спелости

зерна (рисунок 3). Орошение мелиоративных культур по бороздам производилось подачей поливной воды лентой Экофлет с вмонтированными фитингами для струи воды в соответствии с рисунком 3.



Рисунок 3 – Укладка капельной ленты и полив культур на деградированных почвах Акдалинского массива орошения на полях ТОО «Агрофирма Бірлік» Балхашского района

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На территории Акдалинской дельты до орошения грунтовые воды залежали большей частью на глубине 7-10 м, а под песчаными буграми – до 20 м и на процесс почвообразования влияния не оказывали. Акдалинский массив орошения находится в пределах провинции сульфатно-содового засоления почв. В соответствии с существующими классификациями на этом массиве выделено 44 видовых наименований почв. Основной фон представлен такыровидными в различной степени засоленными почвами. Доминирующий тип засоления в горизонтах максимального скопления солей – хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный с присутствием нормальной соды. Незасоленные верхние горизонты почв и более глубокие слои грунтов имеют гидро-карбонатно-суль-

фатный тип солевого состава. Все почвы массива карбонатны и характеризуются высокой щелочностью (pH 8-9). Солевой состав почв во многом определяет их физические и мелиоративные свойства. Все такыровидные почвы малогумусны. В верхних горизонтах содержится 1-1,2 % гумуса. Вниз по профилю на глубине 25-35 см содержание гумуса снижается до 0,4-0,5 %. Основные запасы элементов питания растений сосредоточены также в верхнем 30-сантиметровом слое. Почвы большей частью достаточны обеспечены подвижными формами калия и испытывают резкий недостаток в азотных и фосфорных удобрениях. Из микроэлементов в достаточном количестве содержится марганец, медь и бор, последний часто в избытке, очень мало молибдена, цинка и кобальта. Существенной особенно-

стью почв Акдалинского массива орошения является почти повсеместное щелочопроявление при орошении.

Климат Акдалинского массива резко континентальный с большой разницей температур дня и ночи, лета и зимы, с холодной малоснежной зимой и жарким сухим летом. Среднемесячные температуры воздуха за вегетационный период (IV-IX месяцы) были высокие,

особенно июнь, июль месяцы среднемесячные температуры 2021 года были выше на 4-5°C по сравнению с многолетними за эти месяцы и составило 21,1°C. Сумма атмосферных осадков за вегетационный период составила – 559,6 мм, а многолетние показатели суммы осадков за вегетационный период равнялись 139 мм (таблица 1).

Таблица 1 - Основные метеорологические показатели за 2020-2022 гг. Исследования (данные метеостанции «Баканас»)

Месяцы	Показатели							
	Температура воздуха, °C				Осадки, мм			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Ср.мн.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Ср.мн.
Март	6,0	8,0	11,0	-8,6	29,8	59,5	44,6	31
Апрель	12,9	12,9	13,8	5,4	6,9	140,6	73,7	35
Май	19,0	18,0	20,0	14,0	15,5	190,5	103	36
Июнь	25,7	25,7	30,9	16,2	16,0	120,0	68	32
Июль	27,9	27,9	28,2	20,5	4,7	105,4	55,0	20
Август	23,3	23,3	25,4	24,0	17,3	1,4	9,4	7
Сентябрь	17,0	19,0	20,0	22,5	1,9	2,1	2,0	9

Аридный климат, разнообразие геологических пород определяют пестроту и комплексность почвенного покрова. Основными зональными типами почв служат серо-бурые, такыровидные и характерными особенностями является малое содержание гумуса 0,3-1,2 % и засоленность.

Сероземы светлые формируются на возвышенных участках равнин под разреженной полынной и солянковой растительностью. Почвообразующие породы - пески и супеси. Содержание гумуса в верхнем горизонте низкое, колеблется от 0,4 % до 1,6 % , мощность его 10-15 см гранулометрический состав сероземов светлых - супесчаный.

Динамика содержания основных элементов плодородия такыровидных почв в пахотном 0-20 см слое под посевом риса без пленки свидетельствует,

что после капельного полива содержание общего и лабильного гумуса повысилось соответственно на 1,14 % и 670 мг/кг, нитратного азота на 70 мг/кг и уменьшилось количество легкогидролизуемого азота на 42 мг/кг, подвижного фосфора на 11 мг/кг, обменного калия на 69 мг/кг. После капельного полива риса под пленкой содержание общего гумуса увеличилось в указанном слое почвы на 0,80 %, нитратного азота на 2 мг/кг, подвижного фосфора на 8 мг/кг, обменного калия на 141 мг/кг и снизилось количество лабильного гумуса на 810 мг/кг, легкогидролизуемого азота на 3 мг/кг.

Такыровидные почвы определяют основной земельный фонд. Все они малогумусные. Возделывание риса по традиционной технологии способствовало повышению содержания общего гумуса

в почве на 1,26 %, лабильного гумуса на 1220 мг/кг, нитратного азота на 103 мг/кг, подвижного фосфора на 82 мг/кг, обменного калия на 384 мг/кг и уменьшилось количество легкогидролизуемого азота на 23 мг/кг (таблица 2).

Таблица 2 - Изменение основных показателей плодородия почвы под рисом при различных способах капельного орошения

Способы орошения	Глубина, см	Общий гумус, %	Лабильный гумус, мг/кг	Легкогидролизуемый азот, мг/кг	NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Срок определения май							
Орошение затоплением	0-20	0,48	1300	59	6,0	38,2	214
Капельное орошение	20-40	0,46	1430	34	3,20	23,1	121
	20-40	0,48	1040	39	10,0	69,1	673
Капельное орошение под пленкой	0-20	0,78	2210	6,30	37,0	20,0	314
	20-40	0,68	1300	5,0	23,0	19,1	290
Срок определения сентябрь							
Орошение затоплением	0-20	1,74	2520	36,3	109	120	598
	20-40	1,53	2660	5,40	81	58,0	381
Капельное орошение	0-20	1,76	2100	<2,80	70	39,4	451
	20-40	1,81	2100	<2,80	53	35,9	492
Капельное орошение под пленкой	0-20	1,58	1400	<2,80	39	28,0	455
	20-40	1,60	1680	3,50	56	25,0	427

Оценка структурного состояния такыровидных почв показала, что содержание агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) изменялось по культурам в пределах 42-82 %, с наименьшими показателями на рисе – 57 %, и 65-82 % на остальных, что соответствует хорошему и отличному их агрегатному состоянию соответственно.

Необходимо отметить, что опытные участки имеют засоление. Результаты проведенных исследований показали, что на опытном участке под изучаемыми культурами до капельного полива отмечалось слабое засоление. Так, плотный остаток под культурами варьирует в пахотном 0-20 см слое в пределах 0,15-0,39 %, а в подпахотном

20-40 см слое в интервале 0,13-0,58 %. После проведения капельного полива содержание плотного остатка под исследуемыми культурами несколько увеличилось до 0,34-1,48 % в пахотном слое до 0,12-0,88 %, то есть до уровня слабой и средней засоленности. На аллювиальных луговых почвах под возделываемыми культурами засоление в пределах 0,26-0,77 % с хлоридно-сульфатным, сульфатным химизмом.

По изменению основных показателей плодородия такыровидных почв отмечается под нетрадиционными культурами при капельном орошении – значительное повышение их содержания в слое почвы 0-40 см в мае – в 2,0-3,4 раз и в меньшей степени – в 1,7-2,2 раз в сен-

тябре по сравнению с их содержанием в июне месяце. По содержанию нитратного азота в почве, его количество за изучаемый период повысилось на всех культурах на 4-30 мг/кг, за исключе-

нием суданской травы, где наблюдалось его стабилизация на уровне 6 мг/кг и снижением под посевами сафлора на 2 мг/кг (таблица 3).

Таблица 3 - Изменение основных показателей плодородия почвы под нетрадиционными культурами при капельном орошении

Культура	Глубина, см	Общий гумус, %	Лабильный гумус, %	Легко-гидролизуемый азот, мг/кг	NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Срок определения май							
Кукуруза	0-20	0,92	0,130	48	4,80	32,3	391
	20-40	0,74	0,104	36	3,60	27,2	411
Сахарная свекла с пленкой	0-20	0,85	0,117	31	3,50	43,8	463
	20-40	0,5	0,169	31	6,60	47,1	395
Соя	0-20	0,74	0,143	31	3,70	17,8	423
	20-40	1,42	0,234	31	<2,80	37,4	431
Суданка	0-20	0,5	0,104	28	5,80	50,3	242
	20-40	0,54	0,013	25	4,10	20,4	242
Сорго	0-20	1,06	0,169	36	<2,80	66,2	399
	20-40	0,98	0,013	34	5,50	63,8	407
Сафлор	0-20	0,74	0,104	31	7,60	64,8	334
	20-40	0,52	0,039	25	5,50	31,5	318
Сафлор	0-20	0,74	0,104	31	7,60	64,8	334
	20-40	0,52	0,039	25	5,50	31,5	318
Срок определения сентябрь							
Кукуруза	0-20	0,86	0,098	39	8,90	72,8	465
	20-40	0,65	0,084	36	23,4	57,2	398
Сахарная свекла	0-20	0,76	0,182	42	18,2	73,9	608
	20-40	0,67	0,168	42	15,1	77,3	469
Соя	0-20	0,88	0,154	45	9,30	44,9	338
	20-40	0,76	0,084	48	5,90	32,4	229
Суданская трава	0-20	0,74	0,098	34	5,60	46,9	720
	20-40	0,84	0,112	42	9,10	63,1	510
Сорго	0-20	1,47	0,294	92	33,1	47,4	387
	20-40	1,58	0,266	67	22,4	68,5	256
Сафлор	0-20	0,92	0,098	48	5,90	59,9	499
	20-40	0,53	0,084	42	5,60	25,1	338

Способы орошения оказывают существенное влияние на элементы структуры урожая риса. При капельном орошении под пленкой показатели как общей, так и продуктивной кустистости растений повысились на 3,42-3,99 единиц или в 3-4 раза. Отмечается положи-

тельное влияние капельного орошения и на формирование озерненности метелки и абсолютной массы зерна. Низкий показатель массы 1000 зерен на варианте капельного орошения под пленкой можно объяснить высокой кустистостью риса при низкой норме высева

семян. Отмечается положительное влияние капельного орошения и на формирование озерненности метелки и абсолютной массы зерна. Низкий показатель массы 1000 зерен на варианте орошения с затоплением 28,9 г.

Наибольшим потребителем поливной воды на единицу площади является культура риса. На выращивание этой культуры в Казахстане расходуются 50 % запасов поливной воды. В Казахстане, как и в странах Центральной Азии, принят способ выращивания риса, основанный на продолжительном затоплении его посевов слоем воды. В производственных условиях оросительная норма риса с постоянным затоплением и проточностью изменяется в пределах от 25 до 35 тыс м³/га. При такой технологии орошения расход поливной воды на выращивание риса намного превосходит биологическую потребность растений в воде, значительная часть которой теряется на испарение, фильтрацию и подпитку грунтовых вод. К тому же орошение риса методом затопления является одним из приемов мелиорации сильнозасоленных земель и способом борьбы с сорняками. Возде-

ливание риса с расходом огромного количества поливной воды в течение более чем 50 лет привело к экологической проблеме Арала и в последние годы и Балхаша. Использование такой водозатратной технологии в возделывании риса резко снизило эффективность использования орошаемых земель со значительным сокращением площадей и продуктивности других орошаемых культур.

Результаты исследований по изучению различных способов орошения риса на такыровидных почвах свидетельствуют о повышении урожайности риса при капельном орошении. Как видно из данных таблицы 4, в 2021 году при капельном орошении с мульчирующей пленкой урожай зерна риса составил 38,5 ц/га.

Внесение 100 кг аммофоса при рядовом посеве риса повышает урожай зерна до 42,2 ц/га. При капельном орошении без пленки проявляется наибольшая эффективность азотных удобрений. При двухкратной подкормке поливной водой по 30 кг/га в фазу кущения и выброса метелки урожайность риса повышается на 45,7 ц/га (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность риса в зависимости от способов орошения и удобрения на такыровидных почвах, ц/га

Способы орошения	Способы удобрения								
	Без удобрений			Фон + N ₃₀₊₃₀			Аммофос при посеве 100 кг/га - Фон + N ₃₀₊₃₀		
	годы								
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Орошение затоп- лением	22,9	24,7	30,0	-	-	-	-	-	-
Капельное ороше- ние	26,4	25,5	33,5	32,3	30,5	40,5	42,4	36,2	42,4
Капельное ороше- ние под пленкой	15,0	21,3	37,2	19,6	34,4	42,2	25,4	38,5	45,7
НСР _{0,95} = 4,2 ц/га									

Принципиальное отличие работы от существующих аналогов экологическая направленность ведения сельского хозяйства Или-Балхашского бассейна на основе многократного сокращения расхода поливной воды (на 0,4-0,5 млрд м³ ежегодно) путем капельного орошения

риса, гребневой технологии возделывания культур, внедрения в культуру новых высокоэффективных фитомелиорантов. В таблице 5 приведена урожайность мелиоративных культур при различных способах орошения и посева.

Таблица 5 – Урожайность мелиоративных культур при различных способах орошения и посева, ц/га

Способ орошения	Способ посева	Культура		
		Соя	Суданская трава на зеленую массу	Сорго на зеленую массу
2020 год				
Капельное орошение	Рядовой	33,4	371	265
Бороздковый полив		31,5	245	278
2021 год				
Капельное орошение	Рядовой	34,5	321	298
Бороздковый полив		32,2	280	293
2022 год				
Капельное орошение	Рядовой	40,5	651	325
Бороздковый полив		33,2	478	287

Получено 651-478 ц/га зеленой массы суданской травы и 287-325 ц/га сорго, что указывает на высокие мелиоративные свойства этих культур

для возделывания на засоленных и вторично засоленных почвах Акдалинского массива орошения для кормовых целей.



Рисунок 4 – Состояние посевов сои в фазу налива зерна



Рисунок 5 – Состояние посевов сорго в фазу налива зерна

В течение вегетации сорго и суданская трава формировали большую вегетативную массу, что способствовало значительному подавлению сорняков, созданию благоприятного водного и воздушного режима. Полученные данные требуют в дальнейшем более детального изучения биологии и агротехники этих культур, влияния их на мелиоративные свойства засоленных такыровидных почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Динамика содержания основных элементов плодородия такыровидных почв в пахотном 0-20 см слое под посевом риса без пленки свидетельствует о том, что после капельного полива, содержание общего и лабильного гумуса повысилось соответственно на 1,14 % и 670 мг/кг, нитратного азота на 70 мг/кг и уменьшилось количество легкогидролизуемого азота на 42 мг/кг, подвижного фосфора на 11 мг/кг, обменного калия на 69 мг/кг. После капельного полива риса под пленкой, содержание общего гумуса увеличилось в указанном слое почвы на 0,80 %, нитратного азота на 2 мг/кг, подвижного фосфора на 8 мг/кг, обменного калия на 141 мг/кг и снизилось количество лабильного гумуса на 810 мг/кг, легкогидролизуемого азота на 3 мг/кг.

Результаты проведенных исследований показали, что на опытном участке под изучаемыми культурами до капельного полива отмечалось слабое засоление. Так, плотный остаток под культурами варьирует в пахотном 0-20 см слое в пределах 0,15-0,39 %, а в подпахотном 20-40 см слое в интервале 0,13-0,58 %. После проведения капельного

полива содержание плотного остатка под исследуемыми культурами несколько увеличилось до 0,34-1,48 % в пахотном слое до 0,12-0,88 %, то есть до уровня слабой и средней засоленности.

Наиболее эффективным способом применения удобрений при капельном орошении является внесение 100 кг/га аммофоса при посеве и две азотные подкормки по 30 кг/га в фазу полных всходов и выброса метелок риса, что обеспечивает получение 16 ц/га прибавки урожая.

Получены 651-478 ц/га зеленой массы суданской травы и 325-287 ц/га сорго, при капельном орошении урожай зерна сои составил 51,5 ц/га, что указывают на высокие мелиоративные свойства этих культур для возделывания на засоленных и вторично засоленных почв Акдалинского массива орошения для кормовых целей. Наилучшими мелиоративными культурами для возделывания в условиях засоленных такыровидных почвах Акдалинского массива орошения является соя, суданская трава и сорго.

Таким образом, разработанные нами принципиально новые технологии возделывания орошаемых культур заложены в основу разработки и внедрения природосберегающей системы орошаемого земледелия. Производственное испытание и внедрение новой системы не только повысит продуктивность орошаемых земель Или-Балхашского бассейна, но имеет немаловажное значение в деле охраны окружающей среды, в получении экологически чистой и конкурентоспособной продукции сельского хозяйства.

Работа выполнена по проекту: «Агробиологические приемы восстановления плодородия деградированных орошаемых земель юго-востока Казахстана», ИРН AP13068063.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кван Р.А., Калашников А.А., Парамонов А.И., Калдарова С.М. Водные ресурсы и перспективы их использования в ирригации Республики Казахстан // Водное хозяйство Казахстана. – 2011. - №3. - С. 15-17.
- 2 Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии: Обзор. – Алматы, 2004. – 132 с.
- 3 Ибатуллин С.Р. Водные ресурсы Казахстана и возможности развития ирригации// Проблемы инновационного развития общества: настоящее и будущее. – Алматы: «Эверо», 2009. – С. 15-35.
- 4 Оспанбаев Ж. Некоторые результаты исследований по капельному орошению риса в Казахстане// Материалы научно-практической конференции «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья», посвященной 80-летию Казахского научно-исследовательского института рисоводства им. И. Жакаева – Кызылорда: «Ақмешіт баспа үйі», 2012. – С. 351-353.
- 5 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rusnauka.com /23D2009/Agricole/50006.doc.htm/>, свободный.
- 6 Seyfi K, Rashidi M. Effect of drip irrigation and plastic mulch on crop yield and yield components of Cantaloupe. Int./ J. Agric. Biol.– 2007. - №9 (2).
- 7 Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Алматы, 2002. – 378 с.
- 8 Руководство по контролю и обработке наблюдений над фазами развития сельскохозяйственных культур, 1982. - С. 150.
- 9 Бакаев Н.М., Васько И.А. Методика определения влажности почвы в агротехнических опытах: Методика указания и рекомендации по вопросам земледелия. – Целиноград, 1975. - С. 57-80.
- 10 ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.
- 11 Наследие И.В. Тюрина в современных исследованиях в почвоведении: Материалы Международной научной конференции. Казань, 15-17 октября 2013 г. – Казань: Изд-во - Отечество. - 2013. – 171 с.
- 12 Ганжара Н.Ф. Почвоведение. – М.: 2001.-394 с.
- 13 ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.
- 14 ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.
- 15 Муха В.Д. Практикум по агропочвоведению. – М.: Колос, 2010. – 367 с.
- 16 Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований: [По спец. "Агрохимия и почвоведение"]. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 366 с.
- 17 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

REFERENCES

- 1 Kvan R.A., Kalashnikov A.A., Paramonov A.I., Kaldarova S.M. Water resources and prospects for their use in irrigation of the Republic of Kazakhstan // Water economy of Kazakhstan.– 2011. - №3. - P. 15-17.
- 2 Water resources of Kazakhstan in the new millennium: An overview. - Almaty, 2004. - 132 p.
- 3 Ibatullin S.R. Water resources of Kazakhstan and opportunities for the develop-

ment of irrigation// Problems of innovative development of society: the present and the future. - Almaty: "Evero", 2009. - P. 15-35.

4 Ospanbaev Zh. Some results of research on drip irrigation of rice in Kazakhstan// Proceedings of the scientific-practical conference "Scientific and innovative foundations for the development of rice growing in Kazakhstan and foreign countries", dedicated to the 80th anniversary of the Kazakh Research Institute of Rice Growing. I. Zhakaeva - "Akmeshit baspa uyi", Kyzylorda, 2012. - P. 351-353.

5 [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <http://www.rusnauka.com/23D2009/Agricole/50006.doc.htm/>, svobodnyi.

6 Seyfi K, Rashidi M. Effect of drip irrigation and plastic mulch on crop yield and yield components of Cantaloupe. Int./ J. Agric. Biol. - 2007. - No. 9 (2).

7 Methodology of the State variety testing of agricultural crops. Almaty, 2002. - 378p.

8 Guidelines for the control and processing of observations of the phases of development of agricultural crops. cultures, 1982. - P. 150.

9 Bakaev N.M., Vasko I.A. Methodology for determining soil moisture in agrotechnical experiments: Methodology for indicating and recommendations on issues of agriculture. - Tselinograd, 1975. - P. 57-80.

10 GOST 26213-91 Soils. Methods for determining organic matter.

11 Legacy of I.V. Tyurin in modern research in soil science: Proceedings of the International Scientific Conference. Kazan, October 15-17, 2013 - Kazan: Publishing House - Fatherland. - 2013. - 171 p.

12 Ganzhara N.F. Soil science. – Moscow, 2001. - 394 p.

13 GOST 26951-86 Soils. Determination of nitrates by the ionometric method.

14 GOST 26205-91 Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Machigin method in the modification of TsINAO.

15 Mukha V.D. Workshop on agrosoil science. – M.: Kolos, 2010. – 367 p.

16 Yudin F.A. Methodology of agrochemical research: [According to spec. "Agrochemistry and soil science"]. - 2nd ed., revised. and additional – M.: «Kolos», 1980. – 366 p.

17 Armor B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). - 5th ed., add. and reworked. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.

ТҮЙІН

А.С. Досжанова^{1*}, Ж. Оспанбаев², А.С. Сембаева², А.С. Майбасова²,

Н.Д. Ибаш², Ж. Бақытжан¹

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ТОЗҒАН СУАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРДІҢ
ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІҢ АГРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ

¹«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, 050000, Алматы қаласы, Абай даң.8, Қазақстан, *e-mail: ainurdoszhanova@mail.ru,

²«Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, 040909, Алматы облысы, Алмалыбақ ауылы, Ерленесов көшесі 1, Қазақстан

Зерттеу нәтижелері су ресурстарын пайдалануда, тұзданған және қайталап тұзданған жерлердің құнарлылығын зерттеуде, оларды жақсартудың агробиологиялық және агромелиоративтік әдістерін әзірлеуде, суармалы егіншіліктің экологиялық тұрақтылығының тиімді әдістерін әзірлеуде түбегейлі жаңа бағыттарды ашады. Әзірленген жүйе шығындарды айтарлықтай қысқартып, облыстың үлкен аумақтары мен

көптеген шаруашылықтарында тамшылатып суару технологиясын кеңінен енгізуге мүмкіндік береді. Дамыған суармалы егіншілік жүйесі күрішті тамшылатып суару жүйесін енгізу арқылы Іле-Балқаш бассейніндегі егін шаруашылығын жаһандық климаттың өзгеруіне бейімдеуге, тұзға және құрғақшылыққа төзімді дақылдарды ендіру арқылы қайталама сортаңданған жерлерді мелиорациялаудың тиімді әдістерін жасауға және өсімдік шаруашылығын әртараптандыруға негіз бола алады. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері зерттелетін дақылдар егілген тәжірибелік алқапта тамшылатып суару алдында аздап тұзданғанын көрсетті. Осылайша, егістіктегі топырақ тығыздығы 0-20 см жыртылмалы қабатта 0,15-0,39 % шегінде, ал суармалы 20-40 см қабатта 0,13-0,58 % аралығында өзгерді. Тамшылатып суарудан кейін зерттелген дақылдардың астындағы топырақ тығыздығы 0,34-1,48 %-ға дейін, 0,12-0,88 %-ға дейін, яғни төмен және орташа тұздылық деңгейіне дейін аздап өсті. Тақыр тектес топырақтарда күрішті суарудың әртүрлі әдістерін зерттеу бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижелері тамшылатып суару әдісімен күріш өнімділігінің артқанын көрсетеді. 2021 жылы мульчирленген пленка астында тамшылатып суару арқылы күріш дәнінің өнімділігі 38,5 ц/га құрады. Күрішті қатарлап егу кезінде 100 кг аммофосты енгізу дәнді дақылдардың өнімділігін 42,2 ц/га арттырды. Пленкасыз тамшылатып суару арқылы азот тыңайтқыштарының ең жоғары тиімділігі байқалды. Суару суымен бірге күріштің түптену және масақ қалыптастыру кезеңінде дақылды екі қайтара азот тыңайтқыштарымен үстеме қоректендіру өнімділіктің 45,7 ц/га арттырды. Судан шөбінен 651-478 ц/га және құмай дақылдарынан 325-287 ц/га жасыл массасы алынды, тамшылатып суару кезінде майбұршақ дәнінің өнімділігі 51,5 ц/га құрады, бұл осы дақылдардың егістікке арналған жоғары мелиоративтік қасиеттерін көрсетеді. Ақдала суару массивінің тұзданған тақырлы топырақтарында өсіру үшін ең жақсы мелиоративтік дақылдар майбұршақ, судан шөбі және құмай болып табылды.

Түйінді сөздер: суармалы егіншілік, күріш, топырақ, тұздану, тыңайтқыш, тамшылатып суару, мелиорация, фитомелиорант, өнімділік.

SUMMARY

A. Doszhanova^{1*}, Zh. Ospanbaev², A. Sembayeva², A. Maibasova², N. Ibash², Б. Жексембі¹
AGROBIOLOGICAL METHODS OF FERTILITY REHABILITATION OF DEGRADED IRRIGATED LANDS OF THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN

¹Kazakh National Agrarian Research University,
050000, Almaty, Abay Ave., 8, Kazakhstan,
*e-mail ainurdoszhanova@mail.ru

²Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, 040909, Almaty region,
Almalybak village, Erlepesov St. 1, Kazakhstan

The results of the research open up fundamentally new directions in the use of water resources, in the study of the fertility of saline and secondarily saline lands, in the development of agrobiological and agro-reclamation methods for their improvement, in the development of effective methods for the environmental sustainability of irrigated agriculture. The developed system will significantly reduce costs and allow the widespread introduction of drip irrigation technology over large areas and in many farms in the region. The developed system of irrigated agriculture can be the basis for the adaptation of agriculture in the Ili-Balkhash basin to global climate change with the introduction of a drip irrigation system for rice, diversification of crop production with the introduction of new salt- and drought-resistant crops, and the development of effective methods of amelioration of secondary saline lands. The results of the conducted studies show that in the experimental area under the studied crops, before drip irrigation, there was a slight salinity. Thus, the dense residue under crops varies in the arable 0-20 cm layer within 0.15-0.39 %, and in the subarable 20-40 cm layer in the range of 0.13-0.58 %. After drip irrigation, the content of dense residue under the studied crops slightly increased to 0.34-1.48 % in the arable layer to 0.12-0.88 %, that is, to the level of low and medium salinity. The results of studies on the study of various methods of irrigating rice on takyr-like soils indicate an increase in rice yields with drip irriga-

tion. In 2021, with drip irrigation with mulching film, the rice grain yield was 38.5 c/ha. The introduction of 100 kg of ammophos during the row sowing of rice increases the grain yield by 42.2 c/ha. With drip irrigation without a film, the greatest efficiency of nitrogen fertilizers is manifested. With double fertilization with irrigation water of 30 kg/ha in the phase of tillering and panicle ejection, the yield of rice increases by 45.7 c/ha. 651-478 c/ha of green mass of Sudanese grass and 325-287 c/ha of sorghum were obtained, with drip irrigation the soybean grain yield was 51.5 c/ha, which indicates the high ameliorative properties of these crops for cultivation on saline and secondarily saline soils of Akdalinsky irrigation array for fodder purposes. The best reclamation crops for cultivation in saline takyr-like soils of the Akdala irrigation array are soybean, Sudanese grass and sorghum.

Key words: irrigated agriculture, rice, soil, salinization, fertilizer, drip irrigation, melioration, phytomeliorant, productivity.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Досжанова Айнур Серикбайкызы - ассоциированный профессор кафедры «Агрономия» - кандидат с.-х. наук, e-mail: ainurdoszhanova@mail.ru

2 Оспанбаев Жумагали - главный научный сотрудник доктор с.-х. наук, профессор, e-mail: zhumagali@mail.ru

3 Сембаева Айзада Сансызбаевн - научный сотрудник, магистр с.-х. наук, e-mail: Sembaeva.a84@mail.ru

4 Майбасова Асель Сайлаубековна - научный сотрудник, магистр с.-х. наук, e-mail: asel08.08@mail.ru

5 Ибаш Нұрғазы Дәулетбекұлы - магистр с.-х. наук, младший научный сотрудник, e-mail: ibash.nurgazy@mail.ru

6 Жексембі Бақытжан - ассистент, магистр с.-х. наук, e-mail: Jeksembiev94@mail.ru

ГРНТИ 68.05.29: 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.2.29](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.2.29)

М.А. Ибраева^{1*}, А.И. Сулейменова¹, А.К. Абай¹, Н.М. Токсейтов¹
ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ «ТУМАТ» И «БИОЭКОГУМ»
НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

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

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

Аннотация. В статье приведены результаты испытания биопрепаратов «Тумат» и «Биоэкогум» на плодородие и урожайность рисово-болотных почв Акдалинского массива орошения Балхашского района Алматинской области. Установлено, что плодородие исходной почвы по существующим агрохимическим грациям характеризовалось щелочной реакцией среды, очень низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия, а содержание легкогидролизуемого азота было среднее. Содержание органического вещества находилось на уровне 1,1 %. Вместе с тем, колебания по агрохимическим показателям на участках опыта были существенными. Так, по органическому веществу крайние значения составили 0,7÷1,3 %, по легкогидролизуемому азоту 36,4÷75,6, по содержанию фосфора – 8÷14 и калия – 70÷160 мг/кг почвы. Выявлено, что внесение «Тумата» в почву и посев обработанными ими семенами риса оказало положительный эффект на стабилизацию гумусного состояния, подвижного фосфора и обменного калия в фазу кущения. Из-за смены окислительно-восстановительной обстановки содержание легкогидролизуемого азота в данную фазу снизилось по всем вариантам опыта т.к. динамика содержания азота определяется трансформацией азотных соединений и их потреблением. В следующие фазы развития риса биомелиоранты способствовали повышению эффективного плодородия, положительно влияя на содержание подвижных минеральных форм азота. По всей видимости это очень перспективные варианты с точки зрения поддержания плодородия почв. Показано, что внесение данных биомелиорантов снижает потери гумуса с нисходящим током воды в затопленных почвах. Как показали полученные данные биологического урожая наибольшая прибавка получена в варианте 4 с внесением «Тумата» в почву + посадка необработанных семян риса – 30,3 ц/га (36,1 %), при посеве обработанных им семян прибавка составила 30,6 %. Прибавка 9 ц/га (25 %) и 7 ц/га (19,4 %) была получена в вариантах с посадкой обработанных «БиоЭкоГумом» семян, и посадка их при внесении её в почву соответственно.

Ключевые слова: плодородие почв, гумус, NPK, биопрепараты, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

В связи со все возрастающей антропогенной деградацией почв и с резким ухудшением их состояния проблема сохранения и повышения их плодородия становится все более актуальной. Практически все природные биохимические процессы почв и изменения направленности биологического круговорота с положительного на отрицательный являются результатом распашки и сельскохозяйственного использования почв. Последствиями нарушения природных почвообразовательных процессов являются изменения запасов ор-

ганического вещества, снижение гумуса и элементов минерального питания в почвах. По мнению исследователей, важной чертой аграрного природопользования является его рискованный характер, приводящий к нарушению способности природных систем к самовосстановлению и самоочищению [1].

Основными эволюционно и эколого-генетическими показателями почв, характеризующими её плодородие являются высокая биологическая активность и содержание гумуса. Высокогумусированные почвы имеют благоприятную для растений структуру, хоро-

шую водоудерживающую способность и достаточный запас питательных веществ [2]. Ученые экспериментальным путем установили, что повышение содержания гумуса на 1 % увеличивает продуктивность пашни дерново-подзолистой почвы более чем на 25 % [3-5].

Уменьшение содержания гумуса приводит к ухудшению структуры почвы и сокращению водопроницаемости и водоудерживающих свойств почвы. Плодородие почвы обладающая специфическим биотехнологическим свойством определяет здоровье ландшафтной системы земледелия. А интенсификация сельскохозяйственного производства, когда почва не справляется с антропогенной нагрузкой приводит к усилению процессов деградации и потере её плодородия.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, т.е. чем больше урожай основной продукции поливных культур, тем больше они оставляют в почве органического вещества, что является залогом увеличения поступления органического вещества в почву. И в свою очередь с повышением плодородия почв тесно связано увеличение урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. Для достижения этой цели основными приёмами являются регулирование биологических процессов, проходящих в почве, питательного, водного, воздушного и теплового режима. Чтобы осуществить это на практике необходимо разработать комплекс агротехнических и мелиоративных мероприятий.

В связи с вышеизложенным биопрепараты «Тумат» и «Биоэкогум» могут быть использованы для распространения и внедрения с целью повышения плодородия почв и продуктивности риса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования для постановки полевого опыта является почвенный покров КХ «Серик», расположенного на Акдалинском массиве орошения. Почвы хозяйства характеризуются,

как и почвы данного региона, ускоренным циклом накопления и разложения органического вещества.

Исследования проведены согласно «Общесоюзной инструкции ... [6] и Руководство по проведению ... [7]. Для уточнения контуров почв по космическим снимкам был использован GPS 18 «Garmin» в паре с нетбуком «ASUS», а для определения координат точек разрезов использована система глобального позиционирования GPS «Garmin 62s». Для анализа вещественного состава почв были использованы методики, подробно изложенные в руководстве по общему анализу почв [8]. Оценка засоленных почв нами базировалась на 3-х основных критериях: химизм (тип) засоления, степень засоления и глубина залегания солевого горизонта. Химизм засоленных почв определялся составом анионов и катионов. В первую очередь принимались во внимание анионы, величины их отношений в водных вытяжках почв [9-12]. Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами математической статистики, описанными [13-16] с использованием программы пакета анализов «Excel-97» и «Atte Stat». Обследование почв пашен проведено на основе «Методического руководства по проведению агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий», п. Научный, 2004 год [17].

Полевой опыт заложен в 3-х повторностях в делянках по 50 м² (схема опыта представлена в таблице 2). Характеристики биопрепаратов «БиоЭкоГум» и «Тумат» и дозы внесения приведены в статье авторов [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Перед закладкой опыта проведено рекогносцировочное обследование территории хозяйства на площади 40 га, отведённого под рис и проведена солевая и почвенно-агрохимическая съёмка, по полученным результатам составлены карты засоления почв на глубину 0-20, 20-50 и 50-100 см (рисунок 1).



