

А.Т. Хусаинов¹, Б.Х. Есенжолов², Т.Н. Жаркинбеков³, Г.Р. Данкина⁴

¹Ш. Уәлиханов атындағы Кекшетау мемлекеттік университеті,
Кекшетау қ., Қазақстан

КӘДІМГІ ҚАРА ТОПЫРАҚТЫҢ СУЛЫ-ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ «АГРОБИОНОВ» КӨМІРТЕКТІ ПРЕПАРАТЫН ЕНГІЗУ МӨЛШЕРІН АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Түйіндеме. Мақалада «Агробиионов» кеміртекті препаратын енгізгенде кәдімгі қара топырақтың сулы-физикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтіріледі. Зерттеудің мақсаты – кәдімгі қара топырақтағы жаздық бидай епстіктерінде «Агробиионов» препаратын енгізу мелшерінің енімді ылғалдың қорына, құрылымы мен топырақ агрегаттарының суға беріктігіне тигізетін әсерін зерттеу. Тәжірибе Солтүстік Қазақстанның далалық аймағында жүргізілді. Зерттелетін препарат енімді ылғалдың қорын арттырады, топырақ құрылымы мен топырақ агрегаттарының суға беріктігін және жаздық бидайдың енімділігін жақсартады.

Түйінді сөздер: кәдімгі қара топырақ, ылғалдық, топырақ құрылымы, топырақ агрегаттарының суға беріктігі, жаздық бидай, енімділік.

• • •

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования водно-физических свойств чернозема обыкновенного при внесении углеродосодержащего препарата «Агробиионов». Целью исследования является изучение влияния доз внесения углеродосодержащего препарата «Агробиионов» на запасы продуктивной влаги, структуры, водопрочности почвенных агрегатов чернозема обыкновенного на яровой пшеницы. Опыты проводились в степной зоне Северного Казахстана. Установлено, что исследуемый препарат повышает запасы продуктивной влаги, улучшает структуру почвы, водопрочность почвенных агрегатов и урожайность яровой пшеницы.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный, влажность, структура почвы, водопрочность почвенных агрегатов, яровая пшеница.

• • •

Abstract. The article presents the results of a study of the water-physical properties of ordinary chernozem when applying a preparation "Agrobionov". The pur-

pose of the research is to study the effect of doses of the preparation "Agrobi-onov" on the humidity, soil structure, water content of soil aggregates of ordinary chernozem for spring wheat. The experiments were conducted in the steppe zone of Northern Kazakhstan. It was found that the studied preparation increases the supply of productive moisture, improves the soil structure and water resistance of soil aggregates and yield of spring wheat.

Keywords: ordinary chernozem, humidity, soil structure, water resistance of soil aggregates, spring wheat, yield.

Кіріспе. Топырақты қорғау және олардың құнарлылығын сақтау мәселесі қазіргі заманғы негізгі экологиялық проблемалардың біріне айналды. Топырақ құнарлылығын қайта қалпына келтіру барлық биосфераның экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етудің негізгі шарты. Антропогендік жүктеменің шамадан тыс жоғары болуы және табиғи ресурстарды тиімсіз пайдалану нәтижесінде туындаған қазіргі заманғы экологиялық проблемалар Қазақстан аумағының топырақ жамылғысының жай-күйіне де сөзсіз әсер етті. Экологиялық жағдайдың тұрақсыздануы республиканың барлық табиғи аймақтарында топырақ жамылғысының деградацияға ұшырауына алып келді [1]. Топырақ жамылғысы құнарлылықтың көзі ретінде, адамның көп жақты мүдделерінің мәні, оның еңбек объектісі және өндіріс құралы, биосфераның маңызды компоненті ретінде, азып-тозудан қорғалуы және адамзаттың келер ұрпақтары үшін сақталуы тиіс [2]. Ауыл шаруашылығы жерлерін егіншілік мақсатта үздіксіз пайдалану оның құнарлылығының төмендеуіне алып келді. Мұның себебі минералдық тыңайтқыштарды аз қолданғандықтан, қайтарым заңдылығының сақталмауы. Бұл мәселені шешуде тыңайтқыштардың құны қымбат болғандықтан, оған балама ретінде арзан өнеркәсіп қалдықтарын пайдалануға болады.

