

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым жаршысы(пәнаралық) = Вестник науки Казахского агротехнического университета им.С.Сейфуллина (междисциплинарный). - 2022. – № 4 (115). –Ч.1. - Б. 203-214.

[doi.org/ 10.51452/kazatu.2022.4.1226](https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.4.1226)

ӘОЖ: 631.811.1

МИНЕРАЛДЫ ҚОРЕКТЕНУ ЖАҒДАЙЫНА ЖӘНЕ АЗОТ ТЫҢАЙТҚЫШТАРЫН ПАЙДАЛАНУЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ЖАСЫМЫҚТЫҢ «ВЕХОВСКАЯ» СҰРЫПЫН ҚАРА-ҚОҢЫР ТОПЫРАҚТАРДА ӨСІРУДІҢ ТИІМДІЛІГІ

Жанзаков Бахтияр Жетписпаевич

Докторант

А.И.Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми – өндірістік орталығы
Шортанды ауданы, Қазақстан
E-mail: baha_zhan93@mail.ru

Черненко Валентина Григорьевна

Ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор
С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті
Астана қ., Қазақстан
E-mail: chernenok2@mail.ru

Түйін

Зерттеу жұмысының өзектілігі - Ақмола облысының қара-қоңыр топырақтарында жасымықты өсіруде азотты қоректену жағдайларын оңтайландыру қажеттілігінен туындады. Далалық тәжірибелер 2018-2020 жж. «Ақтық» АҚ АФ-да жүргізілді. Зерттеудің мақсаты – «Веховская» жасымық сұрыпының өнімділігін арттыру үшін азотпен қоректену жағдайларын және тыңайтқыштарды қолдануды оңтайландыру. «Веховская» сұрыпының өнімділігіне топырақтағы қоректік заттардың бастапқы мөлшері мен азот тыңайтқыштары айтарлықтай әсер ететіні анықталды. Ең жоғары қосымша өнімділік $P_{90}N_{60}$ нұсқасында түзілді – 9,2 ц/га. Азот тыңайтқыштарын қолдану ақуыз мөлшерінің артуына әкеледі. Азот және фосфор тыңайтқыштарын біріктіріп қолдану, тек фосфор немесе азот тыңайтқыштарын жеке енгізумен салыстырғанда, ақуыз мөлшерін әлдеқайда жоғарылатады. Топырақтағы нитратты азоттың мөлшері мен өнімділік арасында жоғары корреляциялық байланыс анықталды ($R=0,81$; $R=0,96$). Ең жоғары өнімділік 2020 жылы топырақтың 0-40 см қабатында азоттың - 17,3 мг/кг деңгейінде – 29,1 ц/га қалыптасты. Қолданылған тыңайтқыштардың тиімділігін есептеу, жасымықта ең жоғары қайтарымдылығы азот тыңайтқыштарының 30 және 60 кг ә.е.з. қолданғанда көрсетті. P_{90} нұсқасында азот, сәйкесінше 3,3 және 6,3 кг қосымша өнім /кг ә.е.з. құрады. Азот мөлшерін 15-17 мг/кг деңгейіне жеткізу, максималды шартты таза табыс (34 мың теңге/га) алуға және тыңайтқыштарды

еңгізудің шығындарының (5,2 теңге) өтелуіне мүмкіндік берді.

Кілт сөздер: минералды қоректену; жасымық; азот тыңайтқыштары; өнімділік; қосымша түзілген өнім; нитратты азот; оңтайлы деңгей.

Кіріспе

Жасымықтың (*Lens culinaris* Medik.) ауыл шаруашылығында маңызы зор [1]. Оның құрамында 65% көмірсулар, 2% минералдар мен дәрумендер, 22,0-34,5% ақуыздар [2], соның ішінде 80% қор ақуыздары [3].

Жасымықта ақуыз мөлшері дәнді астық дақылдарға қарағанда шамамен 2 есе жоғары, сондықтан әлемнің көптеген елдерінде (Оңтүстік-Батыс, Оңтүстік Азия және Солтүстік Африка) ақуыздың күнделікті, маңызды көзі болып табылады [4, 5].

Жасымық *Rhizobium* туыстығының *Rh. Leguminosarum* түрінің селбесуші түйнек бактерияларымен байланысқа түсе алады [6, 7]. Жасымықпен селбесудегі түйнек бактериялары 20 кг/га [8] - 80 кг/га аралықта азотты топыраққа бекітуге қабілетті екені есептелген [9, 10].