Рисунок 1 – Картограмма степени засоления
0 – 20, 20 – 50 и 50 – 100 см слоя почв

Как видно из рисунка 1 в 0-20 см слое почвы КХ «Серик» в основном незасоленные и слабозасоленные, лишь на незначительной части поля встречаются среднезасоленные почвы. На

глубине 20-50 и 50-100 см вся почва незасоленная.

Также составлены картограммы содержания гумуса и основных элементов питания (NPK) (рисунок 2).

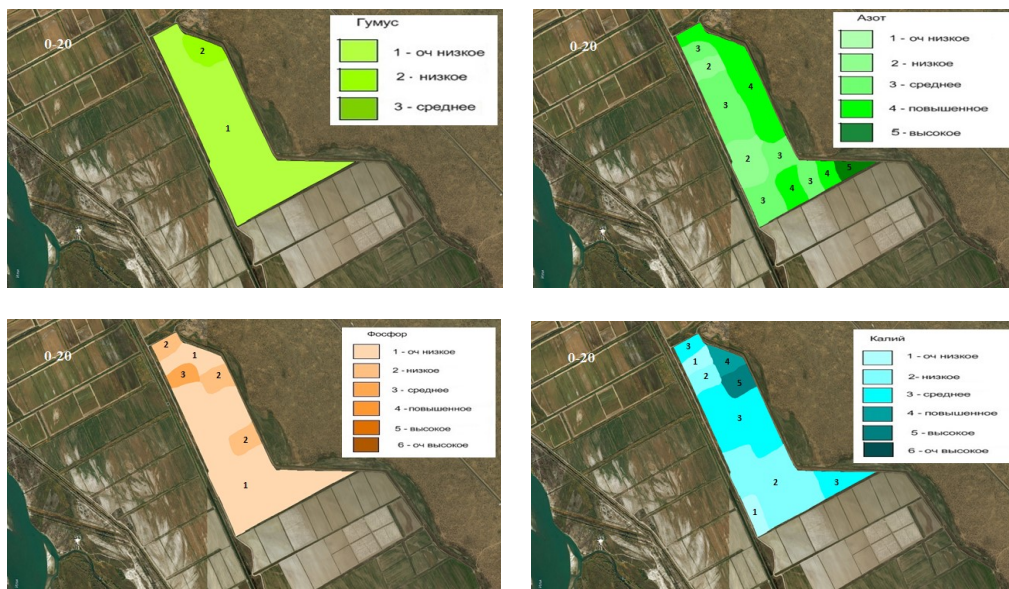


Рисунок 2 – Картограмма содержания гумуса, легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия в 0-20 см слое почв

Из картограмм (рисунок 2) видно, что обеспеченность данного поля гумусом очень низкая, лишь маленький верхний край поля (примерно 1-2 % площади) имеет низкую обеспеченность. Содержание легкогидролизуемого азота пестрое имеются участки от низкой до высокой. Подвижным фосфором обеспечено плохо, содержание кото-

рого в основном очень низкое примерно на 85 % поля, немного низкое и маленькая часть поля среднеобеспечена. Обменным калием обеспечена пёстро от очень низкой до высокой.

Ниже приводим данные по плодородию исходных почв участка поля, отведенного под опыты (таблица 1).

Таблица 1 – Вариационно-статистические показатели плодородия исходных почв

Показатели	Показатели статистической обработки						
	n	M±m, %	V, %	Пределы колебаний, %	t-критерий		± t _{0,05} * m
					t _{факт}	t _{0,95}	
Гумус общий, %	21	1,1±0,03	14,7	0,7÷1,3	31,3	2,08	0,07
Гумус водорастворимый, %	21	0,006±0,0004	28,9	0,003÷0,009	15,9	2,08	0,0008
Растворимость гумуса, %	21	0,6±0,04	31,6	0,3÷1,0	14,5	2,08	0,08
Содержание азота в гумусе, %	21	7,5±0,34	21,2	4,5÷10,7	21,6	2,08	0,72
C	21	0,8±0,03	14,7	0,6÷1,0	31,3	2,08	0,06
C:N	21	11,0±0.54	22,4	7,4÷17,4	20,5	2,08	1,12
Азот общий, %	21	0,079±0,003	18,8	0,056÷0,09	24,4	2,08	0,0068
Азот легкогидролизуемый, мг/кг	21	49,6±2,24	20,7	36,4÷75,6	22,2	2,08	4,67
Фосфор подвижный, мг/кг	21	10,1±0,29	13,3	8,0÷14,0	34,6	2,08	0,61
Калий обменный, мг/кг	21	95,2±5,28	25,4	70,0÷160,0	18,0	2,08	11,02

Как следует из таблицы 1 плодородие почвы по существующим агрохимическим грациям характеризовалось щелочной реакцией среды, очень низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия, а содержание легкогидролизуемого азота было среднее. Содержание органического вещества находилось на уровне 1,1 %. Обогащенность гумуса азотом средняя, содержание водорастворимых органических веществ (C_{вод}) выше среднего. Вместе с тем, колебания по показателям плодородия почв на участках опыта были существенными. Так, по органическому веществу крайние значения составили 0,7 и 1,3 %, по легкогидролизуемому

азоту 36,4÷75,6, по содержанию фосфора – 8÷14 и калия – 70÷160 мг/кг почвы. Вариационно-статистическая обработка полученных средних данных показала их статистическую достоверность, которую оценивали по t-критерию Стьюдента (таблица 1). При 0,95 % вероятности фактические величины t-критерия Стьюдента по всем вариантам опыта выше их табличного значения, что указывает на их статистическую достоверность.

На статистическую устойчивость указывает также и анализ степени вариабельности общего гумуса, содержания углерода, общего азота, подвижного фосфора, где величины их коэффициентов вариации колеблются в пределах

Таблица 2 – Характеристика плодородия почв, отобранных в фазу кущения по вариантам опыта

Варианты опыта*	Гумус об- щий, %	Вдораство- римый гу- мус, %	Азот об- щий, %	Азот лег- когидроли зуемый, мг/кг	Фосфор подвиж- ный, мг/ кг	Калий об- менный, мг/кг	Раство- римость гумуса, %	Содержание азота в гуму- се, %	C, %	C:N
1	0,8	0,009	0,140	44,8	8,0	120,0	1,1	17,3	0,5	3,4
2	1,0	0,009	0,112	39,2	8,0	100,0	0,9	11,3	0,6	5,1
3	0,7	0,007	0,098	44,8	8,0	110,0	1,0	13,4	0,4	4,3
4	0,7	0,008	0,098	47,6	5,0	100,0	1,1	14,0	0,4	4,1
5	1,2	0,009	0,098	47,6	18,0	130,0	0,8	8,4	0,7	6,9
6	0,6	0,006	0,070	42,0	5,0	100,0	1,1	12,7	0,3	4,6
7	0,9	0,006	0,084	39,2	10,0	110,0	0,7	9,5	0,5	6,1

Примечание: 1 – контроль, 2 – Посев обработанных «Туматом» семян риса, 3 – Посев обработанных «БиоЭкоГумом» семян риса, 4 – Внесе- ние «Тумата» в почву + посев необработанных семян риса, 5 – Внесение «Тумата» в почву + посев обработанных «Туматом» семян риса, 6 – Внесение «БиоЭкоГума» в почву + посев необработанных семян риса, 7 – Внесение «БиоЭкоГума» в почву + посев обработанных «БиоЭкоГумом» семян риса

13,3-18,8 % и по шкале градации соот- ветствуют пределу незначительный и небольшой, а у остальных средняя сте- пень варьирования, не превышающая 40 %. Пределы колебания отдельных значений (данные приведены выше) средних величин (кроме азота легко- гидролиземого и обменного калия) и пределы доверительного интервала достаточно узкие, что, хотя и косвенно, но указывает на статистическую устой- чивость полученных средних величин по вариантам опытов.

Таким образом, можно сказать, что полученные средние значения яв- ляются статистически достоверными и могут быть использованы для обобщения полученных результатов по иссле- дованию влияния биоорганических ме- лиорантов на гумусное состояние и эле- менты питания.

Следующий отбор проб почв по вариантам опыта произведён в фазу кущения, данные которых приведены в таблице 2.

Из полученных в фазу кущения данных видно, что содержание общего гумуса во всех вариантах опыта снизи- лось по сравнению с исходной почвой, кроме варианта с внесением «Тумата» в почву и посева обработанных данным биомелиорантом семян риса (1,17 %). Обогащенность гумуса азотом высокая в вариантах 2, 5 и 7 и очень высокая в контроле, 3, 4 и 6-ом вариантах. Содержа- ние водорастворимых органических веществ ($C_{вод}$) в вариантах 2, 3, 5 и 7 выше среднего, а в вариантах 1, 4 и 6 - высокое.

При этом растворимость гумуса по всем вариантам увеличилась, но меньше всего также в этом варианте и в варианте с внесением «БиоЭкоГума» в почву + посев обработанных «БиоЭко- Гумом» семян риса. То есть внесение данных биомелиорантов снижает поте- ри гумуса с нисходящим током воды в затопленных почвах. Содержание лег-

когидролизующего азота ниже чем в исходной почве по всем вариантам опыта, что объясняется наиболее интенсивным его поглощением растениями риса. В затопленной почве, как указывает Шеуджен [19], динамика содержания азота определяется трансформацией азотных соединений и их потреблением в связи со сменой окислительно-восстановительной обстановки. Следует отметить, что в 5 варианте снижение небольшое, что указывает на положительное действие внесения «Тумата» в почву. Подвижный фосфор по всем вариантам опыта в данную фазу развития риса также снизился, кроме тех же вариантов с внесением биомелиорантов в почву. Что касается обменного калия его содержание в фазу кущения по всем вариантам опыта выше, но больше всего также в 5-ом варианте. Объяснение этому мы находим в работе Н.Н. Смирновой [20], которая отмечает положительное влияние затопления на содержание в почве обменного калия. Также по мнению [20], лучшая обеспеченность затоп-

ляемых почв рисовых полей данной формой калия объясняется динамическим равновесием, существующим между обменной и труднообменной формами калия.

Таким образом, внесение биомелиорантов в почву + посев обработанными ими семенами риса (5 вариант) оказало положительный эффект на стабилизацию гумусного состояния, содержание легкогидролизующего азота, подвижного фосфора и обменного калия в фазу кущения.

Данные анализа образцов почв, отобранных в фазе начала молочной спелости приведены в таблице 3. Из таблицы видно, что содержание общего гумуса во всех вариантах увеличилось, кроме 5-го варианта, где немного снизилось. Обогащенность гумуса азотом высокая в вариантах 2, 5, 6 и 7 и очень высокая в контроле, 3 и 4 -ом вариантах. Содержание водорастворимых органических веществ ($C_{вод}$) во всех вариантах среднее, кроме варианта 6, где этот показатель низкий-0,12.

Таблица 3 - Характеристика плодородия почв, отобранных в фазу начала молочной спелости

Варианты	Гумус общий, %	Водорастворимый гумус, %	Азот общий, %	Азот легкогидролизующий, мг/кг	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий обменный, мг/кг	Растворимость гумуса, %	Содержание азота в гумусе, %	C, %	C:N
1	1,2	0,004	0,154	14,0	15,0	100,0	0,3	12,8	0,7	4,5
2	1,1	0,003	0,098	33,6	15,0	90,0	0,3	8,9	0,6	6,5
3	0,89	0,003	0,126	33,6	20,0	80,0	0,3	14,2	0,5	4,1
4	0,75	0,002	0,126	33,6	7,0	70,0	0,3	16,8	0,4	3,5
5	0,92	0,003	0,098	47,6	10,0	80,0	0,3	10,7	0,5	5,4
6	0,86	0,001	0,098	39,2	7,0	70,0	0,1	11,4	0,5	5,1
7	1,03	0,004	0,098	39,2	7,0	70,0	0,4	9,5	0,6	6,1

По сравнению с фазой кушения содержание легкогидролизуемого азота в контрольном варианте снизилось в 3 раза, а в остальных вариантах опыта с биомелиорантами в фазу начала молочной спелости риса увеличилось или осталось на том же уровне (5-ый и 7-ой варианты), т.е. биомелиоранты способствовали повышению эффективного плодородия, положительно влияя на содержание подвижных форм азота. По всей видимости это очень перспективные варианты с точки зрения поддержания плодородия почв. Снижения в динамике содержания подвижного фосфора по всем вариантам опыта не наблюдается. Обменный калий во всех вариантах опыта снизился по сравнению с их содержанием в фазу кушения.

Определение урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе риса, вполне достаточно для количественной оценки продуктивности. Но это не дает возможности установить

дефекты технологии возделывания так как не вскрывает условий формирования урожая, использования ресурсов внешней среды.

Такие признаки как длина метелок и количество зёрен на метёлке также определяют урожайность риса, их произведением определяется биологическая урожайность. При этом факторами, оказывающими на них влияние являются генетические, метеорологические, технологические и т.д. [21]. Коррелятивную связь урожайности риса с количеством продуктивных побегов, метелок, колосков и зерен на растении установили многие исследователи [22-25]. Приведенные в работе результаты дают возможность оценить за счет каких элементов структуры урожая сложилась биологическая урожайность культуры риса. Показатели длины растений риса, длины метёлки и количество зёрен основной метёлки по вариантам опыта даны в таблицах (таблица 4-6).

Таблица 4 – Вариационно-статистические показатели высоты растений риса по вариантам опыта

Варианты опыта	Показатели статистической обработки						
	n	M±m,%	V, %	Пределы колебаний, %	t-критерий		± t _{0,05} * m
					t _{факт}	t _{0,95}	
1	30	66,6±1,49	12,3	32,0÷77,0	44,7	2,04	3,05
2	30	65,8±2,22	18,4	40,5÷82,0	29,7	2,04	4,53
3	30	69,9±1,56	12,2	51,0÷85,5	44,9	2,04	3,18
4	30	72,1±1,88	14,3	45,0÷87,0	38,3	2,04	3,85
5	30	72,0±1,15	8,8	55,0÷86,5	62,3	2,04	2,36
6	30	71,9±2,11	16,1	45,0÷88,5	34,1	2,04	4,32
7	30	70,9±0,85	6,6	58,5÷78,0	83,1	2,04	1,75

Из данных таблицы видно, что длина растений риса была выше на всех вариантах опыта с разными сочетаниями биомелиорантов по сравнению с контролем, кроме варианта с обработанными «Туматом» семенами риса. Вариационно-статистические показатели [13], приведённые в таблице 4 указывают на достоверность полученных дан-

ных. При 95 % уровне значимости значения вычисленных значений t-критерия Стьюдента (t_{факт.}) по всем вариантам опыта значительно больше, чем t_{таб.}, что подтверждает статистическую достоверность полученных данных. Также косвенным подтверждением достоверности могут служить и достаточно узкие пределы доверительного интервала

и незначительные величины коэффициентов вариации изучаемых признаков в пределах небольших (10-20) в 6-ти вариантах опыта и незначительных (0-10) в 5-м и 7-ом вариантах опыта, что указывает на статистическую стабильность полученных данных. Исходя из

этого полученные данные высоты растений отличаются статистической устойчивостью. Известно, что важным признаком, влияющим на урожайность риса также является длина метелки риса (таблица 5), показатель количества зерен в метелке и ее плотности.

Таблица 5 – Вариационно-статистические показатели длины метёлки растений риса по вариантам опыта

Варианты опыта	Показатели статистической обработки						
	n	M±m,%	V, %	Пределы колебаний, %	t-критерий		± t _{0,05} * m
					t _{факт}	t _{0,95}	
1	30	13,7±0,24	9,7	9,5÷16,0	56,4	2,04	0,50
2	30	13,3±0,38	15,7	8,0÷16,0	34,8	2,04	0,78
3	30	14,4±0,30	11,7	10,0÷16,0	46,7	2,04	0,61
4	30	14,4±0,32	12,1	9,0÷17,0	45,4	2,04	0,65
5	30	14,3±0,31	11,7	10,5÷17,0	46,7	2,04	0,63
6	30	14,5±0,28	10,5	10,0÷17,0	52,2	2,04	0,57
7	30	14,0±0,20	7,7	12,0÷16,0	70,9	2,04	0,40

Из приведенной выше таблицы видно, что длина метёлок по всем вариантам опыта, кроме варианта 2 (посев обработанных «Туматом» семенами) выше, чем в контроле, что указывает на положительный эффект от применения разных вариантов биомелиорантов на данный показатель структуры урожая риса.

Статистическую достоверность полученных данных длины метёлки подтверждают вычисленные значения t-критерия Стьюдента при 95 % уровне значимости, значение которых значительно больше, чем t_{таб.} [13]. Величины коэффициентов вариации по градации степени варьирования незначительные и небольшие (в пределах 0-10, 10-20 соответственно) также указывают на статистическую стабильность полученных данных длины метелок. Пределы доверительного интервала узкие, что подтверждает достоверность полученных данных, а пределы колебаний также незначительны, полученные данные длины метёлок риса отличаются статистической устойчивостью. Урожайность риса непосредственно определяется ко-

личеством зерновок на метелке. Данные таблицы 6 также показывают, что этот важный признак во всех вариантах выше, чем в контроле, опять кроме 2-го варианта, в котором он ниже, чем в контроле.

Полученные данные количества зёрен метёлок риса статистически не вполне устойчивы. Так, вычисленные значения t-критерия Стьюдента при 95 % уровне значимости, незначительно больше, чем t_{таб.} пределы колебания очень большие. Это объясняется тем, что в этом году лето было очень жарким и на этом фоне нехватка воды оказало отрицательное влияние, а также разные отметки по высоте чека. На значение этих факторов для формирования урожая риса указывают и исследования многих учёных. Глобальное потепление сопровождается аномальными природными явлениями: жарой, наводнениями, изменениями циклов осадков, режима циркуляции воздуха и т.д. Все это также оказывает влияние на условия ведения сельского хозяйства [26]. К снижению продуктивности приводят и высокие температуры в фазу кущения ри-

са. Так, высокая температура в зоне узла кущения усиливает темп формирования колосков и приводит к быстрому развитию метелки с малым числом зерен. Поэтому необходимо проводить все мероприятия, которые способствуют увели-

чению конуса нарастания – своевременное внесение азотных удобрений перед посевом и в подкормку, понижение температуры слоя воды за счет увеличения его глубины или проточности [27].

Таблица 6– Вариационно-статистические показатели количества зёрен основной метёлки по вариантам опыта

Варианты опыта	Показатели статистической обработки						
	n	M±m, %	V, %	Пределы колебаний, %	t-критерий		± t _{0,05} * m
					t _{факт}	t _{0,95}	
1	30	59,5±3,12	28,8	24÷95	19,0	2,04	6,39
2	30	58,3±4,39	41,3	16÷105	13,3	2,04	8,98
3	30	66,4±3,70	30,5	25÷107	18,0	2,04	7,56
4	30	64,2±3,74	31,9	22÷93	17,2	2,04	7,66
5	30	75,4±3,76	27,3	30÷120	20,1	2,04	7,69
6	30	69,6±3,46	27,2	24÷101	20,1	2,04	7,08
7	30	66,5±2,90	23,9	36÷96	22,9	2,04	5,93

Весьма ответственным периодом в формировании урожая риса, когда растения очень чувствительны к температуре, является фаза трубкования, в процессе которой закладывается продуктивность метелки. Оптимальная температура для этого периода – 20-22°C, что на 4-6°C меньше оптимальных температур для предыдущих фаз развития растений риса [27].

Цветение риса не наступает в естественных условиях раньше момента, когда нарастание температур, достигнув максимума, не начнет спадать. Падение температур на 1,5 – 3,0°C от средней температуры самой жаркой декады и есть момент начала цветения риса [28]. Для образования полновесных зерновок с крупным зародышем, по мнению П.С. Ерыгина [29], наиболее благоприятна температура, не поднимающаяся выше 24–25°C в первые периоды формирования семени и не опускающаяся ниже 17–15°C в последующие.

Рис сильно реагирует на глубину затопления, с которой непосредственно

связана оптимальная густота травостоя и урожайность. В работах учёных [30] приводились данные о влиянии спланированности на эти показатели. Равномерный слой воды на чеке можно получить только на тщательно спланированной его поверхности, с которой связаны величина урожая, оросительная норма и объем планировочных работ. Во многих рисовых хозяйствах Республики проведение планировочных работ находится на низком уровне.

Биологическую урожайность определяли выборочно, методом взятия снопов с 1 квадратного метра в 3-х повторностях с каждого варианта непосредственно перед проведением уборочных работ с последующим пересчетом урожайности, полученной с участка отбора проб, на гектар. Был отобран 21 сноп, проведена статистическая обработка полученных данных [13]. Полученные результаты биологического урожая приведены на рисунке 7 и таблице 7.

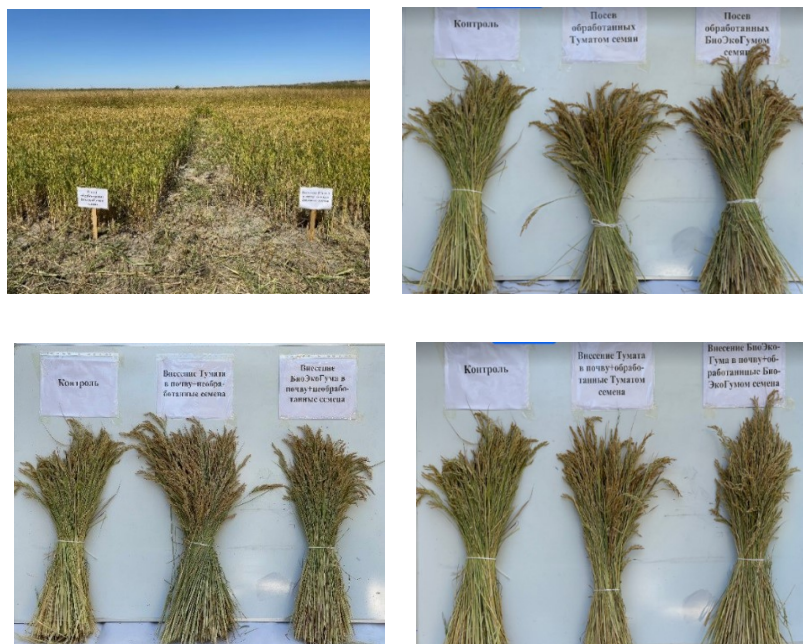


Рисунок 4 – Фрагмент опытных делянок и сноповый анализ урожая риса по вариантам опыта

Таблица 7 – Влияние биомелиорантов на урожайность риса по вариантам опыта

Варианты опыта	Среднее из 3-х повторностей, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
1	36,0±0,065	-	-
2	35,0±0,080	-1,0	-
3	45,0±0,117	9,0	25,0
4	49,0±0,064	13,0	36,1
5	47,0±0,052	11,0	30,6
6	43,0±0,116	7,0	19,4
7	45,0±0,076	9,0	25,0

Как показали полученные данные биологического урожая наибольшая прибавка получена в варианте 4 с внесением «Тумата» в почву + посадка необработанных данным биомелиорантом семян риса – 49,0 ц/га (36,1 %). А вот когда были посеяны обработанные им семена (вариант 5), урожай был немного ниже, прибавка составила 30,6 %. Прибавка 9 ц/га (25 %) была получена в вариантах 3 и 7 (посадка обработанных «БиоЭкоГумом» семян, и посадка их при внесении её в почву соответственно).

Эффекта не было только при посадке обработанных «Туматом» семян риса – урожай в данном варианте (2) был ниже, чем в контроле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плодородие исходной почвы по всем делянкам опыта по существующим агрохимическим грациям характеризовалось щелочной реакцией среды, очень низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия, а содержание легкогидролизуемого азота было среднее. Содержание органическо-

го вещества находилось на уровне 1,1 %. Вместе с тем, колебания по агрохимическим показателям на участках опыта были существенными. Так, по органическому веществу крайние значения составили 0,7 и 1,3 %, по легкогидролизуемому азоту $36,4 \div 75,6$, по содержанию фосфора – $8 \div 14$ и калия – $70 \div 160$ мг/кг почвы.

Внесение «Тумата» в почву + посев обработанными ими семенами риса (5 вариант) оказало положительный эффект на стабилизацию гумусного состояния, подвижного фосфора и обменного калия в фазу кущения. При этом растворимость гумуса по всем вариантам увеличилась, но меньше всего также в этом варианте и в варианте с внесением «БиоЭкоГума» в почву + посадка обработанных «БиоЭкоГумом» семян риса. То есть внесение данных биомелиорантов снижает потери гумуса с нисходящим током воды в затопленных почвах. Содержание легкогидролизуемого азота в данную фазу ниже чем в исходной почве по всем вариантам опыта, что объясняется сменой окислительно-восстановительной обстановки т.к. динамика содержания азота определяется трансформацией азотных соединений и их потреблением.

В фазу начала молочной спелости содержание общего гумуса во всех вариантах немного снизилось. По сравнению с фазой кущения содержание легкогидролизуемого азота в контрольном варианте снизилось в 3 раза, а в остальных вариантах опыта с биомелиорантами в

фазу начала молочной спелости риса увеличилось или осталось на том же уровне (5-ый и 7-ой варианты), т.е. биомелиоранты косвенно способствовали повышению эффективного плодородия, положительно влияя на содержание подвижных минеральных форм азота. По всей видимости это очень перспективные варианты с точки зрения поддержания плодородия почв. По всем вариантам опыта наблюдается некоторое увеличение подвижной формы фосфора. Обменный калий во всех вариантах опыта снизился по сравнению с их содержанием в фазу кущения.

Основными показателями экономической эффективности в производстве является урожайность. Как показали полученные данные биологического урожая наибольшая прибавка получена в варианте 4 с внесением «Тумата» в почву + посадка необработанных данным биомелиорантом семян риса – 49,0 ц/га (36, 1%). А вот когда были посеяны обработанные им семена (вариант 5), урожай был немного ниже, прибавка составила 30,6 %. Прибавка 9 ц/га (25 %) и 7 ц/га (19,4 %) была получена в вариантах 3 и 7 (посадка обработанных «БиоЭкоГумом» семян, и посадка их при внесении её в почву соответственно). Эффекта не было только при посадке обработанных «Туматом» семян риса.

В целом по всем вариантам опыта урожай риса в этом году был ниже, чем в прошлом, о причинах которого было сказано выше.

Статья подготовлена в рамках научно-технической программы ИРН BR10764865 «Научно-технологическое обеспечение сохранения и воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения» МСХ РК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Краснаярова, Б. А. Аграрное природопользование в региональной системе // Региональные проблемы географии: тр. XI съезда РГО. – Т. 2. – СПб, 2000. – С. 18-23.
- 2 Ларионов Ю.С. Закон плодородия почв – основа новой парадигмы сельскохозяйственного производства // Вестник СГУГиТ. – Вып. 4 (32), 2015. – С. 120-133.
- 3 Курдюмов Н. И. Мастерство плодородия. – Ростов н/Д.: Изд. дом «Владис», 2007. – 512 с.

- 4 Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. – М.: Наука, 1990. – 261 с.
- 5 Жуков А. И., Попов П. Д. Регулирование баланса гумуса в почве. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 40 с.
- 6 Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. – М.: Колос, 1973. – 95 с.
- 7 Руководство по проведению крупномасштабного почвенного обследования в Казахской ССР. – Алма-Ата, 1979. – 137 с.
- 8 Аринушкина Е.П. Руководство по химическому анализу почв. – Москва: Изд-во МГУ, 1977. – 489 с.
- 9 Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации по засолению// Почвоведение, 1968. - №11. – С. 3-16.
- 10 Панкова Е.И. Оценка засоления и опыт составления крупномасштабных карт засоления почв (На примере Джизакской степи)// Бюллетень почвенного Института им. В.В. Докучаева. - 1972. - № 5. – С. 41-51.
- 11 Корниенко В.А., Коробкин В.А. К вопросу составления карт засоленности// Вестник АН Каз. ССР, 1976. - № 1. - С. 54-56.
- 12 Временные методические указания по проведению почвенно-мелиоративных изысканий, составлению проектно-сметной документации и мелиорации солонцеватых и содовозасоленных орошаемых почв Казахской ССР. Алма-Ата, 1985. – 83 с.
- 13 Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.
- 14 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
- 15 Савич В.И. Применение вариационной статистики в почвоведении. Учебно-методическое пособие. – Москва: Изд-во ТСХА, 1972. – 103 с.
- 16 Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных – М.: Колос, 1966. – 255 с.
- 17 Елешев Р.Е., Рамазанова С.Б., Смагулов Т.С. Тыңайтқыш қолдану жүйесі пәні бойынша курстық жұмыс. Методикалық нұсқау. Алматы, 1999. - 64 с.
- 18 Сейтменбетова А.Т., Сулейменов Б.У., Нысанбаева А.А. Влияние удобрений «БиоЭкоГум» и «Тумат» на микрофлору светло-каштановой почвы при возделывании сои и сафлора//Почвоведение и агрохимия. 2022. - № 1 (март). – С. 40-51.
- 19 Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: Адыгея, 2005. – 1012 с.
- 20 Смирнова Н.Н. Удобрение риса. М.: Россельхозиздат. 1978. - 64 с.
- 21 Лихочвор В.В. Продуктивность и структура урожая озимой пшеницы / В.В. Лихочвор// Зерно. – 2008. – №7. – С. 24-28.
- 22 Sharma R.S., Choubey S.D. Correlation studies in upland rice// Indian J. Agron., 1985. – 30(1). – P. 87-88.
- 23 Prasad G.S.V. Genetic relationship among yield components in rice (*Oryza sativa* L.) / G.S.V. Prasad, A.S.R. Prasad, M.V.S. Sastry et al.// Indian J. Agric. Sci. – 1988. – 58(6). – P. 470-472.
- 24 Bai N.R. Correlation of yield and yield components in medium duration rice cultivars / N.R. Bai, R. Devika, A. Regina et al. // Environ. Ecol. – 1992. – 10. – P. 469- 470.
- 25 Akinwale M.G. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) / M.G. Akinwale, G. Gregorio, F. Nwilene et al.// African Journal of Plant Science. – 2011. – 5(3). – P. 207-212.
- 26 Электронный ресурс. Режим доступа: <https://russian.eurasianet.org>, свободный.

- 27 Алешин Е. П., Конохова В. П. Краткий справочник рисовода. М.: Агропромиздат. 1986. - 253 с.
- 28 Гуцин, Г.Г. Рис. – Репринт изд. – Краснодар, 2011. – 831 с.
- 29 Ерыгин П.С. Физиология риса. М.: Колос, 1981. – 208 с.
- 30 Алексеенко Ф.А., Безридный А.С., Владимиров А.С. Влияние режимов орошения и степени спланированности чека на урожайность риса// Международный научный журнал «Символ науки». 2016. - №4. – С. 54-56.

REFERENCES

- 1 Krasnoyarova, B. A. Agrarnoe prirodopolzovanie v regionalnoj sisteme// Regionalnye problemy geografii: tr. HI sezda RGO. – T. 2. – SPb, 2000. – S. 18-23.
- 2 Larionov Yu.S. Zakon plodorodiya pochv– osnova novoj paradigmy sel'sko-hozyajstvennogo proizvodstva// Vestnik SGUGiT. Vyp. 4 (32), 2015. – S. 120-133.
- 3 Kurdyumov N.I. Masterstvo plodorodiya. – Rostov n/D: Izd. dom «Vladis», 2007. – 512 s.
- 4 Dobrovolsky G. V., Nikitin Ye. D. Funktsii pochv v biosfere i ekosistemakh. – M.: Nauka, 1990. – 261 s.
- 5 Zhukov A. I., Popov P. D. Regulirovaniye balansa gumusa v pochve. – M.: Rosagropromizdat, 1988. – 40 s.
- 6 Obshchesoyuznaya instruktsiya po pochvennym obsledovaniyam i sostavleniyu krupnomashtabnykh pochvennykh kart zemlepolzovaniya. – M.: «Kolos», 1973. - 95 s.
- 7 Rukovodstvo po provedeniyu krupnomasshtabnogo pochvennogo obsledovaniya v Kazakhskoy SSR. -Alma-Ata, 1979. - 137 s.
- 8 Arinushkina Ye.P. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. M.: Izd-vo MGU, 1977. - 489 s.
- 9 Bazilevich N.I., Pankova Ye.I. Opyt klassifikatsii po zasoleniyu// Pochvovedeniye, 1968. - №11. - S. 3-16.
- 10 Pankova Ye.I. Otsenka zasoleniya i opyt sostavleniya krupnomasshtabnykh kart zasoleniya pochv (Na primere Dzhizakskoy stepi).// Byulleten pochvennogo Instituta im. V.V. Dokuchayeva. – 1972. - №5. – S. 41-51.
- 11 Korniyenko V.A., Korobkin V.A. K voprosu sostavleniya kart zasolennosti// Vestnik AN Kaz. SSR. 1976, № 1, S. 54-56
- 12 Vremennye metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu pochvenno-meliorativnykh izyskany, sostavleniyu proyektno-smetnoy dokumentatsii i melioratsii solontsevatykh i sodovoza-solennykh oroshayemykh pochv Kazakhskoy SSR. Alma-Ata, 1985, - 83 s.
- 13 Dmitriyev Ye.A. Matematicheskaya statistika v pochvovedenii. – M.: Izd-vo MGU, 1995. – 320 s.
- 14 Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Izd-vo «Kolos», 1979. – 416 s.
- 15 Savich V.I. Primeneniye variatsionnoy statistiki v pochvovedenii. Uchebno-metodicheskoye posobiye. – M.: Izd-vo TSKhA, 1972. – 103 s.
- 16 Volf V.G. Statisticheskaya obrabotka opytnykh dannykh. – M.: Izd-vo «Kolos», 1966. – 255 s.
- 17 Yeleshev R.E., Ramazanova S.B., Smagulov T.S. Tyñaitqysh qoldaný júiesi páni boıynsha kырстыq jumys. Metodıkalyq nýsqaý. - Almaty. 1999. - 64 s.
- 18 Seytmenbetova A.T., Suleymenov B.U., Nysanbayeva A.A. Vliyaniye udobreny «BioEkoGum» i «Tumat» na mikrofloru svetlo-kashtanovoy pochvy pri vozdeleyvanii soi i saflora//Pochvovedeniye i agrokhimiya. 2022. № 1 (mart). – S. 40-51.