Жұмыстың мақсаты. Солтүстік Қазақстан жағдайында кәдімгі қара топырақтың сулы-физикалық қасиеттеріне «Ағробионов» көміртекті препаратын енгізу мөлшеріне агроэкологиялық баға беру.

Міндеттері:

- «Ағробионов» көміртекті препаратын енгізу мөлшерінің кәдімгі қара топырақтың өнімді ылғал қорына, топырақ агрегаттарының құрылымы мен суға беріктігіне әсерін анықтау;

- «Ағробионов» көміртекті препаратын енгізу мөлшерінің жаздық бидайдың өнімділігіне әсерін зерттеу.

Ғылыми жаңашылдығы. Солтүстік Қазақстан жағдайында

кәдімгі қара топырақтың ылғалдылығына, топырақ құрылымы мен топырақ агрегаттарының суга беріктігіне және жаздық бидай енімділігіне «Агробионов» кеміртекті препаратын енгізу мелшеріне агроэкологиялық баға берілген. Практикалық маңыздылығы - «Агробионов» кеміртекті препаратын қолдану топырақтың агрегаттық құрамын жақсарту есебінен топырақ жамылғысының деградацияға ұшырамауына мүмкіндік береді.

Зерттеу нысаны, жағдайы мен әдістері. Зерттеу нысандары: кәдімгі қара топырақ, «Агробионов» кеміртекті препараты. Агробионов ұнтақ түріндегі препарат, оның құрамына Екібастұз тас кемірінен шыққан темен кальцийлі құл, техникалық кеміртегі кіреді. Екібастұз кен орны кемірінің құлінің химиялық құрамы: SiO_2 62,9%, Fe_2O_3 6,35%, Al_2O_3 26,35%, CaO 1,9% MgO 0,9%, SO_3 1,2%, Na_2O 0,23%. Құлдің макро - және микроэлементті құрамы кему бойынша келесі элементтерден тұрады: $\text{K} > \text{Fe} > \text{Al} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{Mn} > \text{Sr} > \text{Pb} > \text{Co} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Sn} > \text{As} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Hg}$. Техникалық кеміртегі 99 % астам кеміртектен тұрады [3].

Тәжірибе Ш.Уәлиханов атындағы Кекшетау мемлекеттік университетінің «Элит» оқу ғылыми-ендірістік орталығында қойылды. Тәжірибе келесі схема бойынша 4 реттік қайталанумен жүргізілді:

- бақылау тыңайтқыш қолданылған жоқ;

- P_{158} (есептік мелшердің 1/10), фон;

- топырақты егіс алдында еңдеу барысында минералды фонға Агробионов препараты келесі мелшерлерде енгізілді 100, 200, 300, 400, 500 кг/га.

Мелдектердің ауданы: 125 м², (5 x 25 м); есептік аудан: 100 м², (4x25 м).

Тәжірибеде келесі талдаулар жүргізілді: 0-40 см топырақ қабатында топырақ үлгілерін алу ГОСТ 28168-89 сәйкес жаздық жұмсақ бидайдың пісу фазасына жүргізілді. Топырақты агрегаттық талдау Качинский бойынша, суга беріктігі П.И. Андрианов әдісімен жасалды. Топырақтағы енімді ылғал қоры термостаттық-өлшеу әдісімен анықталды. Өнімді ылғалдың қорын бағалау А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина (1986), топырақтың құрылымдық жағдайын бағалау С.И. Долгов пен П.У. Бахтиннің шкаласы бойынша жүргізілді. Топырақ агрегаттарының суга беріктігін бағалау И. В. Кузнецованың шкаласы бойынша жасалды.