Ыстыққа, құрғақшылыққа және қолайсыз ауа райы жағдайларына төзімділігінің жоғары болуына байланысты [11], жасымық Ақмола облысының құрғақ климатында өсе алатын әлеуеті жоғары дәнді-бұршақ дақылы болып табылады.

Солтүстік Қазақстан өнірінде жасымықты өсірудің тарихы, астық шаруашылығын әртараптандыру науқанымен қатар басталып, бар-жоғы оң жылдай уақытты қамтиды. Бұл уақыт аралығында жасымықты

өсірудің агротехникалық сұрақтары: оңтайлы себу мөлшері мен уақыты [12], себу тереңдігі мен өсірудің тиімді технологиялары зерттелді [13]. Жасымықтың жаңа сұрыптарын шығару бойынша жұмыстар жүргізілді [14]. Мәселен, жасымықтың алғашқы отандық «Крапинка» және «Шырайлы» сұрыптары 2016 жылы шығарылды [15].

Дегенмен, қазіргі уақытта жасымықтың өнімділігі, оның әлеуетті өнімділігінен айтарлықтай төмен. Мемлекет бойынша жасымықтың орташа өнімділігі – 7,7 ц/га, Ақмола облысында – 6,0 ц/га аспайды [16]. Жасымықтың өнімділігінің төмен болуының себептерінің бірі – Ақмола облысы жағдайында жасымықтың минералды қоректенуі мен минералды тыңайтқыштарды қолдану тиімділігінің толық зерттелмеуінде.

Зерттеулерде келтірілген жасымықтың «Веховская» сұрыпы, Қазақстанада кең таралғаны, танымалдылығы және топырақ-климаттық жағдайлардың өзгешелігі, бұл дақылдың, сұрыптың минералды қоректенуін зерттеуді талап етті. Осыған байланысты, зерттеудің мақсаты – жасымықтың «Веховская» сұрыпының азотпен қоректену жағдайларын және өнімділігін арттыру үшін минералды тыңайтқыштарды тиімді қолдануды

зерттеу болып бекітілді.

Материалдар мен әдістер

Зерттеулер 2018-2020 жж. Ақмола облысындағы «Ақтық» АФ АҚ жерінде, Солтүстік Қазақстанның құрғақ далалы аймағында жүргізілді. Тәжірибеде жасымықтың «Веховская» сұрыпы өсірілді. Сұрыптың бастамашысы: «Агросемсервис» ҒӨҰ ЖШС (Саратов облысы). Жасымықтың «Веховская» сұрыпы А 350 х к 1975 гибридті комбинациясынан жеке сұрыпталуы арқылы алынды. Түрі - нуммулярия [17].

Тәжірибе жүргізілген танаптың топырағы карбонатты, жеңіл балшықты, қара-қоңыр. Қарашірік мөлшері – 2,93-2,95%, жалпы азот – 0,17%, фосфор – 0,15%, жылжымалы калий – 80 мг/100 г топыраққа, рН аздап сілтілі (8,08-8,12).

Зерттеу жүргізілген жылдардағы вегетациялық кезеңдердің гидротермиялық жағдайлары әртүрлі болды: 2018 жыл – қолайлы (ГТК = 0,95), 2019 – өте құрғақ (ГТК = 0,31), 2020 – орташа құрғақ (ГТК = 0,72).

Азотпен қамтамасыз етілудің әртүрлі деңгейін құру және тыңайтқыштарды енгізу, жасымықтың «Веховская» сұрыпын өсіруде тиімділігін зерттеу мақсатында 3 қайталымда, 6 нұсқалы тәжірибелер салынды: 1. О-«тыңайтқыштар енгізілмеген нұсқа»; 2. P₉₀; 3. P₉₀N₃₀; 4. P₉₀N₆₀; 5. P₉₀N₉₀; 6. N₃₀. Мөлдектің ауданы - 52,5 м². Жасымықты өсіру, аймақтағы ҚеАҚ «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық

университеті» ғалымдары [12, 18] ұсынған және қалыптасқан дәстүрлі технологиямен жүргізілді. Тыңайтқыштар (46% P₂O₅, 10-11% N аммофос түрінде) күзде сүдігер жыртылған жерлерге 12-14 см тереңдікке және көктемде (34,6% N аммоний селитрасы түрінде) себу алдында СЗС-2,1 тұқым сепкішімен 10 см тереңдікке енгізілді. Жасымық мамыр айының екінші жартысында СЗС-2,1 тұқым сепкішімен 5-7 см тереңдікке 2,2 млн өңгіш тұқым/га мөлшерінде себілді.