- 19 Sheudzhen, A.Kh. Agrokimiya i fiziologiya pitaniya risa// A.Kh. Sheudzhen. – Maykop: Adygeya, 2005. – 1012 s.
- 20 Smirnova N.N. Udobreniye risa. M.: Rosselkhozizdat, 1978.- 64 s.
- 21 Likhochvor V.V. Produktivnost i struktura urozhaya ozimoy pshenitsy// V.V. Likhochvor// Zerno. – 2008. – №7. – S. 24-28.
- 22 Sharma R.S., Choubey S.D. Correlation studies in upland rice// Indian J. Agron., 1985. – 30(1). – P. 87-88.
- 23 Prasad G.S.V. Genetic relationship among yield components in rice (*Oryza sativa* L.) / G.S.V. Prasad, A.S.R. Prasad, M.V.S. Sastry et al.// Indian J. Agric. Sci. – 1988. – 58(6). – P.470-472.
- 24 Bai N.R. Correlation of yield and yield components in medium duration rice cultivars / N.R. Bai, R. Devika, A. Regina et al.// Environ. Ecol. – 1992. – 10. – P. 469-470.
- 25 Akinwale M.G. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) / M.G. Akinwale, G. Gregorio, F. Nwile et al.// African Journal of Plant Science. – 2011. – 5(3). – P. 207-212.
- 26 Elektronnyy resurs. Rezhim dostupa: <https://russian.eurasianet.org/svobodnyj>.
- 27 Aleshin Ye.P., Konokhova V.P., Kratky spravochnik risovoda. M.: Agropromizdat, 1986. - 253 s.
- 28 Gushchin, G.G. Ris. – Reprint izd. – Krasnodar, 2011. – 831 s.
- 29 Yerygin P.S. Fiziologiya risa. M.: Kolos, 1981. – 208 s.
- 30 Alekseyenko F.A., Bezridny A.S., Vladimirov A.S. Vliyaniye rezhimov orosheniya i stepeni splanirovannosti cheka na urozhaynost risa// Mezhdunarodny nauchny zhurnal «Simvol nauki». -2016. - №4. – S. 54-56.

ТҮЙІН

М.А. Ибраева^{1*}, А.И. Сулейменова¹, А.К. Абай¹, Н.М.Токсейтов¹

«ТУМАТ» ЖӘНЕ «БИОЭКОГУМ» БИОЛОГИЯЛЫҚ ПРЕПАРАТТАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ
ТОПЫРАҚ ҚҰНАРЛЫҒЫНА ЖӘНЕ КҮРІШ ШЫҒЫМЫНА ӘСЕРІ

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

*e-mail: ibraevamar@mail.ru

Мақалада Алматы облысы Балқаш ауданындағы Ақдала суару алқабының күріш-батпақты топырақтарының құнарлылығы мен өнімділігіне «Тумат» және «БиоЭкоГум» биопрепараттарын сынау нәтижелері берілген. Қолданыстағы агрохимиялық градациялар бойынша бастапқы топырақтың құнарлылығы қоршаған ортаның сілтілі реакциясымен, фосфор мен калийдің жылжымалы түрлерінің өте аз қорымен, жеңіл гидролизденетін азот мөлшерінің орташа болуымен сипатталатыны анықталды. Органикалық заттардың мөлшері 1,1 % деңгейінде болды. Бұл ретте тәжірибелік аймақтарда агрохимиялық көрсеткіштердің ауытқуы айтарлықтай болды. Сонымен, органикалық заттар үшін экстремалды мәндер 0,7÷1,3 %, жеңіл гидролизденетін азот үшін 36,4÷75,6 %, фосфор мөлшері бойынша – 8÷14 және калий – 70÷160 мг/кг топырақ. «Туматты» топыраққа енгізу + олармен өңделген күріш тұқымымен себу топырақ өңдеу фазасында қарашіріктің, жылжымалы фосфордың және алмасатын калийдің күйін тұрақтандыруға оң әсер еткені анықталды. Бұл фазадағы жеңіл гидролизденетін азоттың мөлшері тәжірибенің барлық нұсқаларында төмендеді, бұл тотығу-тотықсыздану ортасының өзгеруімен түсіндіріледі, өйткені азот құрамының динамикасы азот қосылыстарының өзгеруімен және олардың шығынымен анықталады. Күріш дамуының келесі фазаларында биомелиоранттар азоттың жылжымалы минералды формаларының құрамына оң әсер ете отырып, тиімді құнарлылықтың артуына ықпал етті. Бұл топырақ құнарлылығын сақтау тұрғысынан өте тиімді нұсқа болып табылады. Бұл биомелиоранттарды енгізу су басқан топырақтарда судың төмен қарай ағынымен гумустың жоғалуын азайтатыны көрсетілген. Биологиялық

шығымдылық бойынша алынған деректер көрсеткендей, ең үлкен өсім 4-нұсқада «Туматты» топыраққа енгізу + осы биомелиорантпен өңделмеген күріш тұқымын отырғызу – 30,3 ц/га (36,1 %), өңделген тұқым себу кезінде алынған. «Тумат», өсім 30,6 пайызды құрады. «БиоЭкоГуммен» өңделген тұқымдарды отырғызу және оны топыраққа енгізген кезде отырғызу нұсқаларында сәйкесінше 9 к/га (25 %) және 7 к/га (19,4 %) өсім алынды.

Түйінді сөздер: топырақ құнарлығы, қарашірік, NPK, биопрепараттар, өнімділік.

SUMMARY

M.A. Ibrayeva^{1*}, A.I. Suleimenova¹, A.K. Abay¹, N.M. Toxeitov¹

IMPACT OF THE USE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS «TUMAT» AND «BIOECOHUM» ON SOIL FERTILITY AND RICE YIELD

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

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

The article presents the results of testing the biopreparations «Tumat» and «BioEcoHum» for fertility and productivity of rice-marsh soils of the Akdala irrigation array of the Balkhash district of the Almaty region. It was established that the fertility of the original soil according to the existing agrochemical gradations was characterized by an alkaline reaction of the environment, a very low supply of mobile forms of phosphorus and potassium, and the content of easily hydrolysable nitrogen was average. The content of organic matter was at the level of 1.1 %. At the same time, fluctuations in agrochemical parameters in the experimental plots were significant. So, for organic matter, the extreme values were 0.7÷1.3 %, for easily hydrolysable nitrogen 36.4÷75.6 %, for phosphorus content - 8÷14 and potassium - 70÷160 mg/kg of soil. It was revealed that the introduction of «Tumat» into the soil + sowing with rice seeds treated by them had a positive effect on the stabilization of the humus state, mobile phosphorus and exchangeable potassium in the tillering phase. Due to the change in the redox environment, the content of easily hydrolysable nitrogen in this phase decreased in all variants of the experiment, since the dynamics of nitrogen content is determined by the transformation of nitrogen compounds and their consumption. In the next phases of rice development, bioameliorants contributed to an increase in effective fertility, positively influencing the content of mobile mineral forms of nitrogen. Apparently, these are very promising options in terms of maintaining soil fertility. For all variants of the experiment, there is a slight increase in the mobile form of phosphorus, and the content of exchangeable potassium decreased compared to their content in the tillering phase. As the obtained data on the biological yield showed, the largest increase was obtained in option 4 with the introduction of «Tumat» into the soil + planting of rice seeds untreated with this biomeliorant - 30.3 c/ha (36.1 %), when sowing the seeds treated with it, the increase was 30.6 %. An increase of 9 q/ha (25 %) and 7 q/ha (19.4 %) was obtained in the variants with planting seeds treated with «BioEcoHum», and planting them when it was introduced into the soil, respectively.

Key words: soil fertility, humus, NPP, biopreparations, productivity.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Ибраева М.А.-заведующая отдела плодородия и биологии почв, к.с.-х.н., ас-соц. профессор, e-mail: ibraevamar@mail.ru

2 Сулейменова А.И.- научный сотрудник отдела мелиорации засоленных почв, e-mail: s.altynai87@mail.ru

3 Абай А.К. – младший научный сотрудник отдела плодородия и биологии почв, e-mail: rjaad@mail.ru

4 Токсейтов Н.М.- инженер-аналитик отдела плодородия и биологии почв, e-mail: nurlan06_10@mail.ru

ГРНТИ 68.05.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.2.44](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.2.44)

С.Б. Кененбаев¹, Г.Л. Есенбаева^{1*}, Е.А. Жанбырбаев¹, А.Н. Бектурганов¹
ВЛИЯНИЕ БИОУДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ
И ПРОДУКТИВНОСТИ СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
050010, Алматы, проспект Абая 8, Казахстан,

*e-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz

Аннотация. В статье приведены результаты исследования по применению биоудобрений и биопрепаратов (биогумус, навоз, «HansePlant», «БиоЭкоГум», «Тумат» и «Агрофлорин») на показатели плодородия и продуктивности сероземных почв юго-востока Казахстана. На вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами прослежена тенденция повышения общего гумуса по сравнению с контролем на 0,02-0,04 %, при исходном содержании гумуса 1,34 %. Повышение нитратного азота соответственно (0,4-1,1 мг/кг), подвижных элементов фосфора (10,2-16,3 мг/кг), калия (14,4-22,2 мг/кг) и серы (0,1-0,5 мг/кг). Применение биоудобрений и биопрепаратов показало улучшение агро- и водно-физических свойств почвы. Биоудобрения и биопрепараты способствовали увеличению количественного и весового показателя крупных клубеньков, образованных на главном корне, где происходит активная фиксация азота (12,2-19,0 штук или 33,5-49,7 % всех образовавшихся клубеньков). Наибольшее количество азотфиксаторов было отмечено также в образцах почвы с биоудобрениями и биопрепаратами (от $(9,2 \pm 1,3) \times 10^6$ до $(14,8 \pm 0,7) \times 10^6$). Внесение биоудобрений и биопрепаратов повысило содержание протеина (34,71-34,92 %), и жира (29,50-30,78 %) в растительных образцах сои. По содержанию тяжелых металлов в зерне сои (Zn, Fe, Mn, Ni, Co) на этих вариантах показатели не превышали предельно допустимую концентрацию. В среднем за 2021-2022 годы на вариантах со средствами биологизации получена более высокий уровень (31,4-39,8 ц/га) урожайности зерна сои. При этом самая высокая урожайность получен при обработке препаратом «HansePlant» – 39,8 ц/га, несколько ниже 35,2-38,6 ц/га («БиоЭкоГум» и «Тумат»). На вариантах с последствием биогумуса и навоза соответственно получено 31,4 ц/га. Урожайность контрольного варианта – 24,2 ц/га.

Ключевые слова: соя, биоудобрения, биопрепараты, клубеньки, азотофиксация, качественные показатели, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение экологической обстановки, направленное на поддержание естественного плодородия почвы и повышение биоразнообразия полезной почвенной микрофлоры приобретает все более возрастающую роль [1,2]. Регулирование режима органического вещества почвы, улучшение ее водно-физических, агрохимических и биологических свойств возможно при использовании факторов биологизации и экологизации земледелия.

В настоящее время большинство биологических методов ведения сельскохозяйственного производства осно-

вывается на применении высокоэффективных, экономичных и экологически безопасных биологических удобрений и биопрепаратов [3].

Применение биоудобрений, созданных на основе эффективных штаммов микроорганизмов, позволит существенно снизить дозы вносимых минеральных удобрений и пестицидов. Биологизация, в отличие от химизации, свободна от негативных последствий. Это объясняется в первую очередь тем, что микроорганизмы, выделенные из природы, являются ее продуктом, а поэтому, в силу закона биологической буферности, не могут накапливаться в ней в

избытке и нарушать экологическое равновесие. Современные технологии биологизации сельского хозяйства обеспечивают последовательную замену энергоемких минеральных удобрений и пестицидов биопрепаратами нового поколения, разработанными отечественными и зарубежными исследователями [4-6].

Таким образом, при применении биоудобрений и биопрепаратов активизируется не только жизнедеятельность растений, но и деятельность микроорганизмов почвы, что способствует повышению урожайности культур и улучшению качества продукции.

Внедрение биологических препаратов, обладающих уникальной способностью повышать иммунитет растений, направлено на оптимизацию биологических показателей, которые определяют механизмы саморегуляции почвенных экосистем и часто используются в качестве диагностирующих уровень плодородия почв [7].

Целью наших исследований является изучение влияния биоудобрений и биопрепаратов на показатели плодородия и продуктивности сероземных почв юго-востока Казахстана.

Научной новизной проводимых исследований является использование биоудобрений и биопрепаратов, обеспечивающие оптимизацию питания растений, повышение плодородия почвы и получение экологически чистой продукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проводились в 2021-2022 гг. в условиях орошения на юго-востоке Казахстана. Климат района исследований характеризуется как резко континентальный. Район относится к предгорной пустынно-степной зоне с абсолютными отметками 550-700 метров над уровнем моря. Почва опытного участка - обыкновенные сероземы. Исходное содержание гумуса 1,34 %, общего азота 0,10-0,13 %.

В опыте проведены нижеследующие агротехнические мероприятия: осенью производили отвальную вспашку на глубину 21-23 см; весной, предпосевную подготовку почвы проводили на глубину от 8 до 10 см (1-2 раза). Посев сои проводился сеялкой точного высева двустрочным (50 x 20 см). Норма высева - 600 тыс. всхожих семян/га. Глубина посева семян - 4-6 см. Общая площадь опытного участка - 0,5 га, площадь деланки - 210 м², повторность 3-х кратная.

Схема опыта включает варианты:

1) контрольный вариант (без применения средств биологизации);

2) биогумус - продукт переработки навоза красным калифорнийским червем, с содержанием N - 288 мг/кг, P - 748 мг/кг, K - 8775 мг/кг (2,0 т/га);

3) навоз - перепревший с содержанием N - 0,52 %, P - 0,225 %, K - 0,635 % (30 т/га);

4) комплекс «HansePlant» - комплексное питание, состоящее из сбалансированного сочетания микроорганизмов, листового, натурального, жидкого, концентрированного азотно-фосфорно-калийных удобрений, включающий: обработку семян перед посевом (SeedSpor C - 2,0 мл/1 кг семян); внесение стартового удобрения при посеве (Smart Start P - 150 кг/га); первую листовую подкормку в фазу 2-4 листа (HanseBiosulfur - 5,0 л/га); вторую листовую подкормку в фазу 6 листьев (Prairie Pride A - 3,0 л/га + Prairie Pride B - 7,5 кг/га + Absorb - 1,0 л/га);

5) «БиоЭкоГум» - темно-коричневая жидкая суспензия, получаемая из вермикомпоста, переработанного компостными червями в специальных питомниках различного органического сырья, путем обогащения элементами питания в доступной для растений форме, с содержанием гуминовых кислот - 0,18-0,24 % (на 100 г мг/кг сухого вещества содержатся - 1000 мг общего азота, 1700 мг общего фосфора, 5000 мг общего калия), включающий: обработку

семян перед посевом - 0,25 л/100 кг; первую листовую подкормку в фазу 2-4 листа - 5 л/га; вторую листовую подкормку в фазу 6 листьев - 5 л/га;

б) «Тумат» - органическое гуминовое удобрение, вырабатываемая из бурого угля (леонардит и лигнит) и специально подготовленной воды, с содержанием солей гуминовых кислот, фульвокислот, аминокислот, органических солей, органических кислот, природных ауксинов, цитокининов и ряда необходимых макро- и микроэлементов, наночастиц металлов Ag, Cu, Co, Mn, Mg, Zn, Mo, Fe и т.д. В составе удобрения также имеются хорошо растворяющиеся в воде одновалентные элементы как натрий, калий, аммоний, включающий: обработку семян перед посевом - 30 мл/100 кг; первую листовую подкормку в фазу 2-4 листа - 1 л/га; вторую листовую подкормку в фазу 6 листьев - 1 л/га.

7) «Агрофлорин» - ферментный комплексный препарат для повышения урожайности и плодородия почв и экстренной обработки при признаках болезни растений и появления стрессовых факторов, безопасен для животных, пчел и человека, не токсичен, не горюч, не образующий токсичных соединений, включающий: первую листовую подкормку в фазу 2-4 листа - 0,25 л/га; вторую листовую подкормку в фазу 6 листьев - 0,25 л/га.

Активность симбиотического аппарата осуществлялось методом отбора монолита почвы с корнями и надземной биомассой растений с площади 0,1 м². Учет количества и массы клубеньков путем подсчета и взвешивания.

Определение численности азотфиксирующих микроорганизмов на агаризованной питательной среде мето-

дом Коха, путем посева почвенных суспензий из разведений 1:10³, 1:10⁴ и 1:10⁵ на агаризованную среду Эшби. [8].

Агрохимические показатели определяли по ГОСТ 26423-85 (РН, водородный показатель и ЕС, мСм/см), ГОСТ 26213-91 (органическое вещество (%), подвижный фосфор (мг/кг), подвижный калий (мг/кг), ГОСТ 26951-86 (нитратный азот (мг/кг)). А так же, агро- и водно-физические свойства почвы определяли по общепринятым методикам.

В растениях определяли: содержание сырой протеин, сырую клетчатку, сырого жир с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области на ИнфраЛЮМ ФТ-12 по ГОСТ 32040-2012. Содержание тяжелых металлов в зерносеи по ГОСТ 26929.

Учет урожая с каждой делянки с одновременным определением его влажности, перерасчетом к стандартной влажности 14 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение биоудобрений и биопрепаратов (обработка семян, листовые обработки растений в период вегетации) способствовали активизации как жизнедеятельности растений, так и микробиологической деятельности почвенной среды, что в конечном итоге привело к повышению потенциального и эффективного плодородия почвы. На вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами тенденция повышения общего гумуса по сравнению с контролем составила 0,02-0,04 %, при исходном содержании гумуса 1,34 %. Повышение азота в составе нитрата соответственно (0,4-1,1 мг/кг), подвижных элементов фосфора (10,2-16,3 мг/кг), калия (14,4-22,2 мг/кг) и серы (0,1-0,5 мг/кг) (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние биоудобрения и биопрепаратов на агрохимические показатели почвы

Варианты	Общий гумус, %.	Подвижные формы, мг/кг				pH
		азот (N-NO ₃)	фосфор	калий	сера	
Контроль	1,34	2,8	35,2	240,2	3,4	8,0
Биогумус	1,36	3,2	45,4	255,1	3,6	8,0
Навоз	1,36	3,4	50,5	261,0	3,7	8,1
«HansePlant»	1,38	3,9	51,5	254,6	3,9	8,0
«БиоЭкоГум»	1,37	3,6	51,0	262,4	3,7	8,0
«Тумат»	1,37	3,5	50,3	251,0	3,6	8,0
«Агрофлорин»	1,36	3,5	49,6	260,7	3,5	8,0
НСР ₀₅	0,03	0,1	5,3	11,2	0,1	0,1

По вариантам опыта величина объемной массы в пахотном слое варьировала в пределах 1,13-1,30 г/см³, удельная масса составила 2,54-2,58 г/см³, общая пористость 51,7-54,3 %, а водопрочность почвенных агрегатов в пределах 37,1-38,9 %. Данные по агрофизическим свойствам почвы свидетельствуют об удовлетворительных условиях для возделывания сельскохозяйственных культур. В тоже время применение биоудобрений и биопрепаратов способствовало улучшению агрофизических свойств почвы.

Уникальные функции клубеньковых бактерий в фиксации атмосферного азота приобретают особое значение, в связи с усилением антропогенного воздействия на агросистемы и возможностью использования биологических механизмов питания растения [9]. Из литературных источников известно, что формирование клубеньков начинается в фазу 2-4 настоящих листьев, пик образования клубеньков приходится на фазу цветения. Фаза наиболее активной азотфиксации растений – фаза плодообразования [10-12].

По результатам наших исследований на одном растении контрольного варианта образовалось 36,3 клубеньков, из них 9,6 штук на главном корне и 26,7 штук на боковых. Т.е., из всех образовавшихся клубеньков 26,5 % находились на

главном корне и 73,5 % на боковых. На вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами их количество было в пределах 35,5-44,9 штук. Значительное превышение отмечено в вариантах с биогумусом и «БиоЭкоГум». Преимущество вариантов с биоудобрениями и биопрепаратами проявлено в количестве образовавшихся клубеньков на главном корне (таблица 2).

Результаты исследований показали, что на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами на главном корне было образовано 12,2-19,0 штук клубеньков, что составила 33,5-49,7 % всех образовавшихся клубеньков. Максимальное значение было на вариантах с комплексом «HansePlant» – 41,5 %, с биопрепаратами «БиоЭкоГум» – 43,2 %, «Тумат» – 46,2 % и «Агрофлорин» – 49,7 %. Т.е., биоудобрения и биопрепаратов стимулировали образование клубеньков на главном корне.

Из литературных источников известно, что фиксация азота более интенсивна в крупных клубеньках расположенных на главном корне и около него. Мелкие клубеньки, рассредоточенные по корневой системе, как правило, фиксируют мало азота или совсем не фиксируют его, паразитируя на растении. Иногда они даже снижают урожай [10-13].

Таблица 2 - Влияние биоудобрения и биопрепаратов на количество клубеньков образовавшихся на 1 растений

Варианты	Количество клубеньков, шт./1 растение			Доля образовавшихся клубеньков, %	
	всего	из них:		на главном корне	на боковых корнях
		на главном корне	на боковых корнях		
Контроль	36,3	9,6	26,7	26,5	73,5
Биогумус	44,9	17,9	27,0	39,9	60,1
Навоз	36,4	12,2	24,2	33,5	66,5
«HansePlant»	35,5	14,7	20,8	41,5	58,5
«БиоЭкоГум»	44,0	19,0	25,0	43,2	56,8
«Тумат»	37,0	17,1	19,9	46,2	53,8
«Агрофлорин»	38,2	19,0	19,2	49,7	50,3
НСП ₀₅		1,8	1,5		

По показателю «масса клубеньков (г) на 1 растение», преимущество также было на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние биоудобрения и биопрепаратов на массу клубеньков полученного с одного растения

Варианты	Масса клубеньков, г/1 растение			Масса клубеньков, %	
	всего	из них:		с главного корня	с боковых корней
		с главного корня	с боковых корней		
Контроль	1,38	0,51	0,87	36,7	63,3
Биогумус	2,18	1,23	0,95	56,4	43,6
Навоз	1,38	0,63	0,75	45,7	54,3
«HansePlant»	1,82	1,00	0,82	54,9	45,1
«БиоЭкоГум»	2,22	1,35	0,87	60,8	39,2
«Тумат»	1,90	1,20	0,70	63,2	36,8
«Агрофлорин»	1,88	1,25	0,63	66,5	33,5
НСП ₀₅		0,1	0,1		

Из таблицы 3 видно, что вес клубеньков, полученных с контрольного варианта, составлял 1,38 г на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами от 1,38 до 2,22 г. Максимальный показатель, 2,22 и 2,18 г клубеньков с одного корня, соответственно на вариантах с «БиоЭкоГум» и с биогумусом.

Анализ данных по массе клубеньков полученных с главного и боковых корней показал преимущество вариантов с биоудобрениями и биопрепаратами. Так, если масса клубеньков с главно-

го корня на контрольном варианте составил 0,51 г или 36,7 % от всей массы клубеньков, то на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами был значительно выше (0,63-1,35 г или 42,9-68,4 %). Максимальный показатель на вариантах с «Тумат» (1,20 г или 63,2 %) и «Агрофлорин» (1,25 г или 66,5 %). Из чего следует, что на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами, основная масса клубеньков была сосредоточена на главном корне.

Рассчетный показатель массы одного клубенька по вариантам опыта, для выделения крупных клубеньков, обладающих высокой азотфиксирующей активностью представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Влияние биоудобрения и биопрепаратов на массу клубеньков, мг

Варианты	Масса клубенька, мг		
	среднее	с главного корня	с боковых корней
Контроль	38,0	53,1	32,6
Биогумус	48,4	68,4	35,1
Навоз	41,2	55,9	33,8
«HansePlant»	54,4	71,4	42,1
«БиоЭкоГум»	50,6	71,2	35,0
«Тумат»	51,4	70,4	35,2
«Агрофлорин»	49,2	65,8	32,7
НСП ₀₅		4,2	2,3

Из таблицы видно, что средняя масса одного клубенька контрольного варианта составил 38,0 мг. Средняя масса одного клубенька полученного на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами была намного выше (41,2-54,4 г). Масса клубенька расположенного на главном корне была также высока на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами (55,9-71,4 мг). Вес клубеньков с боковых корней контрольного варианта составил – 32,6 мг, на уровне 32,7-42,1 мг на вариантах с биоудобрениями и с биопрепаратами. Из вышесказанного следует, что биоудобрения и биопрепараты оказали положительное влияние на размер клубеньков, тем самым увеличили вероятность биологической фиксации молекулярного азота атмосферы.

Азотфиксирующие микроорганизмы способствуют активной фиксации молекулярного азота атмосферы и имеют большое значение в круговороте азота в природе [14]. По результатам наших исследований, численность азотфиксирующих микроорганизмов во всех исследуемых почвенных образцах была приблизительно одинаковой и составляла 10^6 КОЕ на г почвы, то есть во всех почвенных образцах насчитывались

миллионы клеток азотфиксирующих микроорганизмов. Наибольшее количество азотфиксаторов было отмечено в образце почвы с комплексом «Hanse-Plant» $((14,8 \pm 0,7) \times 10^6)$ и последствием биогумуса $((14,2 \pm 1,4) \times 10^6)$, наименьшее – на контроле $((7,5 \pm 1,4) \times 10^6)$. Незначительное повышение по сравнению с контрольным вариантом была на варианте с последствием навоза $((9,2 \pm 1,3) \times 10^6)$ (таблица 5).

Из таблицы 5 видно, что биоудобрения и биопрепараты явились протекторами выделенных почвенных микроорганизмов, оказали стимулирующее действие и способствовали наращиванию их биомассы. По видимому, насыщение почвы и бактериализация семян микроорганизмами, интродукция их в почву интенсифицировали процесс круговорота азота в ней и был проявлен в высоком количестве этой группы микроорганизмов. Низкая же микробная обсемененность почвы контрольного варианта, вероятно, обусловлена низким содержанием в ней органического вещества и питательных элементов. На низкий показатель общей численности почвенных микроорганизмов на пашне, а также при применении навоза было указано в литературных источниках

[15-17], которая получила подтверждение в наших опытах. И на варианте с последствием навоза, по сравнению с другими биоудобрениями и биопрепаратами, получен относительно низкий показатель численности азотфиксирующих

микроорганизмов в почвенных образцах $((9,2 \pm 1,3) \times 10^6)$, которое, по-видимому, связано с тем, что разложение навоза приводило к снижению численности аммонифицирующих бактерий участвующих в иммобилизации азота.

Таблица 5 - Влияние биоудобрения и биопрепаратов на численность азотфиксирующих микроорганизмов в почвах (абсолютно сухая)

Варианты	Азотфиксирующие микроорганизмы, КОЕ/г почвы
Контроль	$(7,5 \pm 1,4) \times 10^6$
Биогумус	$(14,2 \pm 1,4) \times 10^6$
Навоз	$(9,2 \pm 1,3) \times 10^6$
«HansePlant»	$(14,8 \pm 0,7) \times 10^6$
«БиоЭкоГум»	$(11,4 \pm 0,1) \times 10^6$
«Тумат»	$(11,9 \pm 1,7) \times 10^6$
«Агрофлорин»	$(10,7 \pm 1,8) \times 10^6$
НСП ₀₅	2,1
Примечание: КОЕ – колониеобразующие единицы в 1 г почвы $\times 10^6$	

Основными показатели качества семян сои является белок и жир. Содержание белка в урожае сои имеет как теоретический интерес – изучение обмена азотсодержащих веществ, так и практический – повышение пищевой ценности и технологического качества семян в зависимости от применяемых препаратов. По результатам наших исследований, содержание протеина на контрольном варианте составляла 34,06 %. Наибольшее содержание протеина в семенах сои было на вариантах с биопрепаратами «БиоЭкоГум», «Тумат» и «Агрофлорин» (34,71-34,92 %), несколько ниже на вариантах с последствием навоза, биогумуса и комплексом «Hanse-Plant» (34,30-34,34 %). Содержание жира в семенах сои контрольного варианта было на уровне 29,12 %, на вариантах со средствами биологизации было нес-

колько выше и колебалось в пределах 29,50-30,78 %. При этом его минимальное количество было на варианте с комплексом «Hanse-Plant» (29,50 %), максимальное на вариантах с биопрепаратами «БиоЭкоГум», «Тумат» и «Агрофлорин» (30,16-32,20 %).

Результаты содержания тяжелых металлов в растительных образцах сои представлены в таблице 6.

Как видно из таблицы 6, в зерне сои содержалось 33,35 - 38,89 мг/кг (Zn), 42,8-51,5 мг/кг (Fe), 11,4-18,4 мг/кг (Mn), 0,38-0,70 мг/кг (Ni) и 0,34-0,77 мг/кг (Co). Содержание тяжелых металлов в зерне сои на всех вариантах не превышало предельно допустимую концентрацию [18], следовательно, на изучаемых нами опытах получена экологически чистая растениеводческая продукция.

Таблица 6 – Влияние биоудобрения и биопрепаратов на содержания тяжелых металлов в семенах сои

Сорт	Содержание тяжелых металлов, мг/кг				
	Цинк (Zn)	Железо (Fe)	Марганец (Mn)	Никель (Ni)	Кобальт (Co)
Контроль	38,89	51,5	18,4	0,70	0,77
Биогумус	34,82	47,6	11,5	0,47	0,48
Навоз	36,29	45,7	14,7	0,38	0,34
«HansePlant»	37,72	47,3	13,5	0,64	0,74
«БиоЭкоГум»	33,54	42,8	11,4	0,43	0,46
«Тумат»	33,35	48,2	12,3	0,62	0,68
НСР ₀₅	2,42	4,1	3,3	0,21	0,26
ПДК	50,00				

Положительное влияние биоудобрения и биопрепаратов позволило обеспечить урожайность сои в среднем за 2021-2022 годы на уровне 31,4-39,8 ц/га. При этом самая высокая урожайность получена при обработке препаратом «HansePlant» – 39,8 ц/га, несколько ниже 35,2-38,6 ц/га («БиоЭкоГум» и

«Тумат»). На вариантах с последствием биогумуса и навоза соответственно получено 31,4 ц/га, урожайность контрольного варианта 24,2 ц/га. Двукратная листовая обработка с «Агрофлорин» в 2022 году обеспечила урожайность на уровне 43,1 ц/га (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние применения средств биологизации на урожайность сои, ц/га

Варианты	Урожайность ц/га			Прибавка урожая (в среднем за 2 года)	
	2021	2022	среднее	ц/га	%
Контроль	14,2	34,3	24,2	-	-
Биогумус	20,6	42,1	31,4	7,2	29,8
Навоз	19,4	43,4	31,4	7,2	29,8
«Hans Plant»	30,0	49,6	39,8	15,6	64,5
«БиоЭкоГум»	30,0	47,1	38,6	14,4	59,5
«Тумат»	24,2	46,2	35,2	11,0	45,4
«Агрофлорин»	-	43,1			
НСР ₀₅	2,1	2,4			

Таким образом, применение средств биологизации в среднем за два года обеспечило 7,2-15,6 ц/га прибавки урожая сои или в процентном отношении 29,8-64,5 % по сравнению с контролем.

ВЫВОДЫ

1. На вариантах, где применялись биоудобрения и биопрепараты тенденция повышения общего гумуса по сравнению с контролем составила 0,02-0,04 %, при исходном содержании гумуса 1,34 %. Повышение азота в составе нитрата со-

ответственно (0,4-1,1 мг/кг), подвижных элементов фосфора (10,2-16,3 мг/кг), калия (14,4-22,2 мг/кг) и серы (0,1-0,5 мг/кг).

2. Биоудобрения и биопрепараты способствовали увеличению количественного показателя крупных клубеньков, образованных на главном корне, от 12,2 до 19,0 штук, что составила 33,5-49,7 % всех образовавшихся клубеньков, при их значении на контрольном варианте 9,6 штук или 26,5 %.

3. Вес клубеньков полученных на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами составил 1,38 - 2,22 г, который превышал контрольный вариант на 0,5-0,84 г. На 0,12-0,84 г превышал контрольный вариант по весу клубеньков полученных с главного корня.

4. Применение биоорганических удобрений и биопрепаратов воздействуя на многообразие почвенных микроорганизмов, способствовало увеличению симбиотической азотфиксации. Наибольшее количество азотфиксаторов было отмечено в образце почвы с комплексом «HansePlant» $((14,8 \pm 0,7) \times 10^6)$ и последствие биогумуса $((14,2 \pm 1,4) \times 10^6)$, наименьшее – на контроле $((7,5 \pm 1,4) \times 10^6)$. Незначительное повышение по сравнению с контрольным вариантом была на варианте с последствием навоза $((9,2 \pm 1,3) \times 10^6)$.

5. Внесение биоудобрений и биопрепаратов повысило содержание протеина, жира в растительных образцах сои. Наибольшее содержание протеина в семенах сои было на вариантах с

биопрепаратами «БиоЭкоГум», «Тумат» и «Агрофлорин» (34,71-34,92 %), увеличение содержания жира было также на этих вариантах - 29,50-30,78 %. Содержание тяжелых металлов в зерне сои составило: (33,35 - 38,89 мг/кг - Zn, 42,8-51,5 мг/кг -Fe, 11,4-18,4 мг/кг - Mn, 0,38-0,70 мг/кг - Ni и 0,34-0,77 мг/кг - Co). На всех вариантах эти показатели не превышали предельно допустимую концентрацию, следовательно, получена экологический чистая растениеводческая продукция.

6. В среднем за годы исследований максимальное значение урожайности семян сои - 31,4-39,8 ц/га, получено на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами. При этом самая высокая урожайность получена при обработке препаратом «HansePlant» - 39,8 ц/га, несколько ниже 35,2-38,6 ц/га («БиоЭкоГум» и «Тумат»). На вариантах с последствием биогумуса и навоза соответственно получено 31,4 ц/га урожая семян. Урожайность контрольного варианта 24,2 ц/га.