Топырақтың құрылымдық коэффициенті (Кс) мына формуламен есептелді:

$$K_{стр} = \frac{\sum(10-0,25 \text{ мм})}{\sum(>10 \text{ мм}, <0,25 \text{ мм})}$$

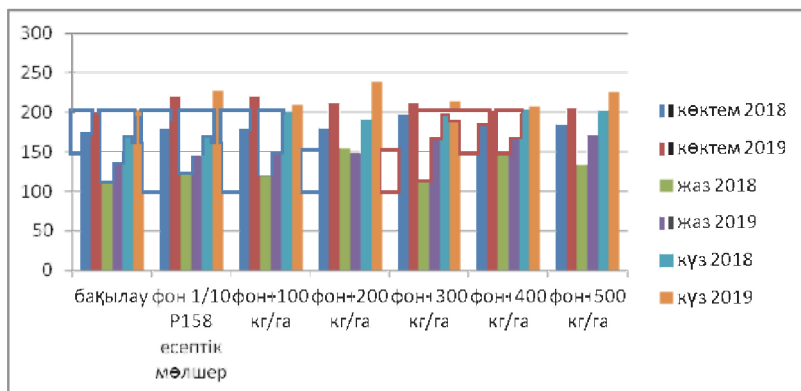
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Ылғалдылық.

Топыраққа күл шлакты қосқанда оның құрылымы айтарлықтай өзгереді. Себебі күл шлактың бөлшектері кішкентай және өзіне тән формаларға ие, сондықтан ол топырақ құрылымында қуыстар мен бос орындардың қалыптасуын тудырады. Топырақ құрылымының өзгеруі оның мынадай физикалық қасиеттері үйінді тығыздығы, кеуектілігі, гидравликалық өткізгіштігі, ылғал ұстау қабілеті және аэрацияның өзгеруімен байланысты. Бұл қасиеттер топырақтағы қоректік заттардың қол жетімділігіне, оның биологиялық белсенділігіне, өсімдіктердің өсіп-өнуіне тікелей әсер етеді. Күл шлактың тағы бір қасиеті оның құрамында топырақтың сапасын жақсартатын Са және Si сияқты пуццоландық минералдардың болуы. Рам және Масто (2010) зерттеулерінде топырақтың бұл қасиеттері оның үйілу тығыздығына, кеуектілігіне және суды сақтау қабілетіне әсер ететіндігін көрсетеді [4]. Мәселен, Фулекардың (1993) зерттеулері қышқыл сазды топыраққа күл шлактың үлкен мөлшерін енгізу топырақ құрылымы мен оның физикалық-химиялық қасиеттерін айтарлықтай жақсартатындығын көрсеткен [5].

Құрғақ климат жағдайында агроэкологиялық міндеттердің бірі, топырақтың су режимін оңтайландыру. Органикалық тыңайтқыштар (қи) топырақтың ылғал сыйымдылығын, оның су ұстағыш қабілетін арттырады, нәтижесінде, ондағы өнімді ылғал қорының артуына ықпал етеді [6]. Н. А. Воронкова өз зерттеулерінде минералды тыңайтқыштарды жүйелі түрде енгізу топырақтағы көктемгі ылғал салмағына оң әсер ететінін атап өтті [7]. Біздің зерттеулерде «Агробионов» көміртекті препаратының әртүрлі мөлшерін енгізу барсында да, бақылаумен салыстырғанда топырақтағы өнімді ылғал қорының тұрақты өсуі байқалады (Сурет 1).

Топырақтың 0-100 см қабатындағы өнімді ылғалдың қорын бағалау үшін А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина (1986) ұсынған бағалау шегі қолданылды. Ол бойынша топырақтағы өнімді ылғал қоры >160 мм болса, өте жақсы, 160-130 мм – жақсы, 130-90 мм – қанағаттанарлық, 90-60 мм – нашар, <60 мм – өте нашар деп бағаланады. Сонымен 2018 жылғы топырақтағы өнімді ылғал қорын көктемде өте жақсы, жазда фон+200-500 кг/га аралығындағы нұсқаларда жақсы, ал қалған нұсқаларда қанағаттанарлық, күзде өте жақсы. 2019 жылы көктемде

ете жақсы, жазда фон+300,400,500 кг/га нұсқаларында ете жақсы, ал қалғандарында жақсы, күзде ете жақсы.