Статья подготовлена в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021-2023 годы по научно-технической программе «Выработка технологий ведения органического сельского хозяйства по выращиванию сельскохозяйственных культур с учётом специфики регионов, цифровизации и экспорта» (ИРН – BR10764907).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Волобуева, О.Г. Использование биопрепаратов и регуляторов роста в повышении эффективности бобово-ризобияльного симбиоза /О.Г. Волобуева// Доклады ТСХА. - М.: МСХА, 2010. - Вып. 282. - Ч. 1. - С. 707-710.

2 Мотина Т.Ю., Дягтерева И.А., Давлетшина А.Я., Яппаров И.А., Алиев Ш.А., Бабынин Э.В. Биоудобрения комплексного действия на основе консорциума микроорганизмов и наноструктурных агроминералов для получения экологически безопасной продукции растениеводства// Вестник технологического университета. - 2017. - Т. 20, № 12. - С. 122-126.

3 Давлетшин Ф.М., Сафин Х.М., Аюпов Д.С. Использование биопрепарата фитоспорин при возделывании яровой пшеницы в южной лесостепи Республики Башкортостан// Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 10. - С.12-14.

4 Боев, Ю.Г. Контроль качества и безопасности продуктов питания – одна из задач ветеринарно-санитарной службы ВС РФ// Проблемы экотоксикологического, радиационного и эпизоотологического мониторинга: Всерос. науч.-практ. конф. - Казань, 2005. - С. 22-29.

5 Суханова И.М., Газизов Р.Р., Биккинина Л.М.-Х. Влияние биогумуса на агрофизические свойства серых лесных почв// Почва – национальное богатство. пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния: Всероссийская научно-практическая конференция. – 2015. – С. 142-148.

6 Дегтярева И.А., Ежкова А.М., Яппаров А.Х., Яппаров И.А., Ежков В.О., Бабынин Э.В., Давлетшина А.Я., Мотина Т.Ю., Яппаров Д.А. Получение нано-размерного бентонита и изучение его влияния на мутагенез у бактерий *Salmonella typhimurium*// Российские нанотехнологии. – 2016. – Т. 11, №9-10. – С. 104-110.

7 Волобуева О.Г. Влияние регуляторов роста и биопрепаратов на бобоворизобиальный симбиоз// Тезисы Международной конференции «Современные аспекты сельскохозяйственной микробиологии». – М.: МСХА, 2016. – С. 33-34.

8 Нетрусов А.Н. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студентов вузов/ под ред. А.Н.Нетрусова. - М.: Academia, 2005. – 608 с.

9 Волобуева О.Г. Эффективность бобово-ризобиального симбиоза при использовании биопрепаратов и регуляторов роста: дис.док.с.-х.: 03.01.05. – Москва, 2021. - 348 с.

10 Артемьев Е.Г., Еремин Д.И. Роль азотфиксации в формировании гороха в условиях северной лесостепи Тюменской области// Вестник КрасГАУ. - 2009. - №3. - С. 60-66.

11 Наумкина Т.С. Селекция гороха (*Pisum sativum* L.) на повышение эффективности симбиотической азотфиксации : автореф.док.с.-х.наук: 06.01.05. – Орел, 2007. – 45 с.

12 Кадермас И.Г. Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений и их вклад в повышение продуктивности агроценозов гороха посевного (*Pisum sativum* L.):дис.канд.биол.наук: 03.02.08. - Омск, 2014. - 147 с.

13 Берестецкий А.О., Хотянович А.В. Использование микроорганизмов для улучшения фос-форного питания растений в Индии// Сельское хозяйство за рубежом. – 1984. – № 11. – С. 9-10.

14 Хворова Л.А., Топаж А.Г., Абраимова А.В., Неупокоева К.Г. Подходы к описанию симбиотической азотфиксации. Ч.2. Анализ подходов к математическому моделированию процесса// Известия Алтайского государственного университета. - 2015. - Т. 1 (1). - С. 192-196.

15 Бадамзая М., Дорж Б. Влияние бобовых на некоторые виды почвенных микроорганизмов и их численность// Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии и Болгарии: сб.науч.докл.XVIII междунар.науч.-практ.конф. – Новосибирск, 2015. – С. 41-43.

16 Тарасов С.И., Кравченко М.Е., Бужина Т.А. Влияние длительного применения минеральных удобрений, различных доз бесподстилочного навоза на биологические свойства дерново-подзолистой почвы// Московский экономический журнал. - 2018. - №2. – С. 23-35.

17 Влияние навоза на микробиологические процессы в почве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://myzooplanet.ru/agrohimiya-agropochvovedeniye-knigi/vliyanie-navoza-mikrobiologicheskie-protsessyi-13946.html>, свободный.

18 Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах// Сборник важнейших официальных материалов по санитарным и противоэпидемическим вопросам. Под общей редакцией В.М.Подольского. М.: МП «Рарор». – Т. V. – С. 355-356.

REFERENCES

- 1 Volobueva, O.G. Ispol'zovanie biopreparatov i regulyatorov rosta v povyshenii ehffektivnosti bobovo-rizobial'nogo simbioza /O.G.Volobueva// Doklady TSKHA. - M.: MSKHA, 2010. - Vyp. 282. - CH. 1. - S. 707-710.
- 2 Motina T.YU., Dyagtereva I.A., Davletshina A.YA., YApparov I.A., Aliev SH.A., Babynin EH.V. Bioudobreniya kompleksnogo dejstviya na osnove konsortsiума mikroorganizmov i nanostrukturnykh agromineralov dlya polucheniya ehkologicheskii bezopasnoj produktsii rastenievodstva// Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. - 2017. - T. 20, № 12. - S. 122-126.
- 3 Davletshin F.M., Safin KH.M., Ayupov D.S. Ispol'zovanie biopreparata fitosporin pri vzdelyvanii yarovoj psenitsy v yuzhnoj lesostepi Respubliki Bashkortostan// Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - 2010. - № 10. - S. 12-14.
- 4 Boev, YU.G. Kontrol' kachestva i bezopasnosti produktov pitaniya – odna iz zadach veterinarno-sanitarnoj sluzhby VS RF// Problemy ehkotsikologicheskogo, radiatsionnogo i ehpiizootologicheskogo monitoringa: Vseros. nauch.-prakt. konf. - Kazan, 2005. - S. 22-29.
- 5 Sukhanova I.M., Gazizov R.R., Bikkinina L.M.-KH. Vliyanie biogumusa na agrofizicheskie svoystva serykh lesnykh pochv// Pochva – natsional'noe bogatstvo. puti povysheniya ee plodorodiya i uluchsheniya ehkologicheskogo sostoyaniya: Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. - 2015. - S. 142-148.
- 6 Degtyareva I.A., Ezhkova A.M., YApparov A.KH., YApparov I.A., Ezhkov V.O., Babynin EH.V., Davletshina A.YA., Motina T.YU., YApparov D.A. Poluchenie nanorazmernogo bentonita i izuchenie ego vliyaniya na mutagenez u bakterij Salmonella typhimurium// Rossijskie nanotekhnologii. - 2016. - T. 11, № 9-10. - S. 104-110.
- 7 Volobueva O.G. Vliyanie regulyatorov rosta i biopreparatov na bobovorizobial'nyj simbioz// Tezisy Mezhdunarodnoj konferentsii «Sovremennye aspekty sel'skokhozyajstvennoj mikrobiologii». - M.: MSKHA, 2016. - S. 33-34.
- 8 Netrusov A.N. Praktikum po mikrobiologii: ucheb. posobie dlya studentov vuzov/ pod.red. A.N.Netrusova. - M.: Academia, 2005. - 608 s.
- 9 Volobueva O.G. Effektivnost' bobovo-rizobial'nogo simbioza pri ispol'zovanii biopreparatov i regulyatorov rosta: dis.dok.s.-kh.: 03.01.05. - Moskva, 2021. - 348 s.
- 10 Artem'ev E.G., Eremin D.I. Rol' azotifikatsii v formirovanii gorokha v usloviyakh severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti// Vestnik KrasGAU. - 2009. - №3. -S. 60-66.
- 11 Naumkina T.S. Seleksiya gorokha (Pisum sativum L.) na povyshenie effektivnosti simbioticheskoy azotifikatsii : avtoref.dok.s.-kh.nauk: 06.01.05. - Orel, 2007. -45s.
12. Kadermas I.G. Formirovanie fotosinteticheskogo i simbioticheskogo apparatov rastenij i ikh vklad v povyshenie produktivnosti agrotsenozov gorokha posevnogo (Pisum sativum L.): dis.kand.biol.nauk: 03.02.08. - Omsk, 2014. -147 s.
- 13 Berestetskij A.O., KHotyanovich A.V. Ispol'zovanie mikroorganizmov dlya uluchsheniya fos-fornogo pitaniya rastenij v Indii// Sel'skoe khozyajstvo za rubezhom. - 1984. - № 11. - S.9-10.
- 14 KHvorova L.A., Topazh A.G., Abraimova A.V., Neupokoeva K.G. Podkhody k opisaniyu simbioticheskoy azotifikatsii. CH.2. Analiz podkhodov k matematicheskomu modelirovaniyu protsessa// Izvestiya Altajskogo gosudarstvennogo universiteta.- 2015. - T1(1). - S.192-196.
- 15 Badamzayaa M., Dorzh B. Vliyanie bobovykh na nekotorye vidy pochvennykh mikroorganizmov i ikh chislennost// Agrarnaya nauka – sel'skokhozyajstvennomu pro-

izvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii i Bolgari: sb.nauch.dokl.XVIII mezhdunar.nauch.-prakt.konf. – Novosibirsk, 2015. – S. 41-43.

16 Tarasov S.I., Kravchenko M.E., Buzhina T.A. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobrenij, razlichnykh doz bespodstilochnogo navoza na biologicheskie svoystva dernovo-podzolistoj pochvy// Moskovskij ehkonomicheskij zhurnal. - 2018. - №2. – S. 23-35.

17 Vliyanie navoza na mikrobiologicheskie protsessy v pochve [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://myzooplanet.ru/agrohimiya-agropochvovedenie-knigi/vliyanie-navoza-mikrobiologicheskie-protsessyi-13946.html>, svobodnyj.

18 Predel'no dopustimye kontsentratsii tyazhelykh metallov i mysh'yaka v proizvodstvennom syr'e i pishhevyykh produktakh// Sbornik vazhnejshikh ofitsial'nykh materialov po sanitarnym i protivoehpidemicheskim voprosam. Pod obshhej redaktsiej V.M.Podol'skogo. M.: MP «Papor». – T.V. – S. 355-356.

ТҮЙІН

С.Б. Кененбаев¹, Г.Л. Есенбаева^{1*}, Е.А. Жанбырбаев¹, А. Н. Бектурганов¹

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ СҰР ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ҚҰНАРЛЫҒЫ МЕН ӨНІМДІЛІК КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТЫҢАЙТҚЫШТАР МЕН БИОПРЕПАРАТТАРДЫҢ ӘСЕРІ

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, 050010, Алматы қ., Абай д, 8, Қазақстан, *e-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz

Мақалада, Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы сұр топырақтардың құнарлылығы мен өнімділігі көрсеткіштеріне биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды (биогумус, көң, «HansePlant», «БиоЭкоГум», «Тумат» және «Агрофлорин») қолдану жөніндегі зерттеу нәтижелері келтірілген. Биологиялық тыңайтқыштар мен биологиялық өнімдердің нұсқаларында бақылаумен салыстырғанда жалпы гумустың жоғарылауы 0,02-0,04 % құрады. Нитратты азотының (0,4-1,1 мг/кг), фосфордың (10,2-16,3 мг/кг), калийдің (14,4-22,2 мг/кг) және күкірттің (0,1-0,5 мг/кг) жылжымалы элементтерінің жоғарылауы байқалды. Биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды қолдану топырақтың агро-және су-физикалық қасиеттерінің жақсарғанын көрсетті. Биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттар, азоттың белсенді бекітілуі орын алатын негізгі тамырда пайда болған ірі түйіндердің сандық және салмақтық көрсеткіштерінің өсуіне ықпал етті (12,2-19,0 дана немесе барлық қалыптасқан түйіндердің 33,5-49,7 %). Азот фиксаторларының ең көп саны $((9,2 \pm 1,3) \times 10^6$ -дан $(14,8 \pm 0,7) \times 10^6$ -ға дейін) биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттар қолданылған топырақ үлгілерінде байқалды. Биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды қолдану май бұршақ үлгілеріндегі ақуыз (34,71-34,92 %) және май (29,50-30,78 %) мөлшерін арттырды. Май бұршақ дәніндегі ауыр металдардың мөлшері бойынша (Zn, Fe, Mn, Ni, Co) бұл нұсқаларда көрсеткіштер рұқсат етілген шекті концентрациядан аспады. Орташа алғанда, 2021-2022 жылдары биологияландыру құралдары бар нұсқаларда май бұршақ дәнінің өнімділігінің жоғары деңгейі (31,4-39,8 ц/га) алынды. Сонымен қатар, ең жоғары өнімділік «HansePlant» препаратымен өңделген нұсқадан алынады – 39,8 ц/га, сәл төмен («БиоЭкоГум» (38,6 ц/га) және «Тумат» (35,2 ц/га). Биогумус пен көңнің салдары бар нұсқаларда 31,4 ц/га алынды. Бақылау нұсқасындағы өнімділік - 24,2 ц/га болды.

Түйінді сөздер: май бұршақ, биологиялық тыңайтқыштар, биопрепараттар, түйіндер, азотты бекіту, сапалық көрсеткіштер, өнімділік.

SUMMARY

S.B. Kenenbayev¹, G.L. Yessenbayeva^{1*}, Y.A. Zhanbyrbayev¹, A.N. Bekturganov¹
THE INFLUENCE OF BIOFERTILIZERS AND BIOLOGICS ON THE FERTILITY AND
PRODUCTIVITY OF GRAY-EARTH SOILS OF THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN

¹Kazakh National Agrarian Research University, 050010, Almaty, Abay Avenue 8,
Kazakhstan, *e-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz

The article presents the results of a study on the use of biofertilizers and biologics (biohumus, manure, HansePlant, BioEcoGum, Tumat and Agroflorin) on the indicators of fertility and productivity of gray-earth soils of the south-east of Kazakhstan. In the variants of biofertilizers and biologics, the increase in total humus compared to the control was 0.02-0.04 %. Increase of nitrate nitrogen, respectively (0.4-1.1 mg/kg), mobile elements of phosphorus (10.2-16.3 mg/kg), potassium (14.4-22.2 mg/kg) and sulfur (0.1-0.5 mg/kg). The use of biofertilizers and biological preparations has shown an improvement in the agro- and water-physical properties of the soil. Biofertilizers and biologics contributed to an increase in the quantitative and weight index of large nodules formed on the main root, where active nitrogen fixation occurs (12.2-19.0 pieces or 33.5-49.7 % of all formed nodules). The largest number of nitrogen fixators was also observed in soil samples with biofertilizers and biological preparations (from $(9.2 \pm 1.3) \times 10^6$ to $(14.8 \pm 0.7) \times 10^6$). The introduction of biofertilizers and biologics increased the content of protein (34.71-34.92 %) and fat (29.50-30.78 %) in soybean plant samples. According to the content of heavy metals in soybean grain (Zn, Fe, Mn, Ni, Co), the indicators in these variants did not exceed the maximum permissible concentration. On average, in 2021-2022, a higher level (31.4-39.8 c/ha) of soybean grain yield was obtained on variants with biologization means. At the same time, the highest yield was obtained when treated with HansePlant – 39.8 c/ha, slightly lower than 35.2-38.6 c/ha (BioEcoGum and Tumat). On variants with the aftereffect of vermicompost and manure, respectively, 31.4 c/ha were obtained. With the yield under control - 24.2 c/ha.

Key words: soy, biofertilizers, biologics, nodules, nitrogen fixation, quality indicators, yield.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Кененбаев Серик Барменбекович – академик НАН РК, д.с.х.н, профессор кафедры «Агрономия», e-mail: serikkenenbayev@mail.ru

2 Есенбаева Гульвира Лемисовна – к.с.х.н., профессор кафедры «Агрономия», e-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz

3 Жанбырбаев Елдос Алмабекович – PhD доктор, асс.профессор кафедры «Агрономия», e-mail: yeldos.zhanbyrbayev@kaznaru.edu.kz

4 Бектурганов Айдос Назарбекович – обучающийся докторантуры образовательной программы 8D08101-Агрономия, e-mail: b.aidos8585@mail.ru

ЗАСОЛЕНИЕ И МЕЛИОРАЦИЯ

ГРНТИ 68.29.03:68.31.26

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.2.57](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.2.57)А.М. Тағаев^{1*}, Н.М. Дәуренбек¹, А.Қ. Қостақов¹,С.П. Махмаджанов¹, З.Қ. Базарбай¹ТОПЫРАҚТЫҢ АГРОФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТІНЕ АГРОМЕЛИОРАЦИЯЛЫҚ
ШАРАЛАРДЫҢ ӘСЕРІ¹Мақта және бақша ауылшаруашылығы тәжірибе станциясы,160525, Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы, Атакент кенті, Лабораторная
көшесі 1а, Қазақстан, *e-mail: t.asanbai@mail.ru

Аннотация. Қазақстанның оңтүстігіндегі Түркістан облысының суармалы егіншілігінде, агромелиоративтік шаралардың дұрыс жүргізілмеуі, тік кәрізді ұңғымалардың тозуы салдарынан, минералданған жер асты суларының деңгейі көтеріліп, топырақтың екінші тұздануына соқтырып отыр, бұл келеңсіз жағдайлар, топырақ құнарлығы мен мақта өнімділігіне кері әсерін тигізіп отыр. Суармалы жерлерді ұтымды пайдалану негізінде, топырақтың агромелиоративтік жағдайларын жақсарту бойынша, заманауи кешенді агромелиорациялық технологияларды өндіріске ендіру, қазіргі таңда өзекті мәселе болып отыр. Жүргізілген зерттеулердің ғылыми-практикалық маңыздылығы - Түркістан облысындағы топырақтың сортаңдану үдерістерінің алдын-алу бойынша, топырақтың агрофизикалық қасиеттерін оңтайландыру мақсатында, қарқынды агромелиорациялық кешенді шараларды тиімді қолдану болып табылады. Жұмыстың зерттеу әдістері мен әдістемесі – «Мақта және бақша ауыл шаруашылығы тәжірибе станция-сының» (МБАШТС) эксперименталдық алқабында «Мақтаға жүргізілетін далалық-вегетациялық тәжірибелер әдістемесі» бойынша, барлық талаптарға сүйене жүргізілді. Ғылыми жұмыста, Мақтаарал-4017 отандық аудандастырылған мақта сортының сорттық технологиясын әзірлеу бойынша ғылыми жұмыстары жүргізілді. Зерттеу жұмысының негізгі нәтижелері мен қорытындылары бойынша, атқарылған жұмыстың 4-ші нұсқасында, топырақты 55 см тереңдікке терең қопсытуды қолдану мен үйлесімді топырақты лазерлік тегістеу шараларын қолданғанда, топырақтың көлемдік салмағына (тығыздығы) оңтайлы әсері анықталды, яғни, көктемде, топырақтың көлем салмағы, орташа 0-30 см қабатта 1,30 г/см³ құрады, бұл бақылаулы нұсқамен салыстырғанда 0,008 г/см³ дәрежеге жақсарғаны баяндалған. Түркістан облысының топырақ жағдайларында, жылдан жылға сортаңдану үрдістері көбейіп келеді. Сондықтан да суармалы егіншіліктің тиімділігіне кері әсер ететін келеңсіз факторлардың алдын-алуын, сортаңданған жерлердің тұз құрамын төмендету және сұр топырақтың жағдайларын жақсарту, сондай-ақ мақта дақылының өнімділігін арттыруда, бұл қарқынды агромелиорациялық тиімді әдіс - зерттеудің құндылығы мен жұмыс нәтижелерінің практикалық маңыздылығы болып саналады.

Түйінді сөздер: сұртопырақ, мақта, сорт, топырақты терең қопсыту, топырақты лазерлік тегістеу, минералды тыңайтқыштар, топырақтың көлем салмағы.

КІРІСПЕ

Түркістан облысының сұр топырақты жағдайындағы топырақтың тұздану дәрежелері жылдан жылға көбейіп барады.

Бұл аймақтағы тік кәрізді ұңғымалардың қарқынды жұмыс істемеуі, агромелиорациялық шаралардың жүргізілмеуі салдарынан, жер асты тұзды суы-

ның деңгейі жоғарылап, топырақтың екінші сортаңдануына әкеп соқтырды, бұл факторлар жалпы ауыл шаруашылығы дақылының өнімділігіне де кері әсерін тигізіп келеді [1].

Президент Қасым-Жомарт Тоқаевтың «Сындарлы қоғамдық диалог – Қазақстанның тұрақтылығы мен өркендеуінің негізі» және «Жаңа жағ-

дайдағы Қазақстан: іс-қимыл кезеңі» атты жолдауларында, Агроөнеркәсіп кешенін дамытуға ерекше көңіл бөлді: онда Ауыл шаруашылығы – біздің негізгі ресурсымыз, бірақ оның әлеуеті толық пайдаланылмай отыр. Жерді тиімді пайдалануды қамтамасыз ету – біздің міндетіміз және осы саланың нормативтік-құқықтық тұрғыдан реттелуін қамтамасыз етіп, заманауи технологиялар мен инновацияны енгізу үшін экономикалық ынталандыру шараларын әзірлеу қажет деп атап өтті [2, 3].

Қазақстан халқына «Халық бірлігі және жүйелі реформалар - ел өркендеуінің берік негізі» атты Мемлекет басшысының Жолдауында, Жалпы, ауыл шаруашылығы саласының басты міндеті – елімізді негізгі азық-түлік өнімімен толық қамтамасыз ету. Ауыл шаруашылығы ұлттық экономиканың негізгі қозғаушы күшіне айналады деп сенемін - деп атап көрсетілсе, таяудағы «Әділетті мемлекет. Біртұтас ұлт. Берекелі қоғам» атты Жолдауында, ауыл шаруашылығын дамыту – негізгі проблеманың бірі. Осы саладағы ахуал мемлекетіміздің азық-түлік қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді. Бұл - стратегиялық міндет деп атап көрсетті [4, 5].

Ауыл шаруашылығын дамытудағы мәселелерді шешудің негізгі құралдары, ауыл шаруашылық өнімдерін тұрақты өндіру, топырақ құнарлылығын жоғарылату, егіншіліктің қарқындылығы мен экономикалық тиімділігін жоғарылату болып табылады. Мұндай шаралар егіншілік жүйесінің негізгі элементтерін оңтайландыру мен ары қарай жетілдірумен, соның ішінде топырақты өңдеумен тікелей байланысты болады [6].

Топырақтар дұрыс өңделмеген жерлерде, топырақ қабаты тығыздалады, қоректік органикалық заттары төмендейді, мұндай жерлерде дақылдардың өсуі, өнімділігі және сапасы төмендейді [7, 8].

Қопсытылған топырақтың құрылымдық тұрақтануына, органикалық материалды қосу арқылы да қол жеткізуге болады, нәтижесінде жаңа агрегаттар пайда болады, бұл топырақтың қайта тығыздануына жол бермейді [9-11].

Жерлерді лазерлік тегістеу әдістерін қолдану нәтижелерінде, жүргізілген лазерлік тегістеу әдістерінің тиімділігі, бақылаумен салыстырғанда, топырақтағы зиянды тұз құрамының төмендегені анықталып, зиянды тұздың шайылуы мен суару кезеңінде суды үнемдеуге әсері қарқынды екені анықталған [12].

Дұрыс тегістелген алқаптарда, егістікті суару үшін берілген ағын суларын біркелкі бөлуге және тиімді суаруға мүмкіндік береді. Алқапты тегістеу шаралары, қоректік заттардың тиімділігін арттыруға, суару суын үнемдеуге және биологиялық тыңайтқыштарды пайдаланатын кезеңде, энергия мен суару шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде су мен егін өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді [13-16].

Сондықтан да топырақты лазерлік тегістеу технологиясы, негізінен ағын суды тұтынуды азайтуға, суды біркелкі бөлуге, суару уақытын қысқартуға, топырақтағы зиянды тұздың қарқынды шайылуына және химиялық тыңайтқыштар мен тұқымды топыраққа біркелкі егу мен ендіруді қамтамасыз етеді.

Топырақты тиімді пайдалану шараларын қарқынды жүргізу негізінде, біздің атқарылған зерттеу жұмыстар, топырақ қабатындағы қатты қабатты бұзу және топырақтың агрофизикалық қасиетін жақсарту мақсатында, топырақты 50-55 см-ге терең қопсыту әдісі өте тиімділік танытып отыр. Мұндай қарқынды шаралар, мақта дақылы тамырының терең бойлауына, топырақтың су өткізгіштігінің артуына және зиянды тұздың қарқынды шайылуына, сонымен қатар мақта өнімділігінің артуына да үлкен маңыздылық танытады.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеу нысаны. Зерттеу жұмыстары, Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы аумағында орналасқан Мақта және бақша ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясының (МБАШТС) эксперименталдық алқабында, тәжірибе жұмысындағы атқарылатын іс-шаралар кестесіне сәйкес жүргізілді (кесте 1).

Ал ғылыми жұмыстың әдістемесі, «Мақтаға жүргізілетін далалық-вегетациялық тәжірибелер әдістемесі» бойын-

ша, барлық талаптарға сүйене жүргізілді [17].

Тәжірибе жұмысында, отандық Мақтаарал – 4017 мақта сортын өсірудегі, топырақты терең қопсыту, топырақты лазерлік тегістеу шаралары мен биологиялық тыңайтқыштардың әртүрлі мөлшерлерін қолдану бойынша, топырақтың агрофизикалық және агрохимиялық қасиетіне әсерін анықтау барысында ғылыми зерттеулері жүргізілді.

Кесте 1 - Тәжірибе жұмысындағы жүргізілетін шаралар кестесі

№	Нұсқалар тн; л/га	Минерал- ды тыңайтқы ш		Минералды және биотыңайтқыш қолдану			
		N	P	жерді жыртуда н алдын	шанақтау л/га	гүлдеу, л/га	көсектеу, л/га
				P	сұйық гуминді тыңайт.	микроби ол. тыңайтқ ыш	микробиол. тыңайтқыш WORMic
1	Кәдімгі технология	120	80	80	-	-	-
2	Топырақты терең қопсыту, биотыңайтқыш қолдану	100	60	60	2,0	2,0	3,0
3	Топырақты лазерлік тегістеу, биотыңайтқыш қолдану	100	60	60	2,0	2,0	3,0
4	Топырақты терең қопсыту, топырақты лазерлік тегістеу, биотыңайтқыш қолдану	100	60	60	2,0	2,0	3,0

Сұр топырақ жағдайында, агроме-
лиорациялық шаралармен үйлесімді
минералды және биологиялық тыңайт-
қыштардың оңтайлы мөлшерлерін қол-

дану мақсатында, отандық мақтаның
Мақтаарал – 4017 сортының сорттық
агротехнологиясын әзірлеу бойынша,
ғылыми зерттеу жұмыстары жүргізілді.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Зерттеу жұмыстарындағы Мақта-арал-4017 жаңа мақта сортының сорттық агротехнологиясын әзірлеу мақсатында, сұр топыраққа жүргізілген агромелиоративтік іс-шаралардың, топырақтағы көлемдік салмаққа әсері анықталды.

Зерттеу барысында, бақылаулы нұсқадағы, яғни агромелиорациялық шаралар қолданылмаған кәдімгі технологиямен жүргізілген нұсқа бойынша, вегетация басында, топырақ қабатының тығыздығы айтарлықтай жоғарылағаны байқалды. Тек, минералды тыңайтқыштарды $N_{120}P_{80}$ мөлшерде қолданғанда, барлық топырақ қабаттарындағы топырақтың көлемдік салмағының дәрежесі вегетацияның басында да, соңында да, топырақ тығыздығы жоғары дәрежеде болды. Мысалы, топырақтың 0-10 см, 10-20 см и 20-30 см қабаттарында, топырақ көлем салмағы $1,35 \text{ г/см}^3$, $1,39 \text{ г/см}^3$ и $1,41 \text{ г/см}^3$ болса, күзге қарай, бұл көрсеткіштің жоғарылағаны анықталды, яғни топырақтың тереңдігіне сәйкес $1,36 \text{ г/см}^3$, $1,37 \text{ г/см}^3$ и $1,46 \text{ г/см}^3$ жоғары көлем дәрежесінде болғаны анықталды. Мұндағы жалпы

заңдылық – топырақты терең қопсытпаса, топырақтың көлемдік салмағы, яғни тығыздығы, орнықты дәрежеден жоғары болатыны анықталды. Бұл деген антропогендік әсердің күшеюімен және де топырақты терең қопсыту технологиясы қолданылмаса, вегетация соңында, топырақтың тығыздығы жоғары көрсеткіште болатыны, тәжірибе барысында бақыланды.

Топырақтың терең қопсыту шаралары қолданылған нұсқаларда, топырақтың 0-10 және 10-20 см қабаттарындағы, топырақтың көлем салмағы орнықты дәрежеде болғаны анықталды. Мысалы, екінші нұсқада, фосфор тыңайтқышын гектарына P_{80} мөлшерде және топырақты 55 см-ге терең қопсытуды қолданғанда, топырақтың көлемдік салмағының дәрежесі, көктемдегі топырақтың 0-10 см қабатында $1,29 \text{ г/см}^3$ дәрежесінде, 10-20 см қабатта - $1,31 \text{ г/см}^3$ дәрежесінде және 20-30 см қабатта - $1,32 \text{ г/см}^3$ дәрежесінде болғаны анықталды, яғни терең қопсыту технологиясы, топырақтың орнықты дәрежесіне қарқынды әсері болғаны анықталды.

Топырақты терең қопсыту технологиясының жүргізілу шарасы бірінші суретте көрсетілген (сурет 1).



Сурет 1 - Топырақты терең қопсыту шарасы

Үшінші нұсқа бойынша, топыраққа лазерлік тегістеу технологиясын қолданғанда, топырақтың көлемдік салмағының дәрежесінің ауытқуы анықталды, яғни көктемде, топырақтың 0-10 см қабатында $1,32 \text{ г/см}^3$ дәрежесінде, 10-20 см қабатта - $1,34 \text{ г/см}^3$ дәрежесінде

және 20-30 см қабатта - $1,35 \text{ г/см}^3$ дәрежесінде анықталды, бірақ, бақылаулы нұсқамен салыстырғанда 3,6 %-ға жақсарғаны анықталды. Тәжірибелік алқаптағы топырақты лазерлік тегістеу шарасы 2-ші суретте көрсетілген (сурет 2).



Сурет 2 - Топырақты лазерлік тегістеу шарасы

Ал төртінші нұсқа бойынша, агро-мелиорациялық кешенді шаралар жүргізілгенде, топырақтың көлем салмағының оңтайланғаны айқын бақыланды. Бұл нұсқада, топырақты 55 см-ге терең қопсыту мен үйлесімді топырақтың беткейін лазерлік тегістеу технологиясымен реттеу шаралары - алқаптағы топырақтың агрофизикалық қасиеттеріне келтіретін оңтайлы әсері, тәжірибе жүзінде айқындалды.

Зерттеу жұмыстарының нәтижесі бойынша, бұл кешенді қолданылған агро-мелиорациялық шаралардың қарқындылығы, топырақтың көлем салмағының орнықты дәрежесіне оңтайлы әсер етіп, тиімділігі жоғары болатыны анықталды. Яғни, көктемде, топырақтың 0-10 см қабатында $1,27 \text{ г/см}^3$ дәрежесінде, 10-20 см қабатта - $1,30 \text{ г/см}^3$ дәрежесінде және 20-30 см қабатта - $1,33 \text{ г/см}^3$ дәрежесінде анықталды, бұл

бақылаулы нұсқамен салыстырғанда 5,79 %-ға жақсарғаны анықталды (кесте 2). Ал, орташа есеппен топырақтың 0-30 см қабатындағы топырақ құрамының тығыздығына мысал келтіретін болсақ, онда маусымдық елеулі өзгерістер де байқалды (сурет 3).

Топырақтың көлемдік салмағы бойынша, бақылаулы нұсқамен салыстырмалы көрсеткіштері, төртінші нұсқада айқын бақыланды, яғни, топырақты терең 55 см-ге қопсыту мен үйлесімді топырақты лазерлік тегістеу технологиясын қолданылғанда, вегетация басында, топырақтың көлемдік салмақтың жақсаруына әсері айқындалды, мысалы, көктемде топырақтың тығыздығы орташа есеппен 0-30 см қабатта $1,30 \text{ г/см}^3$ құрады, бұл бақылаулы нұсқамен салыстырғанда $0,008 \text{ г/см}^3$ дәрежеге жақсарғаны тәжірибе жүзінде анықталды.

Кесте 2 – Топырақтың 0-10, 10-20, 20-30 см қабатындағы көлем салмағының салыстырмалы өзгеруі, г/см³

№	Варианты опыта	Қабат, см		Топырақтың көлемдік салмағы, г/см ³			
				көктем		күз	
1	Кәдімгі технология (терең қопсытумен лазерлік тегістеу жүргізілмейді)	0-10	0-30	1,35	1,38	1,36	1,39
		10-20		1,39		1,37	
		20-30		1,41		1,46	
2	Топырақты терең қопсыту – биолог. тыңайтқыш қолдану	0-10	0-30	1,29	1,30	1,32	1,34
		10-20		1,31		1,34	
		20-30		1,32		1,36	
3	Топырақты лазерлік тегістеу – биолог. тыңайтқыш қолдану	0-10	0-30	1,32	1,33	1,33	1,35
		10-20		1,34		1,36	
		20-30		1,35		1,38	
4	Топырақты терең қопсытумен бірге, топырақты лазерлік тегістеу-биолог. тыңайтқыш қолдану	0-10	0-30	1,27	1,30	1,29	1,31
		10-20		1,30		1,31	
		20-30		1,33		1,34	

Топырақты мелиорациялаудың аса тиімділігіне, агромелиорациялық шаралар жүйесін іс жүзінде кешенді жүргізгенде ғана қол жеткізуге болады. Топырақты терең қопсыту технологиясының негізгі қарқындылығы, ол топырақты 55 сантиметрге тереңдікте қопсытып, жердің төменгі тығыздалған

қабатын босатуға тікелей әсер етеді. Сонда ғана, өсімдік тамырының терең бойлауына, тамырдың ылғалмен қамтамасыз етілуіне және де топырақ ылғалдығының ұзақ мерзімге сақталуына ықпал жасайды, нәтижесінде егістіктің өсіп-өнуі жақсарып, өнімділігі артады.