Сурет 1 – Бидай егістіктеріндегі топырақтың өнімді ылғал қорына күл шлактан және нанокөміртектен жасалған препаратты енгізу мелшерінің әсері

Топырақ құрылымы. Топырақ құрылымы-құнарлы топырақтың физикалық жағдайының маңызды керсеткіші. Ол топырақтың егістік қабатының қолайлы құрылымын, оның су, физика-механикалық және технологиялық қасиеттерін және су-гидрологиялық тұрақтылығын анықтайды. Топырақ құрылымы топырақтың аэрациясына және оның су өткізгіштігіне әсер етеді, топырақтың эрозияға қарсы тұрақтылығын анықтайды. Топырақтың құрылымдануының негізгі желімдеуші заттары: гумус, сазды зат, темір және алюминий гидроксидтері болып табылады. Қатты фазаның белшектері, әдетте, кесектерге (агрегаттарға) жабыстырылады. Топырақтың агрегаттарға ыдырау қабілеті құрылымдылығы деп аталады, ал мелшері мен пішіні бойынша әр түрлі агрегаттар құрылым деп аталады [8,9]. Топырақ агрегаттарының маңызды қасиеттері олардың механикалық беріктігі мен суга беріктігі болып табылады. Негізгі агрономиялық құнды болып 0,25-10 мм келесіндегі макроагрегаттар саналады. Келесі 0,25-10 мм болатын агрегаттардың суга беріктігі 55% астам болса, ондай топырақ құрылымдық болып саналады [9].

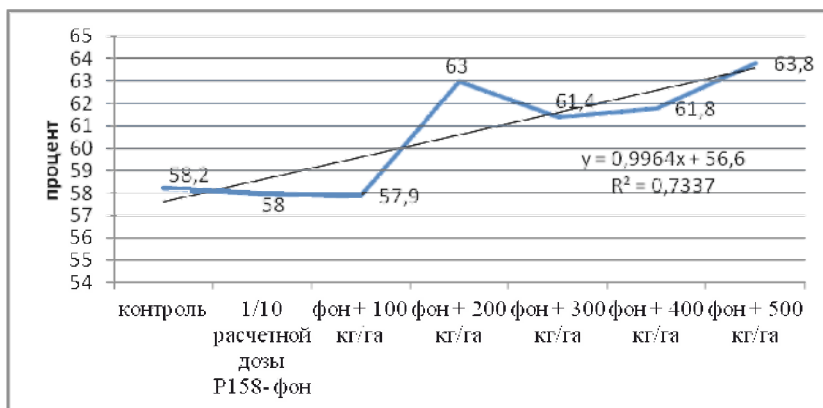
В.И. Савичтің, Б.А. Борисов, Л.П. Родионованың және т.б. мақаласында органикалық тыңайтқыштарды минералды тыңайтқыштармен оңтайлы үйлесімде қолдану топырақтың кеуектілігін, су тезімді агрегаттардың құрамын және құрылымдылық

коэффициентін арттыратынын көрсетеді [10]. Біздің зерттеулер де жаздық бидай егістіктерінде «Ағробионов» көміртекті препаратын қолдану топырақтың құрылымын жақсартуға ықпал ететіндігін көрсетті (кесте 1).

Кесте 1 – Бидай егістіктерінде топырақ құрылымына күл шлактан және техникалық көміртектен жасалған препаратты енгізу мөлшерінің әсері, %

№	Нұсқалар	жылдар	> 10мм	5-10 мм	2-5 мм	1-2 мм	0.5-1 мм	0.25-0.5 мм	0.1-0.25 мм	< 0.1мм
1	Бақылау	2018ж.	30,02	12,26	10,22	10,33	16,5	12,37	6,4	1,9
		2019ж.	31,16	10,18	12,14	10,13	12,13	10,18	12,58	1,5
	Есептік мөлшердің 1/10	<i>орташа</i>	30,6	11,2	11,2	10,2	14,3	11,3	9,5	1,7
		2018ж.	31,53	12,67	10,65	9,16	15,54	10,6	5,57	1
2	Р ¹⁵⁸ - фон	2019ж.	28,13	15,02	10,11	9,16	11,14	12,03	13,31	1,1
		<i>орташа</i>	29,83	13,8	10,4	9,16	13,34	11,3	9,44	1,05
	фон + 100 кг/га	2018ж.	37,87	7,08	7,62	15,01	12,16	16,21	3,25	0,8
		2019ж.	29,16	14,01	12,13	8,19	10,18	13,17	12,66	0,5
3	фон + 200 кг/га	<i>орташа</i>	33,5	10,5	9,9	11,6	11,2	14,7	8,0	0,7
		2018ж.	26,87	10,26	9,97	15,03	22,98	10,28	3,91	0,7
	фон + 300 кг/га	2019ж.	31,1	10,18	11,03	15,13	10,16	11,04	10,96	0,4
		<i>орташа</i>	29,0	10,2	10,5	15,1	16,6	10,7	7,4	0,6
4	фон + 400 кг/га	2018ж.	34,23	11,25	12,38	20,51	12,06	5,78	3,39	0,4
		2019ж.	28,16	12,14	11,13	14,18	11,18	12,18	10,03	1
	фон + 500 кг/га	<i>орташа</i>	31,2	11,7	11,8	17,3	11,6	9,0	6,7	0,7
		2018ж.	40,44	5,22	14,11	18,37	9,72	6,98	4,66	0,5
5	фон + 100 кг/га	2019ж.	20,13	12,92	19,01	16,11	10,16	11,03	9,74	0,9
		<i>орташа</i>	30,3	9,1	16,6	17,2	9,9	9,0	7,2	0,7
	фон + 200 кг/га	2018ж.	26,21	13,17	10,56	21,08	14	9,7	4,78	0,5
		2019ж.	32,19	11,13	13,03	10,13	12,17	12,64	7,91	0,8
6	фон + 300 кг/га	<i>орташа</i>	29,2	12,2	11,8	15,6	13,1	11,2	6,3	0,7
		2018ж.	26,21	13,17	10,56	21,08	14	9,7	4,78	0,5
	фон + 400 кг/га	2019ж.	32,19	11,13	13,03	10,13	12,17	12,64	7,91	0,8
		<i>орташа</i>	29,2	12,2	11,8	15,6	13,1	11,2	6,3	0,7
7	фон + 500 кг/га	2018ж.	26,21	13,17	10,56	21,08	14	9,7	4,78	0,5
		2019ж.	32,19	11,13	13,03	10,13	12,17	12,64	7,91	0,8
	фон + 100 кг/га	<i>орташа</i>	29,2	12,2	11,8	15,6	13,1	11,2	6,3	0,7
		2018ж.	26,21	13,17	10,56	21,08	14	9,7	4,78	0,5
8	фон + 200 кг/га	2019ж.	32,19	11,13	13,03	10,13	12,17	12,64	7,91	0,8
		<i>орташа</i>	29,2	12,2	11,8	15,6	13,1	11,2	6,3	0,7
	фон + 300 кг/га	2018ж.	26,21	13,17	10,56	21,08	14	9,7	4,78	0,5
		2019ж.	32,19	11,13	13,03	10,13	12,17	12,64	7,91	0,8
9	фон + 400 кг/га	<i>орташа</i>	29,2	12,2	11,8	15,6	13,1	11,2	6,3	0,7
		2018ж.	26,21	13,17	10,56	21,08	14	9,7	4,78	0,5
	фон + 500 кг/га	2019ж.	32,19	11,13	13,03	10,13	12,17	12,64	7,91	0,8
		<i>орташа</i>	29,2	12,2	11,8	15,6	13,1	11,2	6,3	0,7

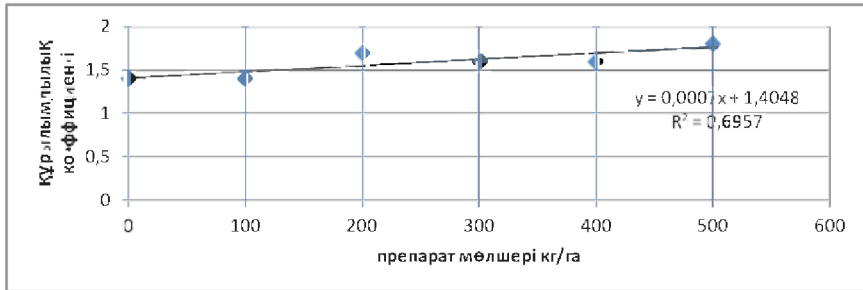
Топырақтың құрылымдық жай-күйін оңтайлы елшемдегі (0,25 мм-ден 10 мм-ге дейін) ауа-құрғақ агрегаттар саны бойынша бағалау үшін С. И. Долгов пен П. У. Бахтин бағалау шкаласын жасаған [9]. Осы шкала бойынша 0,25-10мм елшемдегі агрегаттардың құрамы бақылау, фон және фон+100 кг/га қанагаттанарлық деп бағаланса, фон+200, 300, 400, 500 кг/га нұсқаларында-жақсы деп бағалануда (сурет 2).