Сурет 3 – Агромелиорациялық шараларға байланысты, топырақтың 0-30 см қабатындағы көлемдік салмақтың өзгеруі, г/см³

ҚОРЫТЫНДЫ

Сұр топырақтың агрофизикалық қасиеттері мен өнімділігін арттыру мақсатында, жүргізілген агромелиорациялық кешенді шаралары, яғни топырақты 55 см-ге терең қопсыту мен топырақты лазерлік тегістеу технологиясын қолданудың үйлесімді әдістері, егістік алқабының тығыздық қабатын оңтайлы дәрежеге қалыптастыруға ықпал етеді. Бұл топырақты өңдеудің кешенді өңдеу әдістері, топырақтың қайтала-ма немесе екінші сортаңдануына ұшыраған жерлерде қолдану өте қарқынды-

лық танытады, сондай-ақ топырақтағы зиянды тұздық құрамдарының қарқынды шайылуына жоғары әсер ететіні тәжірибе жүзінде айқындалды.

Бұл кешенді агромелиорациялық технология, ашық сұр топырақтың агрофизикалық және агрохимиялық қасиеттерін жақсартуына әсер етеді, топырақтың құрылымын жақсартады, топырақ температурасын реттейді және топырақта ылғалды көбірек сақтауға мүмкіндік беріп, топырақтағы қоректі элементтердің сақталуын қамтамасыз етеді.

Ғылыми-зерттеу жұмыстары «Қазақстан аймақтары үшін, әртүрлі өсіру технологияларын салыстырмалы зерттеу негізінде өсіру технологиясының элементтерін, сараланған қоректендіруді, өсімдіктерді қорғау құралдарын және үнемді өнім алу үшін жабдықтарды пайдалана отырып, ауыл шаруашылығы дақылдарын (дәндік, бұршақ, майлы және техникалық дақылдар) өсіру бойынша егін шаруашылығы жүйесін әзірлеу» ЖТН BR10764908 бағдарламасы аясында жүргізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Үмбетаев. И. Технология возделывания новых отечественных сортов хлопчатника на юге Казахстана // Умбетаев Ибайдулла. – Алматы. - 2005. - 103 с.
- 2 Конструктивный общественный диалог – основа стабильности и процветания Казахстана // Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. Нур-Султан, - 2019.
- 3 Казахстан в новой реальности: время действий // Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. Нур-Султан, - 2020.
- 4 Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны / Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. Астана, - 2021.
- 5 Справедливое государство. Единая нация. Благополучное общество / Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. Астана, - 2022.
- 6 Сапаров А.С., Тыныбаева К.М., Темерханова А.Н. Экологическая эффективность ресурсосберегающей технологии обработки почв. "Материалы международной научно-практической конференции «Инновации в науке, образовании и производстве Казахстана». - 2015. -Т. 1. - С. 221 - 224.
- 7 T. Kautz, W. Amelung, F. Ewert, T. Gaiser, R. Horn, R. Jahn, M. Javaux, A. Kemna, Y. Kuzyakov/ Munch Nutrient acquisition from arable subsoils in temperate climates: a review Soil Biol. Biochem., - № 57 (2013), - P. 1003-1022.
- 8 P. Rengasamy, D. Chittleborough, K. Helyar/ Root-zone constraints and plant-based solutions for dryland salinity Plant Soil, - № 257 (2003), - P. 249-260.
- 9 J.S. Gill, P.W.G. Sale, C. Tang Amelioration of dense sodic subsoil using organic amendments increases wheat yield more than using gypsum in a high rainfall zone of southern Australia / Field Crops Res., - № 107 (2008), - P. 265-275.

10 A. Khalilian, R. Williamson, M. Sullivan, J. Mueller, F. Wolak Injected and broadcast application of composted municipal solid waste in cotton / *Appl. Eng. Agric.*, №18 (2002), - P. 17-22.

11 L.A. Leskiw, C.M. Welsh, T.B. Zeleke Effect of subsoiling and injection of pelletized organic matter on soil quality and productivity / *Can. J. Soil Sci.*, №92 (2012), P.269-276

12 Тургунов М.М., Курвантаев Р. Влияние лазерной планировки на степень засоления сероземно-луговой почвы Мирзачульского оазиса / *Актуальные проблемы современной науки.* – Москва, - 2019. - № 2 (105). – С. 146-151.

13 R. Aggarawal, S. Kaur, A. Singh Assessment of saving in water resources through precision land levelling in punjab J./ *Soil Water Conserv.*, № 9 (3) (2010), - P. 182-185

14 M. Ahmad, I. Masih, M. Giordano Constraints and opportunities for water savings and increasing productivity through resource conservation technologies in Pakistan Agriculture, / *Ecosystems and Environment*, № 187 (2014), - P. 106-115.

15 A. Ali, I. Hussain, D. Bahadur, O. Erenstein Laser-land leveling adoption and its impact on water use, crop yields and household income: empirical evidence from the rice-wheat system of Pakistan [Text] / *Punjab Food Policy*, № 77 (2018), - P. 19-32.

16 M. Ashraf, K. Ejaz, M.D. Arshad Water use efficiency and economic feasibility of laser land leveling in the fields in the rrigated areas of Pakistan/ *Sci. Technol. Dev.*, № 36 (2) (2017), - P. 115-127.

17 Имамалиев А. Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником в условиях орошения / *Ташкент. СоюзНИХИ.* - 1981. - С. 18-27.

REFERENCES

1 Ymbetaev. I. Tekhnologiya vozdeystviya novykh otechestvennykh sortov hlochatnika na yuge Kazahstana / Umbetaev Ibajdulla. – Almaty. - 2005. - 103 s.

2 Konstruktivnyy obshchestvennyy dialog – osnova stabil'nosti i prosvetaniya Kazahstana / *Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana.* Nur-Sultan, - 2019.

3 Kazakhstan v novoy real'nosti: vremya deystviy / *Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana.* Nur-Sultan, - 2020.

4 Edinstvo naroda i sistemnye reformy – prochnaya osnova prosvetaniya strany/ *Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana.* Astana, - 2021.

5 Spravedlivoe gosudarstvo. Edinaya naciya. Blagopoluchnoe obshchestvo / *Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana.* Astana, - 2022.

6 Saparov A.S., Tynybaeva K.M., Temerhanova A.N. Ekologicheskaya effektivnost' resursoberegayushchej tekhnologii obrabotki pochv. "Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacii v nauke, obrazovanii i proizvodstve Kazahstana». - 2015.- T. 1. - S. 221- 224.

7 T. Kautz, W. Amelung, F. Ewert, T. Gaiser, R. Horn, R. Jahn, M. Javaux, A. Kemna, Y. Kuzyakov/ Munch Nutrient acquisition from arable subsoils in temperate climates: a review *Soil Biol. Biochem.*, № 57 (2013), - P. 1003-1022.

8 P. Rengasamy, D. Chittleborough, K. Helyar/ Root-zone constraints and plant-based solutions for dryland salinity *Plant Soil*, № 257 (2003), - P. 249-260.

9 J.S. Gill, P.W.G. Sale, C. Tang Amelioration of dense sodic subsoil using organic amendments increases wheat yield more than using gypsum in a high rainfall zone of southern Australia/ *Field Crops Res.*, № 107 (2008), - P. 265-275.

10 A. Khalilian, R. Williamson, M. Sullivan, J. Mueller, F. Wolak Injected and broadcast application of composted municipal solid waste in cotton / *Appl. Eng. Agric.*, №18 (2002), - P.17-22.

11 L.A. Leskiw, C.M. Welsh, T.B. Zeleke Effect of subsoiling and injection of pelletized organic matter on soil quality and productivity/ Can. J. Soil Sci., № 92 (2012), - P. 269-276

12 Turgunov M.M., Kurvantaev R. Vliyanie lazernoj planirovki na stepen' zasoleniya serozemno-lugovoj pochvy Mirzachul'skogo oazisa / Aktual'nye problemy sovremennoj nauki. – Moskva, -2019. -№ 2 (105). – S. 146-151.

13 R. Aggarawal, S. Kaur, A. Singh Assessment of saving in water resources through precision land levelling in punjab J. / Soil Water Conserv., № 9 (3) (2010), - P. 182-185

14 M. Ahmad, I. Masih, M. Giordano Constraints and opportunities for water savings and increasing productivity through resource conservation technologies in Pakistan Agriculture, / Ecosystems and Environment, № 187 (2014), - P. 106-115.

15 A. Ali, I. Hussain, D. Bahadur, O. Erenstein Laser-land leveling adoption and its impact on water use, crop yields and household income: empirical evidence from the rice-wheat system of Pakistan/ Punjab Food Policy, № 77 (2018), - P. 19-32.

16 M. Ashraf, K. Ejaz, M.D. Arshad Water use efficiency and economic feasibility of laser land leveling in the fields in the irrigated areas of Pakistan / Sci. Technol. Dev., № 36 (2) (2017), - P. 115-127.

17 Imamaliyev A. Metodika polevyh i vegetacionnyh opytov s hlopchatnikom v usloviyah orosheniya / Tashkent. SoyuzNIHI. - 1981.- S. 18-27.

РЕЗЮМЕ

А.М. Тагаев^{1*}, Н.М. Дауренбек¹, А.К. Костақов¹, С.П. Махмаджанов¹, З.К. Базарбай¹

ВЛИЯНИЕ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

¹*Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства, 160525, Туркестанская область, Мактааральский район, п. Атакент, ул. Лабораторная 1а, Казахстан, *e-mail: t.asanbai@mail.ru*

В орошаемом земледелии Туркестанской области, в связи с неправильным проведением агромелиоративных мероприятий и изношенных дренажных систем, повышается уровень минерализованных грунтовых вод, что приводит к вторичному засолению почв, которое негативно сказывается на плодородии почв и урожайности хлопчатника. Внедрение в производство современных комплексных агромелиоративных технологий по улучшению агромелиоративных условий почв, на основе рационального использования орошаемых земель, в настоящее время является актуальной проблемой. Научно-практическая значимость проведенных исследований заключается в эффективном применении интенсивных агромелиоративных комплексных мер по профилактике процессов засоления почв Туркестанской области с целью оптимизации агрофизических свойств почв. Методы исследований – Экспериментальные исследования проводились на Сельскохозяйственной опытной станции хлопководства и бахчеводства. Выдержаны все методические требования, предъявляемые к методике закладки полевых экспериментов по методике СоюзНИИ, принятой в условиях орошения для полевых и вегетационных опытов с хлопчатником. В научной работе проведены исследования по определению урожайности отечественного районированного сорта хлопчатника «Мактаарал-4017». В результатах исследовательской работы установлено (вариант 4), что при проведении мероприятий по глубокому рыхлению почвы на 55 см и лазерному планировке почвы, увеличивается объемная масса почвы (плотность), т.е. весной объемная масса почвы, в среднем в слое 0-30 см, составила 1,30 г/см³, что улучшено на 0,008 г/см³ по сравнению с контролем. В почвенных условиях Туркестанской области из года в год нарастают тенденции засоления. Поэтому в профилактике негативных факторов, негативно влияющих на землю, снижении содержания солей в засоленных землях и улучшении

условий серой почвы, а также в повышении урожайности хлопчатника, это эффективные методы интенсивной агромелиорации является ценностью и практической значимости исследовательской работы.

Ключевые слова: сероземные почвы; хлопчатник; сорт; глубокое рыхление почвы; лазерная планировка почвы; минеральные удобрения; объемная масса почвы.

SUMMARY

A.M. Tagaev^{1*}, N.M. Daurenbek¹, A.K. Kostakov¹, S.P. Makhmadzhanov¹, Z.K. Bazarbay¹

IMPACT OF AGROMELIORATIVE MEASURES ON THE AGROPHYSICAL PROPERTIES OF THE SOIL

¹*Agricultural Experimental Station of Cotton Growing and Melon Growing, 160525, Turkestan region, Maktaaral district, Atakent, st. Laboratory 1a, Kazakhstan, *e-mail: t.asanbai@mail.ru*

In irrigated agriculture of the Turkestan region, due to improper implementation of agro-reclamation measures and worn-out drainage systems, the level of mineralized groundwater increases, which leads to secondary salinization of soils, which negatively affects soil fertility and cotton yields. The introduction into production of modern integrated agro-reclamation technologies to improve the agro-reclamation conditions of soils, based on the rational use of irrigated land, is currently an urgent problem. The scientific and practical significance of the conducted research lies in the effective application of intensive agro-reclamation complex measures for the prevention of soil salinization processes in the Turkestan region in order to optimize the agro-physical properties of soils. Research methods – Experimental studies were carried out at the Agricultural Experimental Station of Cotton Growing and Melon Growing. All the methodological requirements for the method of laying field experiments according to the method of the Union, adopted in irrigation conditions for field and vegetation experiments with cotton, have been met. In the scientific work, studies were conducted to determine the yield of the domestic zoned cotton variety «Maktaaral-4017». In the results of the research work, it was found (var. 4) that when carrying out measures for deep loosening of the soil by 55 cm and laser planning of the soil, the volume mass of the soil (density) improves, i.e. in spring, the volume mass of the soil, on average in a layer of 0-30 cm, was 1.30 g/cm³, which improved by 0.008 g/cm³ compared to the control. Salinization trends are increasing in the soil conditions of the Turkestan region from year to year. Therefore, in the prevention of negative factors negatively affecting the land, reducing the salt content in saline lands and improving the conditions of gray soil, as well as in increasing the yield of cotton, these effective methods of intensive agro-reclamation are the value and practical significance of research work.

Key words: gray-earth soils; cotton; variety; deep loosening of the soil; laser planning of the soil; mineral fertilizers; bulk weight of the soil.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

1 Тағаев Асанбай Мамадалиұлы – Топырақ мелиорациясы және суармалы егіншілік бөлімінің меңгерушісі, ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты, e-mail: t.asanbai@mail.ru

2 Дәуренбек Нұрман Мамытұлы - Басқарма төрағасы, e-mail: kazcotton1150@mail.ru

3 Қостақов Амандық Қамбарұлы – Басқарма төрағасының ғылыми жөніндегі орынбасары, e-mail: amandik72@mail.ru

4 Махмаджанов Сабир Партоұлы – Мақта селекциясы және тұқым шаруашылығы бөлімінің меңгерушісі, e-mail: max_s1969@mail.ru

5 Базарбай Заутбек Қантөреұлы - Топырақ мелиорациясы және суармалы егіншілік бөлімінің кіші ғылыми қызметкері, ауылшаруашылығы ғылымдарының магистрі, e-mail: zake.21.09.95@mail.ru

АГРОХИМИЯ

ГРНТИ 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.2.67](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.2.67)O. Zhandybayev^{1*}, A. Malimbayeva¹, G. Yelibayeva²**EVALUATING THE EFFECTS OF DIFFERENT NUTRIENT MANAGEMENT STRATEGIES ON APPLE (MALUS PUMILA) IN INTENSIVE ORCHARDS OF KAZAKHSTAN.****RESULTS FROM A 4-YEAR STUDY**¹NJSC «Kazakh National Agrarian Research University»,
050010, Almaty, Abay Avenue 8, Kazakhstan,*e-mail: mr.orken@yandex.kz²NJSC «South Kazakhstan University named after M. Auezov»,
160012, Shymkent, Tauke Khan Avenue 5, Kazakhstan

Abstract. This article presents the findings of a four-year study in intensive apple orchards in southern Kazakhstan, evaluating different nutrient management strategies on apple trees (*Malus pumila*). The research aimed to assess the impact of nutrition plans on tree growth, productivity, and fruit quality, considering the region's unique soil and climate. The experiment, established in 2014, covered 1.5 hectares and consisted of Jeromini apple trees grafted onto M9 rootstock. Three treatment groups were established: a control group with no additional nutrition, a group with nutrition based on a generally accepted program, and a group with nutrition tailored to the apple tree's needs with fertigation. Phenological and biometric observations were conducted regularly from 2019 to 2022 to monitor tree performance. Soil and leaf samples were analyzed for nutrient content, and soil properties like pH and salinity were assessed. Statistical analysis was used to identify significant differences among the treatment groups. The research was conducted in intensive apple orchards located in the Turkestan region, known for its grey-brown soil. The climate in the study area was characterized as continental, with hot and dry summers and limited precipitation. Soil samples were analyzed for agrophysical and agrochemical properties, including nutrient levels and trace elements. The results showed that the control group had a decreasing trend in yield, while both the generally accepted program and the tailored nutrition program showed increasing trends in yield, with the latter showing a decrease in 2022. Over the four-year period, the fruits from the control group exhibited reduced commercial qualities. Our program demonstrated similar sweetness and superior shape and yield compared to the conventional method. However, the storage quality of apples in our program was lower. Nevertheless, considering its positive impact on soil fertility and cost-effectiveness, our program appears to be an optimal choice. The findings of this study provide valuable insights into the effects of different nutrient management strategies on the growth, health, and productivity of apple trees in a garden setting. This information can benefit orchard growers and researchers seeking to optimize nutrient management practices for apple trees. The study also highlights the importance of considering various factors, such as orchard characteristics and environmental conditions, when designing nutrient management strategies for apple orchards.

Key words: nutrient management strategies, apple orchards, *Malus pumila*, growth and productivity, fruit quality, Southern Kazakhstan, Customized nutrition plan.

INTRODUCTION:

Only 1 % of the world's agricultural land is perennial fruit crops [1]. that is, only 53,000 square kilometers are devoted to apple trees. The main suppliers of apples are such countries as China (23 million

tons), the USA (4.5 million tons), Poland (3 million tons), Turkey (2.3 million tons), Italy (2.1 million tons), France (2.1 million tons), Germany (2 million tons) per year [2]. It is known that these countries are united by the intensification of apple production.

In Kazakhstan, the apple tree takes the leading place among industrial plantations. However, 57 % of the domestic market is provided by apple imports [3]. According to the balance of land as of November 1, 2020, 147.6 thousand hectares of perennial plantations. The basic areas of fruit crops are concentrated in 3 Southern provinces of the Republic: Turkestan Province – 48 %, Almaty Province – 35 %, and Zhambyl Province – 7 %. The main mass of fruit plantations belongs to peasant and private farms. In the general structure of fruit plantations in the Republic, the first place is occupied by apple trees [4].

Due to the favorable combination of soil and climatic conditions, Kazakhstan is the most important region for the development of fruit growing. The south and southeast of the Republic, where intensive orchards are concentrated, are divided into 4-5 natural-ecological zones, which differ by climatic conditions and different topography [5]. An obligatory element of the intensive orchard is a drip irrigation system, which allows accurate and correct irrigation of the orchard, along with the introduction of mineral nutrition (fertigation), necessary for proper development and fruiting [6].

However, such an effective and widely used method of drip irrigation is not studied in the soil and climatic conditions of southern Kazakhstan. Insufficient study of all kinds of consequences requires additional research. In this connection, the purpose of the research is to determine the optimal nutrition plans and compare the generally accepted diets with our calculations of doses for fertigation, taking into account the dynamics of mobile nutrients in the gray-brown soils of the foothill dry subtropics and the yield of apple trees in an intensive orchard.

MATERIALS AND METHODS

In 2014, a garden experiment was initiated with apple trees in Kazakhstan, and the garden has now reached the age of 8 years. The study period for the experiment was from 2019 to 2022, during which the effects of different nutrient management strategies on apple trees were evaluated. The apple variety used in the experiment was Jeromini, and the planting pattern was set at 3.5 meters by 0.8 meters. A sample of Apple (*Malus domestica*) Jeromini fruit by our nutrition plan (figure 1). The apple trees were grafted onto M9 [7] (dwarf) rootstock and covered a total area of 1.5 hectares by 0.5 hectares. Trimming and thinning were conducted using the crown method.

The climatic conditions during the study period were monitored annually using the Bulletin of States and Climate Change as a source of data from Kazhydromet RSE. Three treatment groups were established for the experiment: a control group with no additional nutrition, a group with nutrition according to a generally accepted program along with protection and irrigation (drip), and a group with nutrition based on calculations of the apple tree's needs, along with protection and irrigation (drip) [8].

In this article, we will present the details of the garden experiment and share the results obtained from the 4-year study. The findings of this research could provide valuable insights into the effects of different nutrient management strategies on the growth, health, and productivity of apple trees in a garden setting. The information generated from this study could be relevant for orchard growers and researchers interested in optimizing nutrient management practices for apple trees.



Figure 1 - A sample of Apple (*Malus domestica*) Jeromini fruit by our nutrition plan

Study Site: The research was conducted on intensive apple orchards located in Kentau LLP near Shakpak-baba village, Tulkubas district of the Turkestan region, which is known for its grey-brown soil typical of the region's south Kazakhstan. The total area of intensive apple orchards in

Kentau LLP is 210 hectares. The site is located at coordinates 42°50'34.3" N 70°30'02.0" E, at an elevation of 975-1028 meters above sea level (MSL) [9]. General view of the Ken Tau plant from the Google Earth program (figure 2).



Figure 2 - General view of the Ken Tau plant from the Google Earth program

Climate: The prevailing climate in the study area is classified as continental, characterized by hot and dry summers. The sum of active temperatures (t) falls within the range of 3900 to 5100°C, with an annual heat accumulation index (FAO) ranging from 120 to 135 kcal/cm². Precipitation is limited, varying from 190 to 420 mm annually, with approximately 240 to 300 days experiencing air temperatures above 10°C and 270 to 330 days with soil temperatures above 5°C [10].

Soil Characteristics: The soil in the study area is characterized as grey-brown soil, which is typical of south Kazakhstan. The humus content in the 0-50 cm layer of the soil ranges from 1.11 % to 1.19 %.

The following fertilizers were used on the farm: Ammophos – N - 12 %, P₂O₅ - 52 %, Urea-N - 46 %, Ammonium nitrate – N - 34.4 %, Potassium sulfate - K₂O - 52, SO₄ - 45 %, Calcium nitrate - Ca-26 %, NO₃-15.5 %, MAP - N-12 %, P₂O₅-61 %, MKR - P₂O₅-52 %, K₂O-34 %, White Pearl - SiO₂-5.6 CaO-0.4; MgO-0.4; K₂O-0.2; Fe₂O₃-0.4, Co-0.2; Mo-0.2 %, Tecamine Max-amino acids - 14.4 %, free amino acids L-12.0 %, nitrogen - 7.0 %, organic matter - 60.0 %, Ferrelin Fe - 6 %, Orthophosphoric acid - 72 %, Stopit – Ca - 12 %, Plantafol 20 -20-20 + ME, Boroplus – B - 15 %, Master NPK-10-18-32 + ME, Brexil Zn-10 %, Brexil Mg-8 %, Master NPK-13-40-13+ME, Calbit C-CaO-21 % [11].

Agrophysical and agrochemical properties were determined in the soil samples, including bulk weight - volumetric weight method; soil density - by pycnometer; humus content by Tyurin; soil pH by pH meter; granulometric composition by Kachinsky; nitrate nitrogen (N-NO₃) - by Grandwal-Laju method with disulfophenolic acid; ammonia nitrogen (N-NO₄) - by Nessler reagent; mobile phosphorus by Machigin - colorimetrically; exchange potassium by flame photometer in the same extract as mobile phosphorus 1 % (NN₄)

2CO₃; trace elements in soil samples were determined by atomic absorption spectrometry [12].

Phenological and Biometric Observations: The following phenological and biometric observations were made during the study:

The number of flowers and fruits: The number of flowers and fruits on the apple trees was recorded to assess the reproductive performance of the trees.

Diameter of stems: The diameter of the apple tree stems was measured to determine the growth rate and development of the trees.

Productivity: The productivity of the apple trees, measured as the yield per tree or hectare, was recorded to evaluate the overall fruit production of the orchard.

The average weight of fruits: The average weight of the fruits harvested from the apple trees was measured to assess the fruit quality and size [13].

Total nitrogen, phosphorus, potassium, and calcium in leaves and fruits: Leaf and fruit samples were collected and analyzed for their nutrient content, including nitrogen, phosphorus, potassium, and calcium, to assess the nutrient status of the apple trees.

Soil analysis: Soil samples were collected and analyzed for various parameters, including ammonium and nitrate nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, mobile and exchangeable calcium, as well as other trace elements such as boron, zinc, magnesium, iron, sodium, sulfur, and molybdenum. Soil pH, the number of exchangeable bases, soil moisture, and humus content were also measured to assess soil fertility and conditions [12].

Fruit quality analysis: The amount of vitamin C, acids, mono- and disaccharides, and dry matter in the fruits were analyzed to assess the fruit quality.

Fruit hardness: The hardness of the fruits, which is an important parameter for

fruit storage and handling, was measured using appropriate methods [14]

These observations were made conventional methods periodically throughout the study period to capture the changes in the phenological and biometric parameters, nutrient content, soil character-

istics, and fruit quality in response to the different nutrient management strategies employed in the experiment. Statistical analysis was performed on the collected data to determine significant differences among the treatment groups and draw conclusions based on the findings [15].

Table 1 - 4-year dynamics of changes in the characteristics of irrigated soil under different nutrition plans

	Indicators	2019			2020		
		1	2	3	1	2	2
	pH. water	7.8	7.7	7.4	8	7.8	7.4
	EC (Electrical Conductivity). mS/cm	0.06	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06
	Organic matter (Humus). %	1.79	2.11	1.54	1.18	1.11	1.19
	Available phosphorus. mg/kg	25.2	15.6	20.8	22.4	25.6	28.4
	Exchangeable potassium. mg/kg	208	275	162	179	275	308
	Ammonium nitrogen. mg/kg	6.5	5	5.5	5.5	5	6.5
	Nitrate nitrogen. mg/kg	6.9	7.4	10.4	18.1	20.4	26.9
	Calcium. mg/kg	1900	2000	1950	2000	2000	1900
	Magnesium. mg/kg	140	230	185	132	230	140
	Sulfur. mg/kg	14.1	9.2	19.2	6.3	9.1	8.1
	Manganese. mg/kg	54.1	28.5	46.8	60.2	28.5	54.1
	Iron. mg/kg	3.5	2.8	3.8	5	2.8	3.5
	Copper. mg/kg	0.27	0.12	0.21	0.5	0.12	0.27
	Zinc. mg/kg	2.4	2.3	2.2	2.4	1.7	2
	Molybdenum. mg/kg	0.19	0.21	0.32	0.53	0.21	0.19
	Sodium. mg/kg	15	15	16	15	15	19
	Indicators	2019			2020		
		1	2	3	1	2	2
	pH. water	7.8	7.7	7.4	8	7.8	7.4
	EC (Electrical Conductivity). mS/cm	0.06	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06
	Organic matter (Humus). %	1.79	2.11	1.54	1.18	1.11	1.19
	Available phosphorus. mg/kg	25.2	15.6	20.8	22.4	25.6	28.4
	Exchangeable potassium. mg/kg	208	275	162	179	275	308
	Ammonium nitrogen. mg/kg	6.5	5	5.5	5.5	5	6.5
	Nitrate nitrogen. mg/kg	6.9	7.4	10.4	18.1	20.4	26.9
	Calcium. mg/kg	1900	2000	1950	2000	2000	1900
	Magnesium. mg/kg	140	230	185	132	230	140
	Sulfur. mg/kg	14.1	9.2	19.2	6.3	9.1	8.1
	Manganese. mg/kg	54.1	28.5	46.8	60.2	28.5	54.1
	Iron. mg/kg	3.5	2.8	3.8	5	2.8	3.5
	Copper. mg/kg	0.27	0.12	0.21	0.5	0.12	0.27
	Zinc. mg/kg	2.4	2.3	2.2	2.4	1.7	2
	Molybdenum. mg/kg	0.19	0.21	0.32	0.53	0.21	0.19
	Sodium. mg/kg	15	15	16	15	15	19

RESULTS AND DISCUSSIONS:

To assess the changes in the dynamics of mobile nutrient components, the initial data can be referenced using the following baseline condition table for a duration of 4 years (table 1) [16].

pH water: Control (sample 1) remains stable around 7.8-7.7, a slight decrease to 7.7 in 2022. Generally Accepted Program (sample 2) shows an increasing trend from 7.7 in 2019 to 8.0 in 2022. Our Program (sample 3) fluctuates between 7.4-7.6, with the lowest value of 7.2 in 2022.

Salinity (EU): Control (sample 1) increases from 0.06 mS/cm in 2019 to 0.08 mS/cm in 2021, a slight decrease to 0.06 mS/cm in 2022. Generally Accepted Program (sample 2) remains stable around 0.05-0.08 mS/cm, with the highest value of 0.08 mS/cm in 2022. Our Program (sample 3) remains stable around 0.06-0.07 mS/cm, with the highest value of 0.07 mS/cm in 2021.

Humus Content: Control (sample 1) decreases from 1.79 % in 2019 to 1.11 % in 2022. Generally Accepted Program (sample 2) fluctuates, a slight decrease from 2.11 % in 2019 to 1.15 % in 2022. Our Program (sample 3) increases from 1.54 % in 2019 to 2.44 % in 2022.

Mobile Phosphorus: Control (sample 1) decreases from 25.2 mg/kg in 2019 to 5.2 mg/kg in 2022. Generally Accepted Program (sample 2) fluctuates, with the highest value of 28.4 mg/kg in 2020, and the lowest value of 20.8 mg/kg in 2021. Our Program (sample 3) shows a decreasing trend from 20.8 mg/kg in 2019 to 30.8 mg/kg in 2022.

Exchangeable Potassium: Control (sample 1) decreases from 208 mg/kg in 2019 to 155 mg/kg in 2022. Generally Accepted Program (sample 2) fluctuates, with the highest value of 325 mg/kg in 2022, and the lowest value of 177 mg/kg in 2021. Our Program (sample 3) fluctuates, with a slight increase from 162 mg/kg in 2019 to 322 mg/kg in 2022.

Ammonium Nitrogen: Levels generally decrease over four years in all three programs for all three samples (sample 1, sample 2, sample 3).

Nitrate nitrogen: Varied changes in all three programs. The control program showed mixed trends. Generally accepted programs showed a decrease. Our program showed mixed trends.

Calcium: Relatively stable with a slight decrease for sample 1 in 2022. Potentially positive impact on sample 3 in Our program.

Magnesium: Fluctuations with highest levels in 2022 for sample 1 in Our program, sample 2 in the generally accepted program, and sample 3 in Our program. Potentially positive impact on all three samples in Our program.

Sulfur: Slight fluctuations. Potentially positive impact on sample 3 in Our program.

Manganese: Fluctuations with highest levels in 2020 for all samples in Our program. Potentially positive impact on all three samples in Our program.

Iron: Fluctuations with highest levels in 2020 for all samples in Our program. Potentially positive impact on all three samples in Our program.

Copper: Fluctuations with mixed impacts depending on program and sample, with increases and decreases observed in different years.

Zinc: Sample 1 showed a decrease under the Control program, but a slight improvement under Our program. Sample 2 had a decrease followed by stabilization. Sample 3 showed an overall increase under Our program.

Molybdenum: Sample 1 had an initial increase but then decreased under Our program. Sample 2 showed stabilization or potential decrease. Sample 3 showed an overall increase under Our program.

Sodium: Fluctuations were observed, with Our program for Sample 3 initially showing an increase and subsequent stability at a higher level.

First, it is important to note that the control group had a decreasing trend in yield from 2019 to 2022, with a total de-

crease of approximately 10 %. On the other hand, both the common program and program 1 had an increasing trend in yield

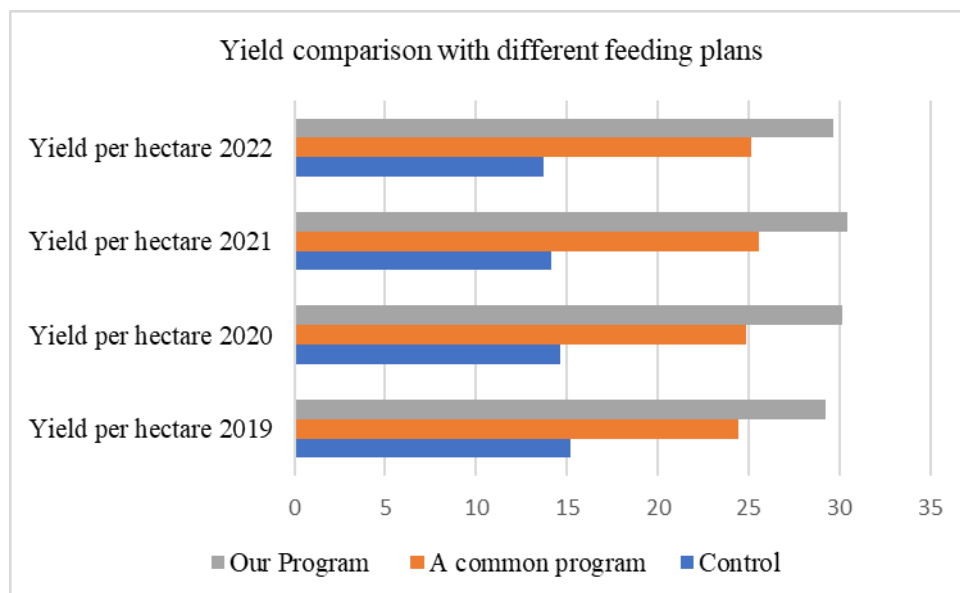


Figure 3 - Yield comparison with different feeding plans

From table 2, it can also be concluded that over four years without fertilizers, the yield, sweetness, size, and storage quality of the fruits decreases. The commercial qualities reduce the revenue from the control apples. Our program has demonstrated equal effectiveness in terms of sweetness and superiority in shape and yield com-

pared to the conventional method. However, our method's storage quality of apples was lower than that of the conventional nutrient regime. However, considering other advantages, including the positive impact on soil fertility and the relative cost-effectiveness of fertilizers, our program appears to be optimal [17].

Table 2 - Comparison of apple tree fruit characteristics after a four-year period

Nutrition Plan	Apple firmness	Sugar	Average diameter	Number of fruits per tree
Control	14.5	18.4	3.2*4.4*3.7	60-75
Common program	16.5	20+	4.1*5.3*4.5	75-85
Our program	15.3	20+	4.7*5.3*5.0	70-95

During the correlation analysis of the results presented in tables 1 and 2, noticeable stable changes in pH were observed for the conventional nutrition plan. Our program, which considers growth vigor, age of

the orchard, applied pruning, current year's yield, level of weed competition, climatic conditions, soil type, and structure, has shown a consistent increase in organic matter.

CONCLUSION:

In conclusion, the findings of this study highlight the effectiveness of the nutrient management method both economically and ecologically, considering various factors such as expected yield, growth vigor, orchard age, management practices, pruning methods, current year's harvest, weed competition, climatic conditions, soil type, and structure.

The results demonstrate that the nutrient management program offers several advantages. Economically, it reduces the cost of fertilizers by an average of 7 % compared to conventional methods due to its flexibility. Moreover, it leads to a higher yield, surpassing the traditional average by 19.5 %. Ecologically, the program promotes an acid-alkaline balance that tends to shift towards optimal conditions, resulting in

improved phosphorus uptake.

However, the decrease in storage quality compared to the conventional nutrient regime indicates the presence of imperfections in the nutrient management regimen. This emphasizes the need for a further in-depth investigation into the impact of various nutrient management strategies on apple trees (*Malus pumila*) in intensive orchards of Southern Kazakhstan.

Overall, this study provides valuable insights into the economic and ecological benefits of the nutrient management method, while also highlighting the areas that require further refinement. The findings serve as a foundation for future research endeavors to optimize nutrient management practices and enhance the overall sustainability and productivity of apple orchards in the region.

REFERENCES

- 1 Carranca C., Brunetto G., Tagliavini M. Nitrogen nutrition of fruit trees to reconcile productivity and environmental concerns// *Plants*. – 2018. – T. 7. – № 1. – C. 4.
- 2 Zhumagulova M. K. et al. Fruit quality and yield of apple fruit with application of fertilizers and bioproduct from Ili Alatau hills, Kazakhstan // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan* – 2018. - №.45. – C. 10-16.
- 3 Maulenova S. et al. Prospects for development and features of apple production in Kazakhstan // *Student Forum Founders: Limited Liability Company "International Center for Science and Education"*. – 2022. – C. 12-16.
- 4 Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan [Electronic resource]. Access mode: <https://www.gov.kz/memleket/entities/stat/?lang=en> (2020), svobodnyj.
- 5 Ahmadi H., Ghalhari G. F., Baaghideh M. Impacts of climate change on apple tree cultivation areas in Iran// *Climatic Change*. – 2019. – T. 153. – C. 91-103.
- 6 Ahad S. et al. Nutrient Management in High Density Apple Orchards–A Review// *Current Journal of Applied Science and Technology*. – 2018. – T. 29. – №. 1. – C. 1-16.
- 7 Sagi, S., Svetlana, D., Moldir, Z., Aigul, M., Zhanna, I., & Balnur, K. (2022). Physiological and phyto-pathological assessment scion-rootstock combinations for apple cv. Aport and *M. sieversii*// *Research on Crops*, № 23. - P. 795-800
- 8 Jensen M. E., Robb D. C. N., Franzoy C. E. Scheduling irrigations using climate-crop-soil data // *Journal of the Irrigation and Drainage Division*. – 1970. – T. 96. – №. 1. – C. 25-38.
- 9 Nachtergaele F. et al. The harmonized world soil database// *Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane, Australia, 1-6 August 2010*. – 2010. – C. 34-37.
- 10 Navarro-Racines C. et al. High-resolution and bias-corrected CMIP5 projections for climate change impact assessments// *Scientific data*. – 2020. – T. 7, – №. 1. – C. 7.

11 Maliuk T., Pcholkina N., Kozlova L., & Yeremenko O. Nitrogen in soil profile and fruits in the intensive apple cultivation technology. In Modern Development Paths of Agricultural Production. - 2019. - P. 737-751.

12 Aleksandrova L.N, Naydenova O.A. Laboratory and practical studies in soil science// L.: Agropromizdat – 1986. – P. 295

13 dos Santos Assis M. et al. Phenology and fruit biometrics in different positions of reproductive branches of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg: Fenologia e biometria de frutos de *Campomanesia adamantium* //Revista de Ciências Agrárias. – 2020. – T. 43. – № 1. – C. 39-51.

14 Pissard A. et al. Evaluation of a handheld ultra-compact NIR spectrometer for rapid and non-destructive determination of apple fruit quality //Postharvest Biology and Technology. – 2021. – T. 172. – C. 111375.

15 Khasanov O. S., Enileev N. S., Namozov I. C. Influence of root growth force on morphological indicators of development of above-ground part of spur-growing varieties of apple //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – T. 11. – № 5. – C. 1214-1220.

16 Gentile R. M. et al. System nutrient dynamics in orchards: a research roadmap for nutrient management in apple and kiwifruit. A review //Agronomy for Sustainable Development. – 2022. – T. 42. – № 4. – P. 64.

17 dos Santos M. A. et al. Phenology and fruit biometrics in different positions of reproductive branches of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg //Revista de Ciências Agrárias. – 2020. – T. 43. – № 1. – P. 39-51.

18 Licina V. et al. Nutrition and fertilizer application to apple trees-a review// NIBIO Rapport. – 2021. - P. 5.

ТҮЙІН

О. Жандыбаев^{1*}, А. Малимбаева¹, Г. Елибаева²

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚАРҚЫНДЫ БАҚТАРЫНДА АЛМА АҒАШЫН (*MALUS PUMILA*)
ҚОРЕКТЕНДІРУДІҢ ТҮРЛІ СТРАТЕГИЯЛАРДЫҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ. 4-ЖЫЛДЫҚ
ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

¹ КЕАҚ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», 050010, Алматы,
Абай даңғылы 8, Қазақстан, *e-mail: mr.orken@yandex.kz

² КЕАҚ «М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті»,
160012, Шымкент, Тауке Хан даңғылы 5, Қазақстан

Бұл мақалада алма (*Malus pumila*) ағаштарындағы қоректік заттарды басқарудың әртүрлі стратегиялары бағаланған Қазақстанның оңтүстігіндегі қарқынды алма бақтарының төрт жылдық зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеу аймақтың ерекше топырағы мен климатын ескере отырып, қоректендіру жоспарының ағаш өсуіне, өнімділігі мен жеміс сапасына әсерін бағалауға бағытталған. Тәжірибе ретінде 2014 жылы бақшаға отырғызылған 5 жылдық ағаштар 1,5 га аумақты алды және М9 егілген Джеромини алма ағаштарынан тұрды. Үш топ құрылды: қосымша қоректендірусіз бақылау тобы, жалпы қабылданған бағдарлама бойынша қоректендірілетін топ және фертигациясы бар алма ағашының қажеттілігін ескере отырып қоректендіретін топ. Ағаштардың өнімділігін бақылау үшін 2019-2022 жылдар аралығында фенологиялық және биометриялық бақылаулар жүйелі түрде жүргізілді. Топырақ пен жапырақ үлгілерінің құрамындағы қоректік заттарға талдау жасалды, сондай-ақ топырақтың рН пен тұздылығы анықталды. Емдеу топтары арасындағы елеулі айырмашылықтарды анықтау үшін статистикалық талдау қолданылды. Зерттеу жұмыстары сұр-қоңыр топырағы бар Түркістан облысында орналасқан қарқынды алма бақтарында жүргізілді. Зерттелетін аймақтың климаты континенттік, жазы ыстық

және құрғақ, жауын-шашын мөлшері шектеулі болды. Топырақ үлгілері қоректік заттар мен микроэлементтерге, агрофизикалық және агрохимиялық құрылымына сәйкес талданды. Нәтижелер бақылау тобында өнімділіктің төмендеу тенденциясын көрсетті, ал жалпы қабылданған бағдарлама мен жеке қоректендіру бағдарламасы бойынша өнімділіктің жоғарылау үрдісін көрсетті, соңғысы 2022 жылы төмендегенін көрсетті. Төрт жыл ішінде бақылау тобындағы өнімдердің тауар сапасының төмендеуін көрсетті. Біздің бағдарлама жалпы қабылданған әдіске қарағанда пішіні келіскен, дәмі тәттірек өнімді ұсынды. Дегенмен, біздің бағдарламадағы алманың сақталу мерзімі төмен. Ұсынылып отырған бағдарлама топырақ құнарлылығы мен экономикалық тиімділікке оң әсер ететінін ескерсек, оңтайлы таңдау болып табылады. Бұл зерттеудің нәтижелері қоректік заттарды басқарудың әртүрлі стратегия-ларының бақтағы алма ағаштарының өсуіне, денсаулығы мен өнімділігіне әсері туралы құнды түсінік береді. Бұл ақпарат алма ағаштары үшін қоректік заттарды басқаруды оңтайландыруға ұмтылатын бағбандар мен зерттеушілер үшін пайдалы болуы мүмкін. Зерттеу сонымен қатар алма бақтарында қоректік заттарды басқару стратегияларын әзірлеу кезінде бақ сипаттамалары мен қоршаған орта жағдайлары сияқты әртүрлі факторларды ескерудің маңыздылығын көрсетеді.

Түйінді сөздер: қоректік заттарды басқару стратегиялары, алма бақтары, *Malus pumila*, өсу және өнімділік, жеміс сапасы, Оңтүстік Қазақстан, қоректендіру жоспары.

РЕЗЮМЕ

О. Жандыбаев^{1*}, А. Малимбаева¹, Г. Елибаева²

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ ЯБЛОНИ (*MALUS PUMILA*) В ИНТЕНСИВНЫХ САДАХ КАЗАХСТАНА.

РЕЗУЛЬТАТЫ 4-ЛЕТНЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
050010, Алматы, проспект Абая 8, Казахстан,

*e-mail: mr.orken@yandex.kz

²НАО «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова»,
160012, Шымкент, проспект Тауке Хана 5, Казахстан

В данной статье представлены результаты четырехлетнего исследования интенсивных яблоневых садов на юге Казахстана, в котором оценивались различные стратегии управления элементами питательными на яблонях (*Malus pumila*). Исследование было направлено на оценку влияния планов питания на рост деревьев, продуктивность и качество плодов с учетом уникальных почв и климата региона. Эксперимент, заложенный в саду 2014 году с 5-летнего возраста, занимал площадь 1,5 га и состоял из яблонь Джеромини, привитых на подвой М9. Были созданы три группы: контрольная без дополнительного питания, группа с питанием по общепринятой программе и группа с питанием с учетом потребностей яблони с фертигацией. Фенологические и биометрические наблюдения проводились регулярно с 2019 по 2022 год для мониторинга продуктивности деревьев. Образцы почвы и листьев были проанализированы на содержание питательных веществ, а также были оценены такие свойства почвы, как pH и соленость. Статистический анализ был использован для выявления существенных различий между группами лечения. Исследования проводились в интенсивных яблоневых садах, расположенных в Туркестанской области, известной своей серо-бурой почвой. Климат в районе исследования характеризовался как континентальный, с жарким и сухим летом и ограниченным количеством осадков. Образцы почвы были проанализированы на агрофизические и агрохимические свойства, включая содержание питательных веществ и микроэлементов. Результаты показали, что в контрольной группе наблюдалась тенденция к снижению урожайности, в то время как по общепринятой программе, так и по программе индивидуального питания наблюдалась тенденция к повышению урожайности, причем последняя показала снижение в 2022 г. За четырехлетний период плоды из контрольной группы показали снижение товарных качеств. Наша программа продемонстрировала аналогичную сладость, превосходную форму и

выход продукта по сравнению с традиционным методом. Однако сохранность яблок в нашей программе была ниже. Тем не менее, учитывая положительное влияние на плодородие почвы и экономическую эффективность, наша программа представляется оптимальным выбором. Результаты этого исследования дают ценную информацию о влиянии различных стратегий управления питательными веществами на рост, здоровье и продуктивность яблонь в саду. Эта информация может быть полезна садоводам и исследователям, стремящимся оптимизировать методы управления питательными веществами для яблонь. В исследовании также подчеркивается важность учета различных факторов, таких как характеристики сада и условия окружающей среды, при разработке стратегий управления питательными веществами в яблоневых садах.

Ключевые слова: стратегии управления элементами питания, яблоневые сады, *Malus pumila*, рост и продуктивность, качество плодов, Южный Казахстан, индивидуальный план питания.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

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

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

3 Yelibayeva Gulmira Isataevna - Senior Lecturer, Candidate of Biological Sciences, e-mail: isataevna@mail.ru

FTAMP: 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.2.78](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.2.78)

Р.Ш. Кузданова^{1*}, В.Г. Черненко¹, Е.Т. Нұрманов¹
КАРТОПТЫҢ ТАМАША СОРТЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІ МЕН АЗОТПЕН ҚОРЕКТЕНУ
ЖАҒДАЙЛАРЫНЫҢ БАЙЛАНЫСЫ

¹*«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті»
КеАҚ, 010011, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62, Қазақстан,*

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

Аннотация. Мақалада азотпен қоректену жағдайларының картоптың Тамаша сортының өнімділігі мен сапасына әсерін зерттеу бойынша үш жылдық (2015-2017) зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Зерттеулер құрамында қарашірік мөлшері 2,73-2,79 %, жалпы азот - 0,147-0,172 %, жалпы фосфор - 0,20-0,25 %, жылжымалы фосформен және калиймен қамтамасыз етілу деңгейі жоғары, нитрат азотының мөлшері төмен, топырақ ерітіндісінің әлсіз сілтілі реакциясы Орталық Қазақстанның ауыр құмбалшықты құңгірт қара-қоңыр карбонатты топырақтарында жүргізілді. Зерттеу жұмыстары картоптың азот тыңайтқыштарына жоғары жауаптылығын көрсетті. Зерттеу нәтижелері бойынша картоп өнімділігінің топырақтағы нитраттар азотының мөлшерімен жоғары корреляциялық байланысы анықталды ($R=0,85-0,96$), картоптың Тамаша сорты үшін топырақтың 0-40 см қабатындағы нитраттар азотының оңтайлы деңгейі анықталды - 17-19 мг/кг. Топырақтағы нитраттар азотының жоғарылауы картоптың крахмалдылығын аздап төмендетті.

Түйінді сөздер: топырақ, азот тыңайтқыштары, картоп, өнімділік, сапа, байланыс.

КІРІСПЕ

Картоп (*Solanum tuberosum* L., тұқ. *Solanaceae*) - құнды азық-түлік, жем-шөптік және техникалық дақыл. Өсімдік шаруашылығы өнімдерінің әлемдік өндірісінде картоп күріш, бидай, жүгерімен қатар бірінші орындардың бірін алады. Ол әлемнің барлық дерлік елдерінде өсіріледі. Өйткені, академик Д. Н.Прянишников: «Картоп өсіру - бұрын біреуі өскен жерде үш масақ алу сияқты», - деді [1, 2].

Картоптың негізгі тағамдық компоненті - крахмал түріндегі көмірсулар болып табылады. Сұрыпқа байланысты оның түйнектерінде 17-ден 30 %- ға дейін құрғақ зат бар, оның 70-80 %- ы крахмалдан және 3 %- ға дейін ақуыз заттарынан тұрады. Картоп түйнектері С, В, А, РР дәрумендеріне және темір, кальций, калий, магний, натрий, фосфор, йод және т.б. Минералды тұздарға бай және көптеген көкөністер мен жеміс дақылдарынан

асып түседі [1, 2]. Азық-түлікті тұтыну-дың бекітілген ғылыми негізделген физиологиялық нормаларына сәйкес әр адам жылына кемінде 100 кг картоп тұтынуы керек [3].

Елдің картопқа қажеттілігін қамтамасыз ету үшін қолда бар егіс алқаптарын сақтап, кеңейтіп, топырақтың құнарлылығын арттырмай осы дақылдың өнімділігі мен сапасын арттыру мүмкін емес, сондай-ақ өндіріске биотикалық және абиотикалық факторларға төзімділігімен, жоғары сақталуымен және өнеркәсіптік өңдеуге жарамдылығымен ерекшеленетін жаңа отандық бәсекеге қабілетті, өнімділігі жоғары картоп сорттарын енгізу маңызды.

Қазақстанда картоптың өнімділігі салыстырмалы түрде қолайлы топырақ-климаттық жағдайларға қарамастан төмен. Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің ұлттық статистика бюросының деректері бойынша 2022 жылы

картоптың өсіру алаңы 199,5 мың га, өнімділігі 20,5 т/га құрады, бұл Еуропа, АҚШ, Канада және т. б. дамыған елдердің көрсеткіштерімен салыстырғанда айтарлықтай төмен [4].

Картоптың қалыпты өсуі мен дамуы үшін көптеген қоректік заттар қажет [5]. Картоптың топырақтан қоректік заттарды шығаруы топырақ-климаттық жағдайларға, оны өсіру тәсілдеріне және топырақтың құнарлылығына, сорттық ерекшеліктеріне және т. б. байланысты.

Азотпен қоректену жағдайлары картоптың дамуы мен өнімділігіне тікелей әсер етеді. Азот жетіспегенде картоп нашар дамиды, оның жапырақтары ашық-жасыл түске ие, бұл түйнектердегі крахмалдың мөлшері мен өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. Артық бір жақты азотпен қоректену де жағымсыз: ол пәлектің шамадан тыс дамуын тудырады, бұл жағдайда түйнектердің өсуі кешіктіріледі, вегетациялық кезеңі ұзарады, қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына төзімділігі төмендейді. Картоптың оңтайлы азотпен қоректенуі вегетативті мүшелердің тез қалыптасуына, фотосинтездің қарқынды өтуіне себеп болады және вегетация кезінде топырақ ылғалдылығының қорын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді [6, 7].

Қазақстанда картопты зерттеуге [8-13 және т.б.] көптеген жұмыстар арналды, онда биология, селекция және дақылды өсіру технологиясы мәселелеріне баса назар аударылды. Сонымен қатар, Орталық Қазақстан жағдайында азотпен қоректену мәселелері және азот тыңайтқыштарының картоптың өнімділігі мен сапасына әсері қарастырылмады. Себептердің бірі - картоптың топырақпен қоректену жағдайларына және оның фосфор мен калиймен жеткілікті қамтамасыз етілуі жағдайында азот тыңайтқыштарына жауаптылығына қойылатын талаптарды жеткіліксіз зерттеу, бұл біздің зерттеуіміздің

тақырыбы болды.

Осыған байланысты бізбен картоптың минералды қоректену жағдайына қойылатын биологиялық талаптарын және оның азот тыңайтқыштарына жауаптылығын зерттеу мақсаты қойылды.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеу нысаны. Зерттеулер Қарағанды облысы, Бұқар-Жырау ауданының «Қарағанды өсімдік шаруашылығы және селекциясы ҒЗИ» ЖШС-нің ауыр құмбалшықты күңгірт қара-қоңыр карбонатты топырақтарында жүргізілді. Тәжірибе топырағындағы қарашірік мөлшері - 2,73-2,79 %, жалпы азот - 0,147-0,172 %, жалпы фосфор - 0,20-0,25 %, жылжымалы фосформен және калиймен қамтамасыз етілу деңгейі жоғары, нитрат азотының мөлшері төмен, рН-ы әлсіз сілтілі (8,00-ден жоғары).

Тәжірибе азоттың 4 аясында жасалынды - табиғи (бақылау) және 30, 60, 90 кг ә.е.з./га енгізу арқылы жасалған. Азот тыңайтқыштары егін себер алдындағы көктемгі қопсытуға аммоний селитрасы (Naa) түрінде енгізілді. Мөлдек ауданы - 20,0 м². Тәжірибе үш қайталауда салынды. Отырғызу нормасы - 3,5 т/га. Сорт Тамаша, Сорт ерте пісетін, жоғары аспаздық және дәмдік қасиеттері бар, қоршаған ортаның абиотикалық факторларына салыстырмалы түрде төзімді [14, 15].

Көктемде картоп отырғызар алдында ылғал мен қоректік заттардың мөлшерін анықтау үшін тәжірибенің барлық нұсқаларынан топырақ үлгілері 0-20, 20-40 см тереңдікке, ал бақылау нұсқасында әр 20 см сайын 1 м-ге дейін алынды.

Зерттеу әдістері. Топырақ талдаулары карбонатты топырақтар үшін агрохимияда жалпы қабылданған әдістермен жүргізілді. Алынған үлгілерде келесі көрсеткіштер анықталды: топырақтың ылғалдылығы - салмақтық

әдіспен, нитрат азоты – дисульфофенол қышқылымен реакция арқылы (Грандваль-Ляжу әдісі бойынша), жылжымалы фосфор мен алмасатын калий бір топырақ сығындысынан – Мачигин бойынша [16, 17].

Алынған мәліметтерді статистикалық өңдеу Б.А. Доспехов әдістемесі бойынша жүргізілді [18].

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

«ҚАШСҒЗИ» ЖШС жағдайында зерттеу жылдарындағы ауа райы жағдайлары жылу жағынан да, ылғалмен қамтамасыз етілу жағынан да әр түрлі қалыптасты, бірақ Орталық Қазақстанның климатына тән болды (1-кесте). Мәселен, орташа көпжылдық көрсеткіштер бойынша 304,9 мм жауын-шашын болғанда, 2014-2015 ауыл шаруашылығы

жылы 394,4 мм, 2015-2016 – 401,8 мм, 2016-2017 – 308,8 мм жауын-шашын түсті.

Шаруашылық жағдайында 2014-2015 жылды ылғалдандыру сипаты бойынша қалыпты деп есептеуге болады. Жыл салыстырмалы түрде күзде және қыста суық, көктемде ылғалды, ұзаққа созылған болды. Жылдық жауын-шашын мөлшері орташа көпжылдық көрсеткіштен 90 мм-ге жоғары болуымен ерекшеленді. Дақылдың вегетациялық кезеңінде (мамыр-тамыз) 169 мм жауын-шашын түсті, бұл көпжылдық орташа көрсеткіштен 34 мм-ге көп. Вегетация кезеңінде ауа температурасының төмендеуі байқалды, әсіресе тамыз айында, бұл суару жағдайында салыстырмалы түрде қолайлы ылғалдандыру режиміне қарамастан, картоптың өнімділігіне

Кесте 1 - Тәжірибе жүргізілген жылдардағы метеорологиялық жағдайлар (ҚАШСҒЗИ метеопостының мәліметтері бойынша)

Айлар	Жауын-шашын, мм						
	орташа көпжылдық	2014/2015	±	2015/2016	±	2016/2017	±
IX-IV	168,6	224,5	+55,9	204,8	+36,2	169,3	+0,7
Мамыр	36,6	69,1	+32,5	16,5	-20,1	39,4	+2,8
Маусым	32,5	47,5	+15,0	43,5	+11,0	32,9	+0,4
Шілде	43,6	44,2	+0,6	127,9	+84,3	43,6	-
Тамыз	23,6	9,1	-14,5	9,1	-14,5	23,6	-
V-VIII	136,3	169,9	+33,6	197,0	+60,7	139,5	+3,2
А.ш. жылы	304,9	394,4	+89,5	401,8	+96,9	308,8	+3,9
Орташа ауа температурасы, °C							
Мамыр	13,4	13,6	+0,2	13,4	-	14,4	-1,1
Маусым	19,0	18,6	-0,4	17,6	-1,4	19,9	+0,2
Шілде	20,2	20,3	+0,1	18,9	-1,3	17,5	+2,6
Тамыз	18,1	14,4	-3,7	17,7	-0,4	19,6	+0,3
V-VIII	17,7	16,7	-1,0	16,9	-0,8	17,8	-0,1

2015-2016 ауыл шаруашылық жыл ылғалдылықтың жоғарылауымен сипатталды, бір жыл ішінде 401,8 мм жауын-шашын түсті, бұл орташа көпжылдықтардан 96,9 мм-ге көп. Шілде айында жауын-шашынның көп болуына

(127,9 мм немесе 3 норма түсті) және топырақтың жоғары ылғалдылығына байланысты картоптың жер үсті массасы фитофтороз ауруына ұшырады, бұл картоп дақылының қалыптасуына әсер етті.

2016-2017 ауыл шаруашылық жылдағы климаттық жағдайлар орташа көпжылдықтар деңгейінде болды. Алайда мамыр-маусым айларындағы төмен температура картоп түйнектерінің пайда болу мерзіміне теріс әсер етті.

Гидротермиялық жағдайлар топырақтағы өнімді ылғалдың мөлшеріне әсер етті. Зерттеу жылдарында картоп отырғызар алдында бір метрлік қабаттағы өнімді ылғал қоры 2015 жылы - 242 мм, 2016 жылы - 193 мм, 2017 жылы - 187,5 мм болды. Өнім жиналғанға дейін ылғал мөлшері осы деңгейде сақталды. 2017 жылы гүлдену кезеңінде топырақтың метрлік қабатында өнімді

ылғалдың шамалы төмендеуі байқалды.

Картоп отырғызар алдында топырақтың 0-40 см қабатындағы өнімді ылғал мөлшері зерттеу жылдары бойынша сәйкесінше 70,1 мм, 55,9 мм және 73,3 мм-ді құрады. Картоптың бүршіктену және гүлдену кезеңінде суару жүргізілді (200-300 м³), бұл егін жинауға дейін ылғалдылықты қанағаттанарлық күйде сақтауға мүмкіндік берді.

Қалыптасқан гидротермиялық режим топырақтың процестеріне және картоптың минералды қоректену жағдайларына әсер етті. Зерттеу жылдарында топырақтағы қоректік заттардың мөлшері әртүрлі болды (2-кесте).

Кесте - 2. Картоп отырғызар алдындағы топырақтағы жылжымалы қоректік заттардың мөлшері, мг/кг

Топырақ қабаты, см	2015 ж.			2016 ж.			2017 ж.		
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-20	9,8	86,0	845	20,4	82,4	951	7,8	72,2	851
20-40	7,8	53,2	545	18,2	56,0	730	7,3	69,8	732
0-40	8,8	69,6	695	19,3	69,2	840	7,6	71,0	791
40-60	9,0	41,6	510	22,2	36,4	590	3,4	38,1	490
60-80	8,4	18,8	258	18,2	14,8	269	3,2	16,6	267
80-100	7,8	8,4	240	17,8	15,2	280	2,8	6,8	238

Топырақтағы өсімдіктердің азотпен қоректенуінің негізгі көзі нитрат азоты болып табылады [19, 20].

Картоп отырғызар алдында 2015, 2017 жылдары топырақтың 0-40 см қабатындағы нитрат азотының мөлшері төмен деңгейде болды: 7,6-8,8 мг/кг, бұл картоп үшін оңтайлы деңгейден [19, 20] едәуір төмен, ал 2016 жылы сәйкесінше 19,3 мг/кг орташа қамтамасыз етілген. Дәл осы деңгейде оның мөлшері 40-60 см қабатта және бір метрге дейін тереңдікте байқалды, бұл азот нитраттарының тамыр қабатынан тыс жоғары миграциясын көрсетеді.

2015 және 2016 жылдары картоптың вегетациясы кезінде топырақтың 0-40 см қабатындағы нитрат азотының мөлшері бүршіктену фазасына аздап тө-

мендеді (тиісінше 6,7 және 15,1 мг-ға дейін), бұл азоттың қарқынды тұтынуымен байланысты және гүлдену фазасына сәйкесінше 7,6 және 18,1 мг-ға дейін өсті, бұл ағымды нитрификациямен түсіндірілуі мүмкін. 2017 жылы топырақтағы нитрат азотының мөлшері төмен деңгейде қалды және гүлдену кезеңінде 0-40 см топырақ қабатында 8,6 мг/кг құрады.

Жыртылатын және жыртылатын қабаттың астындағы жылжымалы фосфордың мөлшері өте жоғары болды (72-86 мг/кг), бұл алдыңғы жылдары картоптың астына органикалық тыңайтқыштардың үлкен дозаларын енгізумен байланысты. Топырақ кескіні бойынша фосфордың күрт төмендеуі байқалды. Оның негізгі мөлшері 0-20 см

қабатта шоғырланған, бұл өсімдіктерді фосформен қамтамасыз етуде жыртатынын топырақ қабатының фосфоры маңызды рөл атқаратынын көрсетеді [20-22]. Вегетациялық кезеңде оның мөлшері салыстырмалы түрде тұрақты болды.

Фосфор сияқты жылжымалы калийдің мөлшері өте жоғары болды (топырақтың 0-20 см қабатындағы 845-951 мг/кг). Топырақ кескіні бойынша калийдің төмендеуі байқалды. Оның вегетациялық кезеңдегі динамикасы әлсіз

болды, бұл топырақтың басқа фракциялар арқылы топырақ ерітіндісінің концентрациясын қалпына келтіру қабілетімен түсіндіріледі.

Осылайша, шаруашылық жағдайында өнімділікті шектейтін фактор топырақтағы нитрат азотының мөлшері болған. Бұл азот тыңайтқыштарының тиімділігіне әсер етті.

Азот тыңайтқыштарын қолдану топырақтағы нитрат азотының едәуір артуына ықпал етті (3-кесте).

Кесте 3 - Картоп егістігіндегі азот тыңайтқыштарының топырақтағы нитраттардың азот мөлшеріне әсері, мг/кг

Енгізілді, кг/га ә.е.з.	Топырақ қабаты, см	N-NO ₃ мөлшері, мг/кг		
		2015 ж.	2016 ж.	2017 ж.
0	0-20	7,5	22,0	12,6
	20-40	6,4	19,6	12,1
	0-40	7,0	20,8	12,3
N30	0-20	12,4	27,1	22,3
	20-40	9,4	22,4	11,0
	0-40	10,9	24,8	16,6
N60	0-20	18,6	31,8	26,4
	20-40	13,3	25,7	13,1
	0-40	16,0	28,8	19,8
N90	0-20	24,2	38,6	33,8
	20-40	15,6	27,0	19,4
	0-40	19,9	32,8	26,6

Кестеден көрініп тұрғандай, азотпен тыңайтылған нұсқаларда нитрат азотының мөлшері 2-3 есе өсті. Азот дозаларының жоғарылауымен топырақтағы нитрат азотының мөлшері де көтерілді. 2015 жылы топыраққа 90 кг/га ә.е.з. мөлшерде тыңайтқыш енгізу N-NO₃ мөлшерін бақылауда 7 мг/кг-нан 19,9 мг-ға, 2016 жылы 20,8 мг-нан 32,8 мг-ға, 2017 жылы 12,3 мг-нан 26,6 мг-ға дейін арттырған.

Азот тыңайтқыштарын қолдану топырақтағы жылжымалы фосфор мен калийдің мөлшеріне әсер етпеді, олардың мөлшері өте жоғары деңгейде қала берді.

Зерттеу нәтижелері топырақтағы азот мөлшерінің төмен болуы картоптың азотқа қажеттілігі жоғары болғанын көрсетті.

Азот тыңайтқыштарының картоп өнімділігіне әсері туралы зерттеу нәтижелері 4-кестеде келтірілген.

Кесте 4 - Азот тыңайтқыштарының картоп өнімділігіне әсері, т/га

Енгізілді, кг/га э.е.з.	2015 ж.			2016 ж.			2017 ж.		
	өнімділік	қосымша өнім		өнімділік	қосымша өнім		өнімділік	қосымша өнім	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
О	29,6			20,2			28,3		
N30	35,6	6,0	20,3	26,6	6,4	31,7	30,1	1,8	6,4
N60	36,2	6,6	22,3	24,4	4,2	20,8	34,7	6,4	22,6
N90	35,5	5,9	19,9	23,5	3,3	16,3	30,2	1,9	6,7
m, %		2,93			1,93			2,23	
НСР ₀₅		2,75			0,75			2,00	

Кестеден көріп отырғанымыздай, азот тыңайтқыштарын қолдану бақылаумен салыстырғанда картоптың өнімділігін едәуір арттырды. Әр жылдары ең жақсы нәтиже қолданылған тыңайтқыштардың әртүрлі дозаларымен қамтамасыз етілді.

Мәселен, 2015 жылы бақылаудағы өнім 29,6 т/га болғанда, ең жоғары қосымша өнім N60 кг э.е.з./га енгізуден алынды. Өнімділік 36,2 т/га (бақылауға 6,6 т/га немесе 22,3 %) құрады. Дегенмен, нұсқалар арасындағы қосымша өнімнің жоғарылауы айырмашылығы небәрі 0,7 т/га болды. Бұл азот тыңайтқыштары топырақтағы нитрат азотының төмен деңгейі жағдайында оң нәтиже беретінін көрсетеді.

2016 жылы ауа температурасы төмен, топырақтың ылғалдылығы жоғары жағдайында картоптың Тамаша сорты фитофтороз ауруына байланысты өнімділік күрт төмендеді. Нәтижесінде өнімділік 2015 жылмен салыстырғанда айтарлықтай төмен болды. Бақылаудағы өнімділік 20,2 т/га құрады. Қолданылған азот тыңайтқыштарының тиімділігі топырақтағы нитрат азотының салыстырмалы түрде жоғары болуына байланысты төмен болды. Ең жоғары қосымша өнім N30 кг э.е.з./га енгізуден алынды. Бақылаумен салыстырғанда өнімділіктің 31,7 %-ға артуы топырақтағы N-NO₃ мөлшерінің 20,8 мг-нан 24,8 мг/кг-ға дейін жоғарылауымен алынды. Топырақтағы азоттың одан әрі

артуы өнімге кері әсерін тигізіп, қосымша өнім төмендеді.

2017 жылы ең жоғары қосымша өнім N60 енгізуден болды, сәйкесінше топырақтың 0-40 см қабатындағы 19,8 мг/кг N-NO₃ аясында - 22,6 %. Орташа алғанда, үш жыл ішінде N60 енгізу ең жоғары қосымша өнім берді. Осылайша, азот тыңайтқыштарының тиімділігі топырақтағы нитрат азотының және енгізілген тыңайтқыштардың мөлшеріне, климаттық ерекшеліктеріне байланысын көрсетті.

Тәжірибелер нәтижесінде азотпен қоректену жағдайларының картоп өнімділігімен байланысы зерттелді.

Солтүстік Қазақстанның әртүрлі ауа райы және топырақ жағдайларында топырақтың азот құбылымын және азот тыңайтқыштарының тиімділігін көпжылдық зерттеулер негізінде, В.Г. Черненко азоттың барлық түрлерінің ішінде, азот тыңайтқыштарының тиімділігі мен дақылдардың өнімділігімен ең тығыз байланыс топырақтың 0-40 см қабатындағы себер алдында нитраттар азотының мөлшері беретіні анықталды [19, 22].

Зерттеулер нәтижесінде топырақтағы нитраттар азотының мөлшері мен өнімділігі арасындағы жоғары корреляциялық байланыс орнатылды (сурет 1, 2).