Сурет 2 – 0,25-10мм елшемдегі агрегаттардың құрамы, %

Топырақтың құрылымдылығын бағалау үшін құрылымдылық коэффициенті қолданылады, бұл коэффициентте агрономиялық құнды агрегаттардың санына негізделген. Тиісінше, құрылымдылықты Кстр сапалы бағалау үшін пайдаланылатын диапазондар: >1.5 - агрегаттық жағдайы ете жақсы; 1.5-0.67-жақсы; 0.67-қанагаттанарлықсыз [9].

Құрылымдылық коэффициенті препаратты қолдану топырақтың агрегаттық жағдайын жақсартатынын көрсетеді. 200-ден 500 кг/га дейінгі мелшерлерде бұл көрсеткіш ете жақсы деп бағаланса, ал бақылау мен фон +100 кг/га жақсы деп бағаланады. Препаратты енгізу мелшері мен құрылымдылық коэффициенті арасында тығыз корреляциялық байланыс $r = 0.8$ анықталды (сурет 3).



Сурет 3 – Құрылымдылық коэффициенті

Топырақ агрегаттарының суға беріктігі. Құрылымдылықтың басқа бір керсеткіші оның сыртқы әсерлерге тұрақтылығы, олардың арасында судың әсері неғұрлым маңызды болып табылады. А . Г . Прудникованың айтуынша қиды әр түрлі мелшерде және минералды тыңайтқыштармен үйлесімде қолдану топырақ агрегаттарының беріктігін 74,5 -99,3 %-ке жақсартады [11]. Зерттеу нәтижелері бойынша «Агробинонов» көміртекті препаратының түрлі мелшерлерін енгізу топырақ агрегаттарының суға беріктігінің сақталуына қолайлы әсер ететінін атап өткен жөн (Кесте 2).

Кесте 2 – Бидай егістіктеріндегі топырақ агрегаттарының суға беріктігіне күл шлактан және техникалық көміртектен жасалған препаратты енгізу мөлшерінің әсері

№	Нұсқалар	Суға берік кесектердің құрамы 1-2 мм, %		
		2018ж.	2019ж.	Орташа
1	Бақылау	42,0	32,0	37,0
2	1/10 P ₁₅₈ – фон	40,0	40,0	40,0
3	фон + 100 кг/га	46,0	68,0	57,0
4	фон + 200 кг/га	42,0	64,0	53,0
5	фон + 300 кг/га	42,0	48,0	45,0
6	фон + 400 кг/га	48,0	46,0	47,0
7	фон + 500 кг/га	36,0	58,0	47,0

Топырақ агрегаттарының суға беріктігінің құрамы 2018 жылы бақылауда 42% - ды құраса, фонда 40%, ал тыңайтылған нұсқаларда 36% - дан (фон +500кг/га) 48% - га (фон+400кг/га) дейін өзгерді.

Келесі 2019 жылы бұл көрсеткіш бақылауда 32% - ға дейін төмендеді, фон+400кг/ға нұсқасынан басқа тыңайтылған нұсқаларда керісінше 68% - ға (фон+100кг/ға) дейін көтерілген.