2015 жылы нитрат азотының мөлшері төмен (7,0 мг/кг) болғанда, азот тыңайтқыштарын енгізу (N90 дозасын-

да) $N-NO_3$ мөлшерін 19,9 мг/кг-ға дейін және картоптың өнімділігін 29,6-дан 35,5 тоннаға дейін арттырды, бұл 1 суреттен көрінеді. Картоптың ең жоғары өнімі $N-NO_3$ мөлшері 16,0 мг/кг болған кезде қалыптасты. 1-суреттен нитрат азотының оңтайлы мөлшері 17 мг/кг деңгейінде екенін көруге болады ($R=0,93$).

2017 жылы картоптың өнімділігі ($r=0,85$) мен топырақтың 0-40 см қабатындағы $N-NO_3$ мөлшері 19 мг/кг деңгейінде жоғары байланыс ($R=0,85$) алынды (2 сурет).

2016 жылы топырақтағы азоттың жоғары бастапқы мөлшеріне байланысты оптимумды анықтау мүмкін болмады.

Топырақтағы маңызды элементтердің оңтайлы критерийлерін анықтау өте маңызды. Бұл топырақтың құнарлылығын мақсатты түрде басқаруға мүмкіндік береді. Картоп үшін топырақтағы азоттың оңтайлы деңгейін және топырақтағы нақты мөлшерді біле оты-

рып, В.Г. Черненконың оңтайландыру формуласы (1) қазіргі ауа-райында ең көп өнім беретін азот тыңайтқыштарының оңтайлы мөлшерін анықтауға мүмкіндік береді [19, 20, 22]:

$$D_N = (N_{\text{опт.}} - N_{\text{факт.}}) \times K \times PK_{\text{увл.}}, \quad (1)$$

мұнда:

D_N - азот тыңайтқыштарының қажетті дозасы, кг/га ә.е.з.;

$N_{\text{опт.}}$ - топырақтың 0-40 см қабатындағы $N-NO_3$ оңтайлы мөлшері, мг/кг;

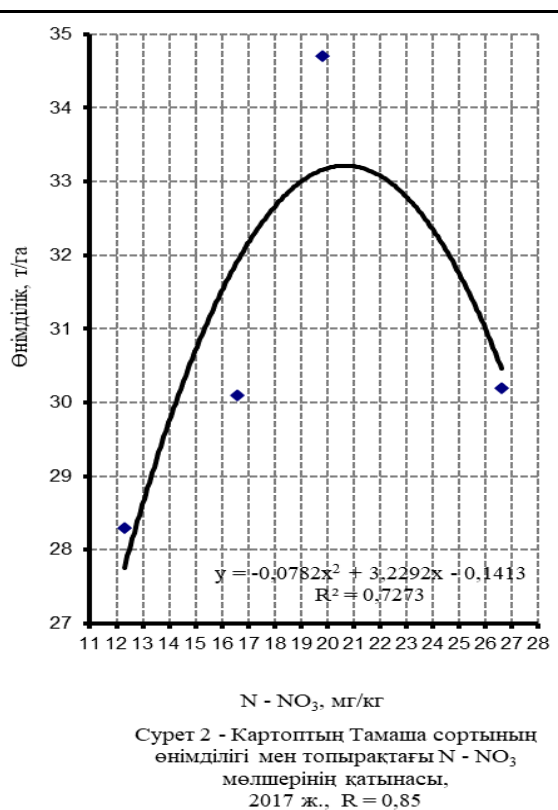
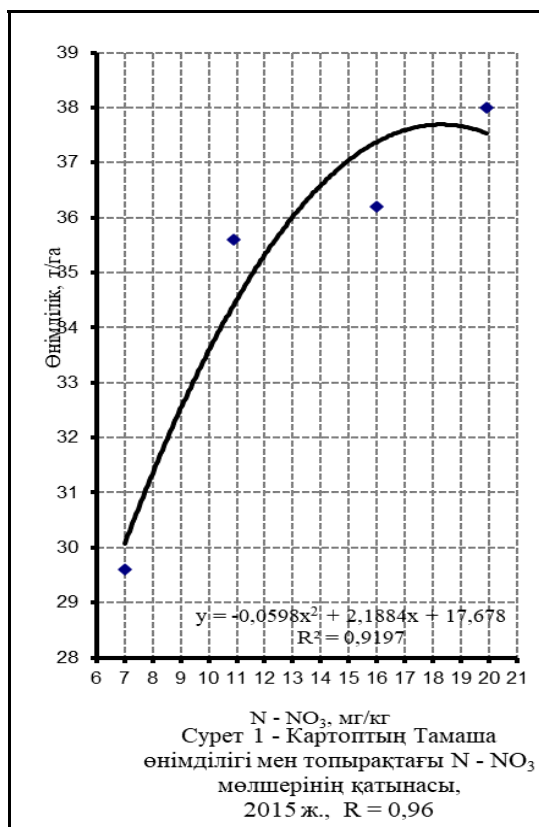
$N_{\text{факт.}}$ - топырақтың 0-40 см қабатындағы $N-NO_3$ нақты мөлшері, мг/кг;

K - 7,5 кг-ға тең топырақтың 1 мг $N-NO_3$ тыңайтқыш эквиваленті;

$PK_{\text{увл.}}$ - түзету коэффициенті.

Суару жағдайында ылғалдандырудың түзету коэффициентін ескермеуге де болады.

Осылайша, картоптың Тамаша сорты үшін топырақтағы нитраттар азотының оңтайлы деңгейін 17-19 мг/кг деп санауға болады.



Минералды тыңайтқыштардың өсімдік өнімділігіне әсері олардың дақыл сапасына әсері де маңызды. Ауылшаруашылық өнімдерінің мақсатына оның сапасын арттыру үшін қажетті минералды қоректену жағдайлары да байланысты. Өсімдіктердің өсуі мен дамуының әлеуетті мүмкіндіктері минералды қоректенудің оңтайлы жағдайында ғана жүзеге асырылуы мүмкін. Тыңайтқыштардың топырақ пен өсімдіктердің химиялық құрамына әсерін зерттей отырып, өнімнің сапасын мақсатты түрде өзгертуге болады.

Картоптың тағамдық құндылығының көрсеткіштері түйнектердегі жеке химиялық компоненттердің құрамына байланысты. Түйнектерде жиналатын химиялық қосылыстардың мөлшері картоптың сортына, топырақ-климаттық жағдайларға, ауылшаруашылық технологиясының ерекшеліктеріне және т.б. байланысты өзгереді [5].

Зерттеу нәтижесінде, қолданылған азот тыңайтқыштары картоп өнімінің сапасына әр түрлі әсер еткенін көрсетті (5-кесте).

Кесте 5 – Азот тыңайтқыштарының картоптың өнім сапасына әсері, % (орташасы)

Енгізілді, кг/га ә.е.з.	Ылғалдылық	Құрғақ зат	Күл	Крахмал
0	80,7	19,3	0,81	18,65
N30	80,6	19,4	0,92	16,57
N60	81,4	18,6	0,80	16,60
N90	80,6	19,4	0,87	15,71

Картоптағы ылғалдылықты анықтау маңызды шаралардың бірі болып табылады. Өйткені, ондағы биохимиялық процестердің қарқындылығы, әсіресе өнімді қыста сақтау кезінде оның жарамдылығы бойындағы ылғалдылыққа байланысты. Құрғақ зат картоптың шикі түйнектерінің жалпы массасының орта есеппен 25 % құрайды. Құрғақ заттың құрамы бойынша картоп дәнді дақылдарға жақын, олардың мөлшері крахмалдан асып, ақуыз мөлшері жағынан төмен [5]. Сондықтан тәжірибеде алынған картоптың ылғалдылығы (немесе құрғақ зат) стандартқа жақын екенін есептеуге болады. Енгізілген азот тыңайтқыштары картоп түйнектердегі құрғақ затқа әсер етпеді.

Түйнектердегі күл мөлшері олардың шикі массасының орта есеппен 1 % құрайды. Түйнек күлінің шамамен 75 %-ы еритін бөлікке келеді. Күлдің құрамында 30-ға жуық макро және микроэлементтер табылды. Дәнді және басқа дақылдардың тұқымдарынан айырмашылығы, картоп күлінде калий

көп және фосфор аз болады [5]. Картоп өніміндегі күл мөлшері жылдар бойынша орта есеппен 0,80-нен 0,92% аралығында өзгерді. Зерттеу жұмыстары азот тыңайтқыштарының күл мөлшеріне әсері төмен болғанын және жыл ерекшеліктері сәйкес қандай да бір заңдылықтың болмағанын көрсетті.

Картоптың маңызды сапалық көрсеткіштерінің бірі - крахмал. Крахмал айтарлықтай мөлшерде (1-1,5 %) өсімдіктің әртүрлі мүшелерінде болады, бірақ негізінен түйнектерде жиналады, онда оның мөлшері кейде 20-25% немесе одан да көп жетеді [5]. Ол адамның тамақтануы үшін өте пайдалы қасиеттерге ие. Картоп крахмалы энергияның маңызды көзі ғана емес. Құрамында төзімді крахмал болғандықтан, ол тоқ ішек ауруларына, соның ішінде қатерлі ісікке қарсы маңызды профилактикалық құрал болып табылады [23].

Аюпов Е.Е., Апушев А.К., Габдулов М.А. минералды тыңайтқыштардың жоғары дозаларын қолдану түйнектердің саты-

лымын 9,5%-ға артты-ратынын, бірақ крахмал мен С витами-нінің шамалы төмендеуіне әкелетінін атап өтті [24].

Крахмалдың стандартты классификациясы бойынша 14-16 % орташа, 17-21 % жоғары болып саналады [25]. Тәжірибедегі картоп сапасы крахмал мөлшері бойынша жоғары деңгейді қамтиды. Зерттеулер нәтижелері бойынша енгізілген азот тыңайтқыштарының әсерінен оның мөлшері 18,65 %-дан бақылауда 15,71 %-ға дейін N90 нұсқасында төмендеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Орталық Қазақстанның ауыр құм-балшықты күңгірт қара-қоңыр карбонатты топырақтарында 2015-2017 жылдары картоптың Тамаша сорттың өнімділігі мен сапасына азотпен қоректену жағдайларының әсерін зерттеу бойынша жүргізілген зерттеулермен картоптың азотпен қоректену жағдайларын жақсартуға жоғары жауаптылығы анықталды. Азот тыңайтқыштарын қолдану картоп өнімділігін 20-30 %-ға арттырды. Фосфор мен калийдің жылжымалы

түрлерінің жоғары мөлшері өнімді шектемеді. Топырақтағы нитраттар азотының мөлшері мен картоптың Тамаша сортының өнімділігі арасында топырақтың 0-40 см қабатындағы 17-19 мг/кг N-NO₃ деңгейінде жоғары корреляциялық байланыс ($r=0,85-0,96$) орнатылды. Топырақтағы нитраттар азотының жоғарылауы картоптың крахмалдылығын аздап төмендетті. Дозаны дұрыс анықтаған кезде азот тыңайтқыштары өнімділіктің айтарлықтай өсуін ғана емес, сонымен қатар картоп түйнектерінің сапалық көрсеткіштерін жақсартады.

Зерттеу нәтижелері бойынша картоптың азот тыңайтқыштарының барлық жағдайда жоғары нәтижеге кепілдік беретін, белгілі бір бірыңғай дозасы болуы мүмкін емес екендігі анықталды, Әрбір жағдайда ол жеке болып табылады және топырақтағы нитраттар азотының мөлшерін оңтай-лы мөлшердің төменгі деңгейіне дейін жеткізе алатын доза жақсы нәтиже береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Альсмик П.И., Амбросов А.Л., Вечер А.С. и др. Физиология картофеля. - М.: Колос, 1979. - 272 с.
- 2 Бацанов Н.С. Картофель. - М.: 1970. - 376 с.
- 3 Приказ Министра национальной экономики РК от 9 декабря 2016 года № 503. Об утверждении научно обоснованных физиологических норм потребления продуктов питания. Зарегистрирован в Министерстве юстиции РК 13 января 2017 года, № 14674.
- 4 Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства. Валовый сбор сельскохозяйственных культур в Республике Казахстан (2022 г.) [Электронный ресурс] : Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Режим доступа: URL: <https://new.stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/5099/>, свободный.
- 5 Карманов С.Н., Кирюхин В.П., Коршунов А.В. Урожай и качество картофеля. - М.: Россельхозиздат, 1988. - 167 с.
- 6 Коршунов А.В. Картофель России// под ред. А.В.Коршунова. - М.: Колос, 2003. - 248 с.
- 7 Kumar, P., Pandey, S. K., Singh, B. P., Singh, S. V., Kumar, D. Effect of nitrogen rate on growth, yield, economics and crisps quality of Indian potato processing cultivars// Potato Res., - 2007.- №50. - P. 143-155.

8 Бабаев С.А. Сроки посадки картофеля в горных условиях Алма-Атинской области// Научные основы возделывания картофеля в Казахстане. - Алма-Ата, 1980. - С. 161-165.

9 Нургалиев А.Н. Урожайность картофеля в зависимости от сроков посадки в условиях Целиноградской области// Научные основы возделывания картофеля в Казахстане: Сб. тр. - Алма-Ата, 1980. - С. 91-96.

10 Красавин В.Ф. Результативность селекционной работы по картофелю в Казахстане. - Алматы, 1996. - С. 85.

11 Лигай Г.Л. Селекция картофеля на устойчивость к вирусным болезням в Казахстане// Вестник с.-х. науки Казахстана. 1999. - № 6. - С. 30-35.

12 Рахимжанов М.К. Эффективность элементов технологии возделывания картофеля в сухой степи Северного Казахстана: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. - Новосибирск, 2004. - 137с.

13 Рекомендации по технологии возделывания картофеля в Северном Казахстане// под ред. К.К. Абдуллаева, 2009. - 56 с.

14 Допущенные к использованию перспективные сорта и гибриды картофеля и овощебахчевых культур. - Алматы, 2004. - 46 с.

15 Сорта и гибриды картофеля и овощебахчевых культур селекции Казахского научно-исследовательского института картофелеводства и овощеводства, допущенные к использованию в Республике Казахстан. Каталог.-Астана, 2010. - 101 с.

16 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений: ГОСТ 28268-89. - М: Стандартиформ, 2006. - 8 с.

17 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26205-91. - М: Издательство стандартов, 1992. - 10 с.

18 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

19 Черненко В.Г. Азотный режим почв Северного Казахстана и применение удобрений. - Акмола: ААУ им. С.Сейфуллина, 1997. - 91 с.

20 Черненко В.Г. Научные основы и практические приемы управления плодородием почв и продуктивностью культур в Северном Казахстане. - Астана, 2009. - 66 с.

21 Диагностические подходы к построению оптимизированных систем удобрения зерновых культур на темно-каштановых почвах Северного Казахстана // Материалы Всесоюз. совещ. межвуз. координац. совета по агрохимии. - Алма-Ата, 1990. - С. 227-234

22 Черненко В.Г. Теоретические основы оптимизации и диагностики минерального питания зерновых культур в сухостепной зоне Северного Казахстана: дис. докт. с.-х. наук: 06.01.04. - Омск, 1993. - 55 с.

23 Картофель для питания: https://agrokorenevo.ru/kartofelya_dlya_pitaniya

24 Аюпов Е.Е., Апушев А.К., Габдулов М.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество сортов картофеля в условиях Западно-Казахстанской области// Ізденістер, нәтижелер. Исследования, результаты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: - Алматы, 2014: <https://articlekz.com/article/12555>, свободный.

25 Чечетко И., Лут Н. Картофель в категории// Зерно, 2007. - №12. - С. 15-18.

REFERENCES

- 1 Al'smik P.I., Ambrosov A.L., Vecher A.S. i dr. Fiziologiya kartofelya. - M.: Kolos, 1979. – 272 s.
- 2 Bacanov N.S. Kartofel'. - M.: 1970. - 376 s.
- 3 Prikaz Ministra nacional'noi ekonomiki RK ot 9 dekabrya 2016 goda № 503. Ob utverjdenii nauchno obosnovannyh fiziologicheskikh norm potrebleniya produktov pitaniya. Zaregistrirovan v Ministerstve yusticii RK 13 yanvarya 2017 goda № 14674.
- 4 Statistika sel'skogo, lesnogo, ohotnich'ego i rybnogo hozyaistva. Valovyi sbor sel'skohozyaistvennykh kul'tur v Respublike Kazahstan (2022 g.) [Elektronnyi resurs]. - Byuro nacional'noi statistiki Agenstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan. - URL: <https://new.stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/5099/>, svobodnyj.
- 5 Karmanov S.N., Kiryuhin V.P., Korshunov A.V. Urojai i kachestvo kartofelya. - M.: Rossel'hozizdat, 1988. - 167 s.
- 6 Korshunov A.V. Kartofel' Rossii // pod red. A.V.Korshunova. – M.: Kolos, 2003. – 248 s.
- 7 Kumar, P., Pandey, S. K., Singh, B. P., Singh, S. V., Kumar, D. (2007) Effect of nitrogen rate on growth, yield, economics and crisps quality of Indian potato processing cultivars// Potato Res., - №50. - P. 143-155.
- 8 Babaev S.A. Sroki posadki kartofelya v gornyh usloviyah Alma-Atinskoi oblasti// Nauchnye osnovy vozdel'yvaniya kartofelya v Kazahstane. - Alma-Ata, 1980. - S. 161-165.
- 9 Nurgaliev A.N. Urojainost' kartofelya v zavisimosti ot srokov posadki v usloviyah Celinogradskoi oblasti // Nauchnye osnovy vozdel'yvaniya kartofelya v Kazahstane: Sb. tr. - Alma-Ata, 1980. - P. 91-96.
- 10 Krasavin V.F. Rezul'tativnost' selekcionnoi raboty po kartofelyu v Kazahstane. - Almaty, 1996. P. 85.
- 11 Ligai G.L. Selekcija kartofelya na ustoichivost' k virusnym boleznyam v Kazahstane// Vestnik s.-h. nauki Kazahstana, 1999. - № 6. - S. 30-35.
- 12 Rahimjanov M.K. Effektivnost' elementov tehnologii vozdel'yvaniya kartofelya v suhoi stepi Severnogo Kazahstana: dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.09. - Novosibirsk, 2004. - 137s.
- 13 Rekomendacii po tehnologii vozdel'yvaniya kartofelya v Severnom Kazahstane // pod red. K.K. Abdullaeva, 2009. - 56 s.
- 14 Dopuschennye k ispol'zovaniyu perspektivnye sorta i gibridy kartofelya i ovoschebahchevykh kul'tur. - Almaty, 2004. - 46 s.
- 15 Sorta i gibridy kartofelya i ovoschebahchevykh kul'tur selekcii Kazahskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta kartofelevodstva i ovoshevodstva, dopuschennye k ispol'zovaniyu v Respublike Kazahstan. Katalog. - Astana, 2010. - 101 s.
- 16 Pochvy. Metody opredeleniya vlajnosti, maksimal'noi gigroskopicheskoi vlajnosti i vlajnosti ustoichivogo zavyadaniya rastenii: GOST 28268-89. - M: Standartinform, 2006. - 8 s.
- 17 Pochvy. Opredelenie podvijnykh soedinenii fosfora i kaliya po metodu Machigina v modifikacii CINA0: GOST 26205-91. - M: Izdatel'stvo standartov, 1992. - 10 s.
- 18 Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii). - 5-e izd., dop. i pererab. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 s.
- 19 Chernenok V.G. Azotnyi rejim pochv Severnogo Kazahstana i primenenie udobrenii. - Akmol'a:AAU im. S.Seifullina, 1997. – 91 s.

20 Chernenok V.G. Nauchnye osnovy i prakticheskie priemy upravleniya plodorodiem pochv i produktivnost'yu kul'tur v Severnom Kazahstane. - Astana, 2009. - 66 s.

21 Diagnosticheskie podhody k postroeniyu optimizirovannyh sistem udobreniya zernovyh kul'tur na temno-kashtanovyh pochvah Severnogo Kazahstana// Materialy Vsesoyuz. sovesch. mejvuz. koordinac. soveta po agrohimii. - Alma-Ata, 1990. - S. 227-234

22 Chernenok V.G. Teoreticheskie osnovy optimizacii i diagnostiki mineral'nogo pitaniya zernovyh kul'tur v suhostepnoi zone Severnogo Kazahstana: dis. ... dokt. s.-h. nauk: 06.01.04. - Omsk, 1993. - 55 s.

23 Kartoffel' dlya pitaniya: https://agrokorenevo.ru/kartofelya_dlya_pitaniya

24 Ayupov E.E., Apushev A.K., Gabdulov M.A. Vliyanie mineral'nyh udobrenii na uroжайnost' i kachestvo sortov kartofelya v usloviyah Zapadno-Kazahstanskoi oblasti/ Izdenister, nәtijeler. Issledovaniya, rezul'taty. - Almaty, 2014. [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://articlekz.com/article/12555/>, svobodnyj.

25 Chechetko I., Lut N. Kartoffel' v kategorii// Zerno, 2007. - №12. - S. 15-18.

РЕЗЮМЕ

Р.Ш. Кузданова^{1*}, В.Г. Черненко¹, Е.Т. Нурманов¹

ВЗАИМОСВЯЗЬ УСЛОВИЙ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ТАМАША

¹Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,

010011, Астана, пр. Женис, 62, Казахстан, *e-mail: roza_kuzdanova@mail.ru

В статье представлены результаты трехлетних (2015-2017 гг.) исследований по изучению влияния условий азотного питания на продуктивность и качество картофеля сорта Тамаша. Исследования проводились на темно-каштановых тяжелосуглинистых карбонатных почвах Центрального Казахстана с содержанием гумуса 2,73-2,79 %, общего азота - 0,147-0,172 %, общего фосфора - 0,20-0,25 %, с высоким уровнем обеспеченности подвижным фосфором и калием, низким содержанием нитратного азота, слабощелочной реакцией почвенного раствора. Исследования показали высокую отзывчивость картофеля на азотные удобрения. По результатам исследований выявлена высокая корреляционная связь продуктивности картофеля с содержанием азота нитратов в почве ($R=0,85-0,96$), определен оптимальный для картофеля сорта Тамаша уровень азота нитратов в 0-40 см слое почвы - 17-19 мг/кг. Повышенное содержание азота нитратов в почве незначительно снижало крахмалистость картофеля.

Ключевые слова: почва, азотные удобрения, картофель, продуктивность, качество, взаимосвязь.

SUMMARY

R.Sh. Kuzdanova^{1*}, V.G. Chernenok¹, E.T. Nurmanov¹

THE RELATIONSHIP OF NITROGEN NUTRITION CONDITIONS WITH THE PRODUCTIVITY OF TAMASHA POTATOES

¹S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, 010011, Astana,

Zhenis avenue, 62, Kazakhstan, *e-mail: roza_kuzdanova@mail.ru

The article presents the results of three-year (2015-2017) studies research on the influence of nitrogen nutrition conditions on the productivity and quality of potatoes variety Tamasha. The studies were carried out on dark brown heavy loamy carbonate soils of Central Kazakhstan with a humus content of 2.73-2.79 %, total nitrogen - 0.147-0.172 %, total phosphorus - 0.20-0.25 %, with a high level of availability of mobile phosphorus and potassium, low content of nitrate

nitrogen, slightly alkaline reaction of soil solution. Studies have shown a high responsiveness of potatoes to nitrogen fertilizers. According to the results of the research, a high correlation between potato productivity and the nitrate nitrogen content in the soil ($R=0.85-0.96$) was revealed, the optimal level of nitrate nitrogen in the 0-40 cm soil layer was determined for Tamasha potatoes - 17-19 mg/kg. The increased nitrogen content of nitrates in the soil slightly reduced the starchiness of potatoes.

Key words: soil, nitrogen fertilizers, potatoes, productivity, quality, relationship.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

1 Кузданова Роза Шахмановна –топырақтану және агрохимия кафедрасының аға оқытушысы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі,
e-mail: roza_kuzdanova@mail.ru

2 Черненко Валентина Григорьевна – топырақтану және агрохимия кафедрасының профессоры, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы,
e-mail: chemenok2@mail.ru

3 Нұрманов Ербол Төлешұлы –топырақтану және агрохимия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты,
e-mail: nur.erbol@inbox.ru

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

ГРНТИ 68.05.00; 68.05.45

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.2.91](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.2.91)А.А. Курманбаев^{1*}, Т.Р. Сундет¹**КОНЦЕПЦИЯ ПОЧВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ИНДИКАТОРЫ
ЗДОРОВЬЯ ПОЧВ**¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,*e-mail: wberel@gmail.com, tsundetovaa@gmail.com

Аннотация. В обзоре обсуждается микробиологический аспект концепции здоровья почвы. Концепция «Здоровье почв» является неотъемлемой частью концепции «Единое здоровье». В 2004 году на конференции «Единый мир, единое здоровье», были подчеркнуты связи между людьми, животными и окружающей средой в динамике болезней. В работе описаны методы оценки плодородия почвы по интегральным и отдельным показателям здоровья почвы и соответствующие шкалы оценки. Рассмотрены и описаны современные, апробированные тесты здоровья почвы. Приведены технические регламенты для стандартизации показателей здоровья почв.

Ключевые слова: единое здоровье, здоровье почвы, индикаторы здоровья почвы, микробиологические тесты здоровья почвы.

Здоровье почвы стало популярной темой в течение последних двух-трех десятилетий, однако самые ранние упоминания о здоровье почвы на самом деле датируются более чем 100-летней давностью.

В 2004 г. WCS (Общество охраны дикой природы, США) провело конференцию «Единый мир, единое здоровье» в ходе работы, которой были подчеркнуты связи между людьми, животными и окружающей средой в динамике болезней. И уже в 2007 г. подход «Единое здравоохранение» был рекомендован в США для планирования мероприятий по борьбе с глобальными вспышками заболеваний. Так вошло в научный обиход и в практику концепция One Health.

ФАО всемерно содействует применению подхода «Единое здоровье» в рамках преобразования агропродовольственной системы в интересах здоровья людей, животных, растений и окружающей среды. Основной задачей ФАО в рамках данной концепции является повышение устойчивости и способности к

восстановлению сельскохозяйственных систем, обеспечение безопасности пищевых продуктов и здорового питания, предотвращение трансграничных болезней, зоонозов и борьбу с ними [1].

С этой стороны концепция «Здоровье почвы - *Soil Health*» является неотъемлемой частью концепции *One Health*, хотя она возникла немного ранее в 90-е годы XX столетия [2].

Появление обсуждаемой концепции означает смену парадигмы в сознании почвоведов, аграриев ученых и практиков: пришло понимание, что физико-химические компоненты качества почвы важны только с точки зрения их влияния на проявление свойств биологической сути почвы. Биологическая активность почвы является ключевым показателем здоровья почвы благодаря интеграции того, как почвенные микроорганизмы реагируют на окружающую среду. Человечество зависит от упорядоченного функционирования почвы, управляемого населяющими ее почвенными организмами [3].

В последние годы наблюдается

лавинообразный рост научных публикаций по данной теме, поэтому хотелось бы прояснить ряд моментов концепции и измерения здоровья почвы.

Здоровые почвы (ЗП) обеспечивают регулирование и поддержку функций экосистемы, таких как круговорот питательных веществ, инфильтрация и удержание воды, газообмен, борьба с вредителями и болезнями, биоразнообразие и накопление углерода, многие из которых оказывают сильное влияние на продуктивность сельского хозяйства. Состояние почвы оценивается с помощью набора показателей, которые охватывают физические, химические и биологические свойства почвы. *Подходящий индикатор должен иметь сильную связь с целевой функцией почвы, быть чувствительным на изменения почвы, воспроизводимый и относительно недорогой для анализа.*

Состояние здоровья почвы в основном определяется разнообразием, структурой и функциями почвообитающих организмов, главным образом, микроорганизмов, поддерживающих ее экологический статус. Посредством количественной оценки состояния здоровья почвы можно объективно оценивать ее реальную биопродуктивность. Как биологическая категория здоровье почвы отражает динамическое состояние активности биологического компонента в органоминеральном комплексе почвы. Тесты здоровья почвы должны быть стандартизированы, замеряться в динамике и определяться инструментально.

Примером такого теста может быть показатель ее фитотоксичности (Гост Исо №220030-2009) [4].

Тесты «Здоровье почвы» позволяют увеличить эффективность использования удобрений за счет точного определения доступных питательных веществ и соответствующие нормы применения удобрений, что в итоге может принести пользу окружающей среде за

счет снижения потерь питательных веществ в атмосферу и природные воды.

Хорошо апробированными и информативными тестами ЗП в постоянно расширяющемся ассортименте тестов Solvita, являются «дыхание почвы», легкодоступный углерод и азот. На основании этих тестов можно судить о доступном для растений углероде и азоте в почве. Предлагается шкала плодородия на основе формулы:

$$\text{Кол-во } \text{CO}_2/10 + \text{ВЭОС}/100 + \text{ВЭОН}/100 = (\text{пример}) 87,6/10 + 222/100 + 26,7/100 = 8,76 + 2,22 + 2,67 = 13,7.$$

Где ВЭО – водноэкстрагируемый соответственно углерод и азот.

Шкала от 0 до 50. Хорошая почва должна иметь более 7 баллов. Значения показателей даны в ppm.

Ward Laboratories Inc. в своем руководстве предлагает шкалу здоровья почвы на основе теста «дыхание почвы» (таблица 1) [5].

Чем больше CO_2 производит почва, тем больше в ней жизни или тем выше микробная биомасса. Показатель отражает потенциал микробной активности почвы. Считается сильным показателем биологической активности почв.

Показатели дыхания почвы могут колебаться от почти нуля до 1000 частей на миллион CO_2 -С. Почва с очень низким баллом может проявлять симптомы медленного распада растительных остатков. С другой стороны, остатки могут очень быстро разлагаться в почве с высоким баллом.

Российский разработчик показателей ЗП Семенов А.М. с соавт. [6] на основе экспериментальных исследований предлагает иной безразмерный параметр определения ЗП, основанный на отклике почвенного микробоценоза в виде выделения углекислого газа на стрессовое воздействие. Ими было установлено, что любое напряжение на образцы грунта вызывает появление динамических волн на зависимости откли-

ка от времени. В случае отсутствия клика постоянно с учетом корректности нагрузки на образцы почвы значение от- его определения.

Таблица 1 - Ранжирование почвы по интенсивности дыхания почвы

CO ₂ -C в ppm	Ранг	Что это подразумевает
0-10	Очень низкий	Очень небольшой потенциал для микробной активности; медленное питательное вещество циклирование и разложение остатков; высокоуглеродистый остаток может длиться > 2-3 лет с ограниченным увлажнением; почти нет N. Дополнительный N может потребоваться из-за микробной иммобилизации.
11-20	Низкий	Минимальный потенциал круговорота питательных веществ; управление остатками все еще может быть проблемой; Очень мало или вообще нет кредита N
21-30	Ниже среднего	Некоторый потенциал круговорота питательных веществ; управление пожнивными остатками все еще может быть проблемой при длительном использовании культур с высоким содержанием углерода; Дан небольшой кредит N
31-50	Чуть ниже среднего	Потенциал микробной активности от низкого до умеренного; Некоторый N кредит может быть предоставлен
51-70	Чуть выше среднего	Умеренный потенциал для микробной активности; Умеренный N кредит может быть дан; Возможно, удастся начать сокращать применение некоторых азотных удобрений.
71-100	Выше среднего	Хороший потенциал для микробной активности; Умеренный кредит азота может быть предоставлен в зависимости от размера пула органического азота; Обычно может снизить норму внесения N
101-200	Высокий	Высокий потенциал микробной активности; может потребоваться больше углерода для поддержания микробной биомассы; может быть предоставлен средний или высокий кредит азота из доступных пулов органического азота; Сокращение азотных удобрений может быть значительным
>200	Очень высокий	От высокого до очень высокого потенциала микробной активности; разложение остатков может длиться <1 года; сохранение почвы покрытый может быть проблемой в некоторых системах; высокий потенциал минерализации азота и запасы азота из могут быть предоставлены имеющиеся пулы органического азота; азотное удобрение сокращение может быть существенным

Сбалансированная биоразнообразием микроорганизмов, это и есть здоровая почва, она может активно бороться различными стрессами, воздействующими на нее, так что, сравнивая амплитуды максимальных пиков на зависимости отклика от времени у контрольного и исследуемых образцов информативно. Превышение или отсутствие максимальной пиковой амплитуды в тестовом образце по сравнению с амплитудой

пика здорового контроля, указывает на то, что почва в образцах нездоровая.

Шкала здоровья учитывает, как вклад амплитуды, так и вклад t в параметр здоровья. Одновременно сравнивают ширину амплитуды пика на половине его высоты в исследуемом образце и контрольном образце, считаемого здоровым, на графике отклика в зависимости от времени:

$$ЗП = |(L_{kp} - L_{ip}):L_{kp}|,$$

где L_{kp} – ширина на полувысоте пика контрольного образца почвы, L_{ip} – ширина на полувысоте пика исследуемого образца почвы.

Исследуемый образец считается наиболее здоровым, если он мало отличается от нуля – значение модуля дроби, в числителе – разность ширины максимального по амплитуде пика на его полувысоте у контрольного и исследуемого образцов, знаменатель равен ширине пика на его полувысоте у контроля. Поэтому можно получить очень информативную безразмерную информацию о параметрах, свидетельствующих о состоянии почвы.

Скорость выделения образцами углекислого газа целесообразно определять при такой же температуре, что и было при термостатировании образцов. CO_2 можно определять и другими удобными способами.

Замеры скорости выделения CO_2 можно проводить с различной частотой при построении графической зависимости скорости выделения CO_2 образцами, к примеру, можно замерить через час, но не реже одного раза в сутки. Доказано, что для получения четкой и полной кинетической кривой замеры V нужно проводить в течение 4-9 суток.

Шкала здоровья почвы:

в интервале от 0 до 0,1 – образец считается здоровым;

превышает 0,1, но меньше 0,2 – образец считается практически здоровым;

превышает 0,2, но меньше 0,4 – образец считается умеренно нездоровым;

при больших значениях параметра здоровья почвы – образец считается нездоровым.

Ученые Вашингтонского университета изучая электродвижущую силу электродов в здоровой и нездоровой почве обнаружили большее значение тока в здоровой почве. При этом на

электродах в здоровой почве образовывалась биопленка микроорганизмов, которая отсутствовала на электродах нездоровой почвы. 40-80 % микроорганизмов в почве организованы в виде биопленок. Полимеры биопленок поддерживают перенос электронов в почве. Наличие микробов, способных к внеклеточному переносу электронов может быть использовано в качестве рабочего принципа электрохимического датчика для контроля состояния почвы. Так как здоровая почва может поддерживать метаболизм почвенных микробов с более высокой скоростью по сравнению с нездоровыми почвами, ожидается, что более высокий ток будет наблюдаться в электродах, развернутых в реакторах со здоровым грунтом. Таким образом, предложен тест непрямого исследования активности почвенного микробиома на основе их электрохимической активности. На рисунке 1 из статьи показаны измерения силы тока во времени в здоровой почве (А) и нездоровой почве (В) [7].

Группа французских и тайландских ученых разработали 12 протоколов определения параметров ЗП под общим названием Biofunctool® в соответствии с критериями взаимосвязи физико-химических параметров почв с биологическими, не нарушающего воздействия на почвы при тестовых определениях, дешевизны и краткосрочности анализов.

Первые 4 протокола включали показатели стабильности почвенных агрегатов, фильтруемость и визуальная оценка почвенной структуры, вторая группа оценивала доступность нитратов и аммония и последняя группа из 6 протоколов оценивала трансформацию углерода по тестам активности дождевых червей, мезофауны, микробной активности, базального «дыхания почв» и легкоокисляемого углерода. На основании результатов исследований был сделан вывод, что Biofunctool® дает не абсолютную оценку качества почвы, а скорее сравнительную оценку в заданном

контексте. Тем не менее, педоклиматический эффект может быть дополнительно интегрирован в результаты, обеспечивающие проведение ковариативного анализа (т.е. интегрирование гранулометрического состава почвы, влажности почвы, среднегодового количества осадков, температуры и т. д.). На основе методов многопараметрической статистики, которые позволяют приписывать объективный вес каждому показателю, авторы предлагают разработать итоговый индекс здоровья почвы [8].

Американские исследователи изучали связи между активностью четырех почвенных ферментов (β -глюкозидаза [BG], N-ацетил- β -глюкозаминидаза [NAG], арилсульфатаза [AST] и фосфомоноэстераза [PME]) и свойствами почвы, средней урожайностью на двух долгосрочных (14 и 36 лет) сельскохозяйственных участках в засушливых районах на севере Великих равнин, США. Обработки были беспашотными и пропашными севооборотами с яровой пшеницей (*Triticum aestivum* L.), ячменем (*Hordeum vulgare* L.), горохом (*Pisum sativum* L.) и под паром с азотным удобрением и без него. Образцы почвы, взятые перед сельскохозяйственными операциями в апреле 2019 года, были проанализированы на физические, химические, биологические, определяли биохимические свойства и среднюю урожайность. Компонентный анализ показал, что β -глюкозидаза была связана с большинством физических, химических, биологических и биохимических свойств, за ним следуют NAG и PME на двух участках. С ферментами β -глюкозидазой и N-ацетил- β -глюкозаминидазой обнаружена тесная связь с урожаем сельхозкультур. Таким образом, результаты исследования позволяют предположить, что активность BG и NAG могут рассматриваться как потенциальные индикаторы здоровья почвы из-за их большой связи со свойствами почвы и в значительном отношении со средней урожайностью

сельскохозяйственных культур по годам в сравнении с ПМЭ и АСТ. Поскольку BG является ферментом С-цикла, а NAG является ферментом N-цикла, то их высокая активность указывают на повышенную микробную активность, которая приводит к увеличению С секвестрации и доступности азота, которые важны для улучшения здоровья и плодородия почвы, а также для выращивания сельскохозяйственных культур [9].

Для оценки качества почвы используются ее свойства, выраженные через соответствующие индексы.

Предлагаются интегрированные индексы качества почвы SQI. Комплексные показатели качества почвы на основе по совокупности свойств почвы обеспечивают лучшее отражение качеств почвы, чем ее отдельные параметры.

Показатели качества почвы SQI можно измерить в три шага:

1. определение минимального набора данных МДС (показателей качества) для исследуемой почвы;
2. преобразование значений индикатора в унифицированный балл индикатора;
3. интеграция баллов в комплексный показатель SQI.

Преобразование значений индикатора выполняется за счет статистических методов, таких как метод главных компонент (РСА), множественная корреляция, кластерный анализ, факторный анализ, радиальная диаграмма [10].

Для преобразования значений индикатора в баллы, необходимо установить допустимые пределы для каждого показателя. Оптимальные значения могут быть получены из почв ненарушенных экосистем, где почва функционирует на максимальном уровне. Выбранные индикаторы могут быть преобразованы в соответствии с линейным или нелинейным правилом подсчета баллов. Линейная функция подсчета очков:

$$Y = x - c/t - s \quad (1)$$

$$Y = 1 - [x - c/t - s] \quad (2),$$

где Y - линейная оценка балла, x - значение свойства почвы, а s и t - нижнее и верхнее пороговые значения.

Уравнение (1) используется для функции балла «больше есть лучше», уравнение (2) для «меньше есть лучше», а их комбинация для «оптимальной» функции подсчета баллов. Если рассчитанный балл > 1.0 , то это принимается за 1.00 балл.

Нелинейная функция оценки:

$$NLSF(Y) = \frac{1}{1 + e^{-b(x-A)}} \quad (3),$$

где x - значение свойства почвы, A - базовая линия или значение свойства почвы, когда балл равен 0,5, а b - наклон.

Используя уравнение, можно получить три типа стандартизированной оценки:

(1) «больше есть лучше», (2) «меньше есть лучше» и (3) «оптимальный».

Есть несколько способов интеграции индикаторов для получения общего SQI. Самый простой метод — это суммирование всех показателей индикаторов. Другой способ это взвешенные индексы, где каждый индикатор получает весовой коэффициент в зависимости от его важности и общего вклада в качество почвы. Пример SQI уравнение:

Soil quality index (SQI):

$$= q_{we} + q_{wms} (wt) + q_{rsd} (wt) + q_{rbd} (wt) + q_{pns} (wt) \quad (4),$$

где q_{we} - это оценка способности почвы фильтровать воду, q_{wm} свойство облегчать движение и удерживать воду, q_{rsd} , способность противостоять поверхностной эрозии, q_{pns} показатель питания растений, q_{scp} - поддержание продуктивности сельскохозяйственных культур и wt это взвешенное числовое значение для каждой функции почвы [11].

Микроорганизмы являются важными компонентами почвы и экосистем. Они активно участвуют в кругово-

роте питательных веществ, разложении органических веществ и защите растений от вредных химических веществ, попадающих в почву. Однако для чтобы микроорганизмы функционировали, необходимо присутствие органических веществ в почве для обеспечения бактерий и микромицетов источником энергии и органического углерода. Увеличение или уменьшение органического вещества приводит к увеличению или уменьшению микробного разнообразия. Сокращение микробного разнообразия снижает способность почвы нормально функционировать и обычно и снижает устойчивость почвы к серьезным изменениям окружающей среды, таких как эрозия. Таким образом, при измерении качества почвы физические, химические и биологические показатели имеют большое значение. Однако наиболее важными являются биологические индикаторы [12].

Почвенный микробный метаболический коэффициент (qCO_2) является важным индикатором состояния почвы. Почвенная микробная биомасса является компонентом органического вещества почвы, состоящее из различных микроорганизмов микронных размеров. Между органическим веществом и активностью почвенных микроорганизмов существует тесная связь. Поскольку микроорганизмы влияют на рост и развитие сельскохозяйственных культур, то органические вещества в почве могут способствовать активности микробов и повышать плодородие почвы. При этом на углерод микробной биомассы приходится 1-3 % от общего углерода почвы, а на азот микробной биомассы приходится 5 % от общего азота почвы. qCO_2 определяется как дыхание почвы на единицу углерода почвенной микробной биомассы в единицу времени ($CO_2 / \text{УМБП}$), выраженное в $\text{мг } CO_2 - \text{C } g^{-1} \text{УМБ } ч^{-1}$, отражающее эффективность преобразования органического углерода в микробную биомассу

почвенными микроорганизмами. Его значения демонстрируют состояние накопления или выноса углерода из почвы. Здоровый диапазон значений qCO_2 для сельскохозяйственных почв составляет от 0,5 до 2,0 мг CO_2-C г⁻¹ УМБ ч⁻¹ (Janssens et al. 2010). Зрелые почвы с значения qCO_2 выше 2,0 мг CO_2-C г⁻¹ УМБ ч⁻¹ следует рассматривать как нездоровую скорость микробного дыхания почвы. Высокие значения qCO_2 отражают выбросы CO_2 выше, чем потребность в поддержании микробных популяций, что снижает способность почвы улавливать C. Значения ниже 0,5 мг CO_2-C г⁻¹ УМБ ч⁻¹ указывают на преимущественно спящие микробные сообщества, которые не участвуют в круговороте питательных веществ или секвестрации углерода. Среднее глобальное значение qCO_2 составляла 1,8 мг CO_2-C г⁻¹ УМБ ч⁻¹ в сельскохозяйственных и природных экосистемах. При том, что критическое значение для сельскохозяйственных почв составляет 1,83 мг CO_2-C г⁻¹ УМБ ч⁻¹. В настоящее время значение qCO_2 на пахотных землях примерно вдвое больше, чем в естественных экосистемах [13].

Применение растительных остатков и биоугля улучшило биологические и химические свойства почвы в агроэкосистемах. Было изучено влияние остатков конопли (HR), биоугля из конопли (HB) и биоугля из твердой древесины (HA) на пять гидролитических ферментов, структуру сообщества почвенных микробных фосфолипидов (PLFA), pH, перманганат окисляемого углерода (POXC) почвенный органический углерод (SOC) и общего азота (TN) на двух почвах Пьемонта и Прибрежной равнины Северной Каролины при 30-дневном цикле влажности, поддерживаемом при 60% заполнении водой порового пространства, с последующим 7-дневным чередующимся циклом «сухой-влажный» в течение 42 дней или на уровне 60% в течение 42 дней при аэробной инкуба-

ции в лаборатории. Результаты показали, что HR и HB значительно увеличили среднее геометрическое ферментативной активности в 1-2 раза в почве Пьемонта при трех циклах увлажнения и примерно в 1,5 раза ниже в прибрежной почве. Сдвиг в структуре микробного сообщества был отчетливым в прибрежной почве в сравнении с почвой Пьемонта. При чередующимся цикле увлажнения HR и HB значительно увеличивали POXC (600 - 700 мг POXC/кг почвы) в прибрежной почве в сравнении с почвой Пьемонта. В целом результаты показывают, что, в отличие от HA, HR и HB благотворно повлияет на здоровье и продуктивность почвы, поэтому потенциально улучшает устойчивость почвы к изменению климата [14].

Шведские исследователи изучали влияние управления почвой на показатели здоровья почвы в полевых условиях в 20 фермерских хозяйствах на юге Швеции. Контролем послужили необрабатываемые земли, представляющие потенциальное здоровье почвы. Состояние почвы оценивали количественно путем измерения физических и биологических показателей почвы: стабильность влажных агрегатов, автоклавно-цитратно-извлекаемый почвенный белок, органическое вещество, активный углерод и гетеротрофное дыхание почвы на основе протокола КОСП (Комплексная оценка состояния почвы – Comprehensive Assessment of Soil Health (CASH) [15]. Также измеряли текстуру и pH. Индекс управления почвой был рассчитан для каждого поля на основе урожая, разнообразия, обработки почвы и внесения органических удобрений путем нормализации и аддитивной агрегации индексов:

$$SMI_I = \sum \frac{1}{3} \left(\frac{CDI_i}{CDI_{max}} + \frac{YSDI_i}{YSDI_{max}} + \frac{OAI_i}{OAI_{max}} \right) \quad (5),$$

Уравнение количественно отражает разнообразие культур в севообороте,

частоту механического нарушения почвы (обработка почвы) и количество внесений органических удобрений.

Для оценки общего состояния почвы отобранных полей был рассчитан относительный индекс здоровья почвы (RSH). Для каждого участка значения индикатора здоровья почвы в поле были разделены на соответствующие значение для контрольной почвы. Затем RSH был получен путем суммирования отношений индикаторов с использованием разного веса. Значение RSH, равное 5, указывает на то, что здоровье почвы обрабатываемого поля находится на уровне здоровья контрольной почвы, в то время как низкое значение RSH указывает на плохое состояние полевой почвы относительно

$$RSH_I = \left(\frac{WAS_{if}}{WAS_{iu}} + \frac{Prot_{if}}{Prot_{iu}} + \frac{Act_{if}}{Act_{iu}} + \frac{Resp_{if}}{Resp_{iu}} + \frac{SOM_{if}}{SOM_{iu}} \right)$$

потенциального здоровья почвы.

(6),

где WAS - стабильность агрегатов во влажном состоянии. Prot - автоклавно-цитратно-экстрагируемый белок является индикатором органически связанного азота, который легко минерализуется микробами. Содержание органического вещества почвы (SOM) анализируют

вали по потере массы на воспламенение при 500°C в течение двух часов. Активный углерод (ActC) является мерой легко окисляемого органического вещества. Гетеротрофное почвенное дыхание (Resp) является мерой метаболической активности микробного сообщества.

Установлено, что при высоком индексе управления, т.е. большее разнообразие культур, меньше операций по обработке почвы и больше органических удобрений, поля показали лучшее здоровье почвы с более высокими уровнями агрегатной стабильности, белка, активного углерода, дыхания и органического вещества. Однако, состояние почвы сельскохозяйственных полей в целом было хуже по сравнению с контрольной почвой [16].

Согласно документу Министерства сельского хозяйства США - USDA (2019) Soil Health Technical Note No. 450-03 Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures, в список рекомендуемых тестов здоровья почвы включены следующие тесты (таблица 2). Цель документа использовать стандартные процедуры для оценки здоровья почв в полевых и вегетационных опытах.

Таблица 2 - Рекомендуемые индикаторы и методы

Почвенный процесс	Индикаторы почвенного	Методы	Ссылки
1	2	3	4
Цикл органического вещества и секвестрация углерода	Содержание почвенного углерода (СПУ – SOC)	Сухое сжигание	Рекомендуемый метод. Nelson, D. W. and Sommers L. E. (1996) Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: Sparks, D. L., et. al., Eds., Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, SSSA Book Series No. 5, SSSA and ASA. Madison, WI, 961-1010.
		Мокрое окисление	Дает показатели, сравнимые с сухим сжиганием, но приводит к образованию химических отходов и является более трудоемким.

Продолжение таблицы №2

	Потеря массы	Потери при воспламенении (LOI)	Наиболее часто используется коммерческими лабораториями. Используется в комплексной оценке состояния почвы (CASH).
Структурная стабильность почвы (Инфильтрация)	Агрегация	ARS макроагрегатная стабильность во влажном состоянии	Рекомендуемый метод. Kemper, W. D. and Rosenau, R. C. (1986) Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A. Ed, Methods of Soil analysis. Part 1. Agronomy Monograph 9. 2 nd ed., Madison, Wisconsin, 425-442. Впоследствии опубликованный John R, Nimmo, Kim S. Perkins Aggregate stability and size distribution (2002).
		NRCS влажная агрегация	Основан Kemper, W. D. and Rosenau, R. C. (1986) Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A. Ed., Methods of soil analysis. Part 1. Agronomy Monograph 9. 2 nd ed., Madison, Wisconsin. 425-442, этот метод предварительно смачивает образцы (Soil Survey Staff 2014, стр. 213-216).
		Опрыскивание инфильтрометром Корнелла	Schindelbeck, R. R., B. N. Moebius-Clune, D. J. Moebius-Clune, K. S. Kurtz, and H. M. van Es, 2016. Cornell Soil Health Laboratory: Comprehensive assessment of soil health standard operating procedures. Cornell University, Geneva, NY.
Общая микробная активность	Кратковременная минерализация углерода. (STCM, он же дыхание)	Вдыхание углекислого газа (CO ₂), инкубация 4 дня	Рекомендуемый метод. Schindelbeck, R. R., B. N. Moebius-Clune, D. J. Moebius-Clune, K. S. Kurtz, and H. M. van Es, 2016. Cornell Soil Health Laboratory: Comprehensive assessment of soil health standard operating procedures. Cornell University, Geneva, NY. 4-дневная инкубация в почве (CO ₂ измеряется с помощью электропроводности, газовой хроматографии или титрования).
		Дыхание CO ₂ , инкубация 24 часа	Как и предыдущий метод, но с коротким периодом инкубации, например, Haney, R. L., Brinton, W. H., Evans, E. (2008). Estimating soil carbon, nitrogen, and phosphorus mineralization from short-term carbon dioxide respiration. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39 (17-18), 2706-2720, Solvita или другие 24-часовые методы.

Продолжение таблицы №2

1	2	3	4
Общая микробная активность	Активность фермента (АФ)	β -глюкозидаза [BG]	Рекомендуемый метод. Eivazi, F. and Tabatabai, M. A. (1988). Glucosidases and Galactosidases in Soils. Soil Biology and Biochemistry, 20, 601-606. Представленные S Deng, I Popova. Methods of soil enzymology 9, 185-209 (2011). Участвует в цикле C.
		N-ацетил- β -глюкозаминидаза [NAG]	Рекомендуемый метод. Parham and Deng (2000), Detection, quantification and characterization of beta-glucosaminidase activity in soil. - Soil Biology & Biochemistry 32, 1183-1190 представленный S Deng, I Popova Methods of Soil Enzymology 9, 185-209 (2011).
		Фосфомоноэстераза [PME] (кислотная/щелочная фосфотаза; Pase)	Рекомендуемый метод. Eivazi F, Tabatabai MA (1977). Phosphates in soils. Soil Biol. Biochem.9:167-172.), представленный Acosta-Martínez, V., and M.A. Tabatabai. 2011. Phosphorus cycle enzymes. p. 161-183.
		Арилсульфатаза [AST]	Рекомендуемый метод. Tabatabai, M. A. and Bremner, J. M. (1970). Factors Affecting Soil Arylsulfatase Activity. Soil Science Society of America Journal, 34, 427-429. Представленный Klose et.al. (2011).
Источник углеродной пищи	Легкодоступный углерод	Перманганат окисляемый углерод	Рекомендуемый метод. Weit et.al., 2003 R. R. Weil, K. R. Islam, M. Ф. Stine, J. B. Gruver, S. E. Samson-Liebig. Estimating active carbon for soil quality assessment: a simplified methods for laboratory and field use.
		Твердые частицы органического вещества	Фракция определяется операционно, с использованием множества методов.
		28-дневная минерализация C	Слишком длителен для использования в лаборатории с высокой производительностью.

Продолжение таблицы №2

1	2	3	4
		Экстрагируемый холодной/ горячей водой органический C (WEOC)	Холодный WEOC (Haney, R. L., Brinton, W. H., Evans, E. (2008). Estimating soil carbon, nitrogen, and phosphorus mineralization from short-term carbon dioxide respiration. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39(17-18), 2706-2720). Горячий WEOC (Ghani A., Dexter M., Perrott K. W. 2003. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilization, grazing and cultivation. Soil Biology and Biochemistry 35(9): 1231-1243.
		Растворимые углеводы	Стандартные методы, которые больше широко не используется.
		Субстрат индуцированное дыхание	Метод исследования; трудоемкий в лаборатории.
		Микробная биомасса (фумигация-инкубация, фумигация-экстракция)	Jenkinson D. S. Advances in nitrogen cycling in agriculture ecosystems. CAB International, Wallingford, UK, 1988, pp. 368-386.
Биодоступный азот	Доступный органический пул N	Содержание белка экстрагируемого цитратом при автоклавировании	Рекомендуемый метод. Schindelbeck, R. R., B. N. Moebius-Clune, D. J. Moebius-Clune, K. S. Kurtz, and H. M. van Es. 2016. Cornell Soil Health Laboratory: Comprehensive assessment of soil health standard operating procedures. Cornell University, Geneva, NY.
		Экстрагируемый холодной водой N (WEON)	Soil Health Nutrient Tool (Haney, R. L., Brinton, W. H., Evans, E. (2008). Estimating soil carbon, nitrogen, and phosphorus mineralization from short-term carbon dioxide respiration. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39(17-18), 2706-2720.
		Корреляция с кратковременной минерализацией C	J. M. Picone, A. E. Hedin, D. P. Drob, A. C. Aikin. (2002). NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues.
		7-дневный анаэробный потенциально минерализуемый N	Drinkwater, L. E., Cambardella, C. A., Reeder, J. D., Rice, C. W., 1996. Potentially mineralizable nitrogen as an indicator of biologically active soil nitrogen. In: Doran, J. W., Jones, A. J. (Eds), Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America, Special Publication 49, Madison, WI, pp. 217-229.

Продолжение таблицы №2

1	2	3	4
Микробное разнообразие	Структура сообщества	Фосфолипидные жирные кислоты (PLFA)	Рекомендуемый метод. PLFA (Buyer and Sassre 2012. High throughput fatty acid analysis of soils pp. 127-130).
		Профиль сложноэфирно-связанного метилового эфира жирной кислоты (EL-FAME)	EL-FAME – более новый и менее дорогой метод, который дает результаты соответствующие методу PLFA.
		«Выборка на всю жизнь»	Рекомендуется. Если доступны соответствующие криогенные хранилища, мы рекомендуем архивировать образцы до тех пор, пока не будут доступны новые методы. Если выбраны эти методы, пробы почв следует брать в асептических условиях.

Таким образом, тема здоровья почвы является широко обсуждаемой в мировой агрономической науке, уже имеются несколько коммерческих и научных подходов по оценке почвенного здоровья в виде наборов тестов или отдельных тестов с их интегральной оценкой и выходом на производственный уровень.

Американские ученые предлагают программу исследования показателей здоровья почвы в рамках континента для отбора наиболее информативных тестов в разных системах землепользования [17].

Канадские и австралийские ученые будущие возможности для улучшения оценки состояния почвы видят в разработке датчиков на месте, которые могут обеспечить эффективную оценку биотических и абиотических показателей, таких как доступный углерод в почве, объемная плотность почвы, pH, влагоемкость почвы и микробная активность почвы. Авторы полагают, что эти методы и приемы значительно улучшат оценку состояния почвы и наши воз-

можности по устойчивой оптимизации здоровья и качества почвы. Глобальные достижения в области биологии почвы, новые ИТ-технологии и методы анализа метаданных для интерпретации и обобщения данных индикаторов состояния почвы в различных условиях окружающей среды приведут к более надежному и устойчивому управлению земельными ресурсами, что поможет смягчить и предотвратить глобальную деградацию почвы [18].

Метагеномный анализ почвы открывает большие перспективы в оценке ЗП. Фактически он является ее функциональным профилем, составленным на основе генетической информации. Помимо информации о разнообразии функциональных генов, анализ метабенома позволяет оценивать структуру почвенных сообществ всей биоты, оценить основные метаболические пути. В почвенно-экологических исследованиях метагеномный анализ способен выявлять тренды распределения генов при изменении условий среды [19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 «Единое здоровье» [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: <https://www.fao.org/one-health/ru/>, свободный.
- 2 Doran, J. W. & Parkin, T. B. in *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment* Vol. 32// (eds Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F. & Stewart, B. A.). Soil Science Society of America. - 1994. С. 1–21.
- 3 *Principles and Applications of Soil Microbiology (Third Edition)*// 14-Applied aspects of soil carbon. - 2021. - P. 363-384.
- 4 Семенов А.М., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Глинушкин А.П. Здоровая почва – условие устойчивости и развития агро- и социосфер (проблемно-аналитический обзор)// *Известия РАН. Серия биологическая*. – 2020. - №1. - С.12–21.
- 5 [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: *Haney Test Interpretation Guide v1.0* Ward Laboratories Inc. Доступно на *Haney-Rev-1.0-Interpretation-Guide.pdf* (wardlab.com), свободный.
- 6 Пат. RU 2408885. Семенов А.М., Бубнов И. А., Ван Бругген А.Х.К. Семенова Е.В. / Способ определения параметра здоровья у образцов почвы, компостов и других твердых субстратов/ от 10.01.2011.
- 7 Mohamed, Abdelrhman & Sanchez, Eduardo & Sanchez, Natalie & Friesen, Maren & Beyenal, Haluk. (2021)// *Electrochemically Active Biofilms as an Indicator of Soil Health*. *Journal of The Electrochemical Society*. – 2021. – P. 168.
- 8 Alexis Thoumazeau, Cécile Bessou, Marie-Sophie Renevier, Jean Trap, Raphaël Marichal, Louis Mareschal, Thibaud Decaëns, Nicolas Bottinelli, Benoît Jaillard, Tiphaine Chevallier, Nopmanee Suvannang, Kannika Sajjaphan, Philippe Thaler, Frédéric Gay, Alain Brauman. *Biofunctool®: a new framework to assess the impact of land management on soil quality. Part A: concept and validation of the set of indicators*// *Ecological Indicators*. – 2019. – Vol. 97. – P. 100-110.
- 9 Upendra M.S., Liptzin D., Dangi M.S. Enzyme activities as soil health indicators in relation to soil characteristics and crop production// *Agrosystems, Geosciences & Environment*. – 2022. – P. 5.
- 10 Doran J. W., Parkin T. B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set // *Methods for assessing soil quality*. – 1997. – T. 49. – С. 25-37.
- 11 Цит. по Mukhopadhyay S., Masto R.E., Tripathi R.C., Srivastava N.K. Application of Soil Quality Indicators for the Phytoremediation of Mine Spoil Dumps// *In Phytomanagement of Polluted Sites: Market Opportunities in Sustainable Phytoremediation*. 1st Edition – Ed.: Vimal Chandra Pandey, Kuldeep Bauidh. – 2018. – P. 361-388.
- 12 Sholeye A.R., Ojuederie O.B., Babalola O.O. Soil Quality Indicators; Their Correlation and Role in Enhancing Agricultural Productivity// *Food Security and Safety*. – 2022. - P. 271-285.
- 13 Ashraf M.N., Waqas M. A., Rahman S. Microbial Metabolic Quotient is a Dynamic Indicator of Soil Health: Trends, Implications and Perspectives (Review)// *Eurasian Soil Science*. - Vol. 55. - № 12. - P. 202.
- 14 Atoloye IA, Adesina IS, Sharma H, Subedi K, Liang C-L, Shahbazi A, et al. Hemp biochar impacts on selected biological soil health indicators across different soil types and moisture cycles// *PLoS ONE*. – 2022. – Vol.17(2).
- 15 Schindelbeck, R.R., Moebius, B.N., Moebius-Clune, D.J., Kurtz, K., Van Es, H. Cornell University Comprehensive Assessment of Soil Health Laboratory Standard Operating Procedures. – 2016. - P 12.

16 Williams H., Colombi T., Keller T. The influence of soil management on soil health: An on-farm study in southern Sweden// *Geoderma*. - 2020. – P. 360.

17 Norris C.E., Bean G.M., Cappellazzi S.B., Cope M., Greub K.L. H., Liptzin D., Honeycutt, C.W. Introducing the North American project to evaluate soil health measurements// *Agronomy Journal*. - 2020. – P. 21.

18 Tony Yang, Kadambot H.M. Siddique, Kui Liu. Cropping systems in agriculture and their impact on soil health-A review// *Global Ecology and Conservation*. – 2020. – Vol. 23. – 13 p.

19 Семенов М.В. Метабаркодинг и метагеномика в почвенно-экологических исследованиях: успехи, проблемы и возможности// *Журнал общей биологии*. – 2019. – Т. 80, № 6. – С. 403–417.

REFERENCES

1 «One Health» [Electronic resource]. Site access mode: <https://www.fao.org/one-health/ru/,svobodnyj>.

2 Doran, J. W. & Parkin, T. B. in *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment* Vol. 32// (eds Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F. & Stewart, B. A.). Soil Science Society of America. - 1994. P. 1–21.

3 *Principles and Applications of Soil Microbiology (Third Edition)*/ 14-Applied aspects of soil carbon. - 2021. - P. 363-384.

4 Semenov A.M., Spiridonov I.Ya., Toropova E.Iy., Glinyshekin A.P. Zdorovaia pochva – yslovie ystoichivosti i razvitiya argo- i sotsiosfer (problemno-analiticheskii obzor)// *Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya*. – 2020. - №1. - С. 12–21.

5 [Electronic resource]. Site access mode: Haney Test Interpretation Guide v1.0 Ward Laboratories Inc. Dostupno na [Haney-Rev-1.0-Interpretation-Guide.pdf](#) (ward-lab.com),svobodnyj.

6 Pat. RU 2408885. Semenov A.M., Bybnov I. A., Van Bryggen A.H.K. Semenova E.V. Sposob opredeleniya parametra zdorovia y obraztsov pochvy, kompostov i drugih tverdykh sybstratov/ ot 10.01.2011.

7 Mohamed, Abdelrhman & Sanchez, Eduardo & Sanchez, Natalie & Friesen, Maren & Beyenal, Haluk. (2021)// *Electrochemically Active Biofilms as an Indicator of Soil Health*. Journal of The Electrochemical Society. – 2021. – P. 168.

8 Alexis Thoumazeau, Cécile Bessou, Marie-Sophie Renevier, Jean Trap, Raphaël Marichal, Louis Mareschal, Thibaud Decaëns, Nicolas Bottinelli, Benoît Jaillard, Tiphaine Chevallier, Nopmanee Suvannang, Kannika Sajjaphan, Philippe Thaler, Frédéric Gay, Alain Brauman. Biofunctool®: a new framework to assess the impact of land management on soil quality. Part A: concept and validation of the set of indicators// *Ecological Indicators*. – 2019. – Vol. 97. – P. 100-110.

9 Upendra M.S., Liptzin D., Dangi M.S. Enzyme activities as soil health indicators in relation to soil characteristics and crop production// *Agrosystems, Geosciences & Environment*. – 2022. - P.- 5.

10 Doran J. W., Parkin T. B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set // *Methods for assessing soil quality*. – 1997. – Т. 49. – S. 25-37.

11 Tsit. po Mukhopadhyay S., Masto R.E., Tripathi R.C., Srivastava N.K. Application of Soil Quality Indicators for the Phytoremediation of Mine Spoil Dumps// *In Phytomanagement of Polluted Sites: Market Opportunities in Sustainable Phytoremediation*. 1st Edition – Ed.: Vimal Chandra Pandey, Kuldeep Baudh. – 2018. – P. 361-388.

12 Sholeye A.R., Ojuederie O.B., Babalola O.O. Soil Quality Indicators; Their Correlation and Role in Enhancing Agricultural Productivity// Food Security and Safety. – 2022. – P. 271-285.

13 Ashraf M.N., Waqas M. A., Rahman S. Microbial Metabolic Quotient is a Dynamic Indicator of Soil Health: Trends, Implications and Perspectives (Review)// Eurasian Soil Science. - Vol. 55. - № 12. - P. 202.

14 Atoloye IA, Adesina IS, Sharma H, Subedi K, Liang C-L, Shahbazi A, et al. Hemp biochar impacts on selected biological soil health indicators across different soil types and moisture cycles// PLoS ONE. – 2022. – Vol. 17(2).

15 Schindelbeck, R.R., Moebius, B.N., Moebius-Clune, D.J., Kurtz, K., Van Es, H. Cornell University Comprehensive Assessment of Soil Health Laboratory Standard Operating Procedures. – 2016. – P 12.

16 Williams H., Colombi T., Keller T. The influence of soil management on soil health: An on-farm study in southern Sweden// Geoderma. - 2020. – P. 360.

17 Norris C.E., Bean G.M., Cappellazzi S.B., Cope M., Greub K.L. H., Liptzin D., Honeycutt, C.W. Introducing the North American project to evaluate soil health measurements// Agronomy Journal. - 2020. – R. 21.

18 Tony Yang, Kadambot H.M. Siddique, Kui Liu. Cropping systems in agriculture and their impact on soil health-A review// Global Ecology and Conservation. – 2020. – Vol. 23. – 13 p.

19 Semenov M.V. Metabarcoding i metagenomica v pochvenno-ecologicheskikh issledovaniyah// Zhurnal obshchey biologii. – 2019. – Tom 80. - № 6. – С. 403–417.

ТҮЙІН

А.А. Құрманбаев^{1*}, Т.Р. Сүндет¹

ТОПЫРАҚ ДЕНСАУЛЫҒЫНЫҢ КОНЦЕПЦИЯСЫ ЖӘНЕ ҚАЗІРГІ ТОПЫРАҚ ДЕНСАУЛЫҒЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІ

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

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

Шолуда топырақ денсаулығы тұжырымдамасының микробиологиялық аспектісі талқыланады. «Топырақ денсаулығы» тұжырымдамасы «Бір Денсаулық» тұжырымдамасының ажырамас бөлігі болып табылады. 2004 жылы «Бір әлем, Бір Денсаулық» конференциясында ауру динамикасындағы адамдар, жануарлар және қоршаған орта арасындағы байланыстар атап өтілді. Жұмыста топырақ денсаулығының интегралды және жеке көрсеткіштері бойынша топырақ құнарлылығын бағалау әдістері және тиісті бағалау шкалалары сипатталған. Топырақ денсаулығының заманауи, сыналған сынақтары қарастырылып, сипатталған. Топырақ денсаулығының көрсеткіштерін стандарттау үшін техникалық регламенттер келтірілген.

Түйінді сөздер: бірыңғай денсаулық, топырақ денсаулығы, топырақ денсаулығының көрсеткіштері, топырақ денсаулығының микробиологиялық сынақтары

SUMMARY

A.A. Kurmanbayev^{1*}, T.R. Sundet¹

SOIL HEALTH CONCEPT AND MODERN SOIL HEALTH INDICATORS

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

The review discusses the microbiological aspect of the concept of soil health. The concept of «Soil health» is an integral part of the concept of «One health». In 2004, at the conference «One World, One Health», the links between people, animals and the environment in the dynamics of diseases were emphasized. The paper describes methods for assessing soil fertility by integral and individual indicators of soil health and the corresponding assessment scales. Modern, proven soil health tests are considered and described. Technical regulations for standardization of soil health indicators are given.

Key words: unified health, soil health, indicators of soil health, microbiological tests of soil health.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

2 Сундет Тоғжан Рахматуллақызы – инженер-аналитик отдела Плодородия и биологии и почв, магистр сельскохозяйственных наук,
e-mail: *tsundetovaa@gmail.com*

Главный редактор

Б.У. Сулейменов

Редакционная коллегия:

*Ц. Абдувайли (КНР), М.А. Ибраева, С. Калдыбаев,
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