Орташа алғанда екі жыл ішінде топырақ агрегаттарының суға беріктігінің ең жоғары көрсеткіші фон+100 және 200 кг/ға нұсқаларында, сәйкесінше 57 және 53% құраса, ал бақылауда бұл көрсеткіш 37% – ға тең болды. И. В. Кузнецова (1979) орта және ауыр саздауытты топырақ құрылымының суға беріктігін бағалаудың болжамды шкаласын ұсынған. Бұл шкала бойынша құрылымдардың суға беріктігі келесідей бағаланады: <10 – суға төзімсіз, 10-20 – қанағаттанарлықсыз, 20-30 – жеткілікті қанағаттанарлық, 30-40 - қанағаттанарлық, 40-60 – жақсы, 60-75 – өте жақсы, > 75 – шамадан тыс жоғары [9]. Осы шкала бойынша топырақ агрегаттарының суға беріктігі бақылауда қанағаттанарлық, препараттың әртүрлі мөлшерлері қолданылған нұсқаларда – жақсы деп бағаланды.

Кәдімгі қара топыраққа препараттың түрлі мөлшерін еңізу жаздың бидайдың өнімділігінде оң әсет етті. 2018 жылғы зерттеу нәтижелері бойынша жаздық бидайдың өнімділігі фон+100 кг/ға нұсқасында 14,3 ц/ға құрады, бұл бақылаудан 21,8% артық (бақылауда 11,9 ц/ға). Препараттың фон+200, 300, 400, 500 кг/ға нұсқаларында өнімділік 15,7 ц/ға-дан 16,5 ц/ға-ға дейін болды. Ал 2019 жылы бақылауда бидай өнімділігі 9,4 ц/ға құраса, ең жоғарғы өнімділік фон+400 кг/ға нұсқасында тіркелді 15,5 ц/ға, яғни бақылаудан 65% артық. Қалған тыңайтылған нұсқаларда 14,4-15,4 ц/ға аралығында болды.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері «Агробионов» көміртекті препаратының кәдімгі қара топырақтың сулы-физикалық қасиеттеріне мелиорациялық әсерін көрсетті: топырақтағы өнімді ылғал қоры және топырақ агрегаттарының суға беріктігін арттырады, топырақ құрылымын жақсартады, осының барлығы жаздық бидайдың өнімділігін бақылаумен салыстырғанда 31,8% - ға арттыруға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

1 *Коржов С.И.* Биологические показатели оценки плодородия черноземов [Текст]: статья // С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов.- Вестник МичГАУ, 2010. - №2. - С86-92.

2 *Ковда В.А.* Почвенный покров как компонент биосферы [Текст]: доклад на общем собрание АН СССР // Вестн. АН СССР. 1973. - № 9. - 22 с.

3 *Сарсенова А.А.* Патент на изобретения –мелиоративный препарат для повышения плодородия почв. RU 2494137, 2013. - №27. - С2.

4 *Ram L.C., Masto R.E.* An appraisal of the potential use of fly ash for reclaiming coal mine spoil // Journal of Environmental Management. 2010. - № 91. - 603 – 617p.

5 *Fulekar M.H.* The pH effects on leachability of fly-ash heavy metals: laboratory experiment // Indian Journal of Environmental Protection 1993. - №13. P185 – 192.

6 *Четко Н.К. и др.* Урожай и качество продукции в звене севооборота на оптимизированных минеральных удобрениях почвах нечерноземной зоны // Агрохимия 1998. - №12.

7 *Воронкова Н.А.* Влияние приемов биологизации на запасы продуктивной влаги в почве // Земледелие 2009.- №1. - С 11-12.

8 *Качинский Н.А.* Физика почвы. Москва: «Высшая школа» 1965. -324 с.

9 *Плотников А.М.* Методы оценки и прогноза состояния почв: методические указания для лабораторных занятий. – Лесниково: КГСХА, 2014. – 85 с.

10 *Савич В.И., Борисов Б.А., Родионова Л.П., Гукалов В.В., Садуакасов Н.М.* Генетическая и агроэкологическая оценка структуры почв // Международный сельскохозяйственный журнал №3 (363). - 2018. С24-27.

11 *Прудникова А.Г.* Структура как фактор плодородия почв: учебное пособие. – ФГОУ ВПО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. - С139.

Хусаинов А.Т., доктор биологических наук, профессор,
академик АСХН РК и РАЕ

Есенжолов Б.Ж., PhD докторант

Жаркинбеков Т.Н., кандидат геолого-минералогических наук

Данкина Г.Р., старший преподаватель