Топырақтың ең маңызды агрохимиялық қасиеттеріне және оларға тыңайтқыштардың әсерін, ылғалдылықтың, қоректік заттардың құрамының өзгеруін бақылау үшін бақылау нұсқасында 1 метрлік кескінде әрбір 20 см сайын, ал тыңайтқыштар енгізілген нұсқаларда 0-20 см және 20-40 см тереңдікке, мөлдекте 5 нүктеден топырақ үлгілері алынды.

Алынған топырақ үлгілерінде топырақтың ылғалдылығы (МЕМСТ 28268-89) [19], нитрат азоты 150,1 МИ нитрат анализаторында, бір сығындыдан жылжымалы фосфор және алмаспалы калий Мачигин әдісі бойынша (МЕМСТ 26205-91) [20] анықталды.

Өсімдіктердің даму кезеңдері бойынша химиялық құрамын анықтау үшін, әр мөлдектің 10 нүктесінен 50 өсімдіктен тұратын үлгілер алынды. Өсімдіктердегі азоттың, фосфор мен калийдің мөлшері - Пиневицтің жеделдетілген фотометриялық әдісімен анықталды

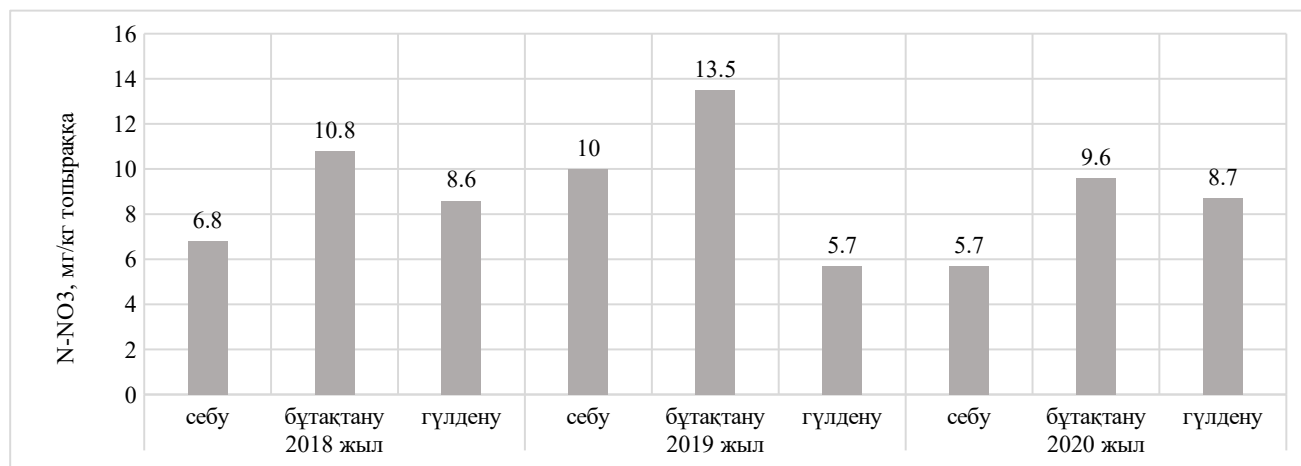
[21].

Жасымықтың өнімділігі 1 м²-ден 6 қайталымда бауға жиналып, одан кейін LD 180 масақты бастырғышта бастырылып, анықталды. Алынған мәліметтерді

статистикалық өңдеу Б.А.Доспехов [22] бойынша, ал азот тыңайтқыштарын қолданудың экономикалық тиімділігін есептеу П.Ф. Меньшиков әдісі бойынша жүргізілді [23].

Нәтижелер

Зерттеулер көрсеткендей, ылғалмен қамтамасыз етілу жағдайлары топырақтағы құбылыстарға, әсіресе минералды азоттың нитрификациясына айтарлықтай әсер етті (1 -сурет).



1 – сурет. Топырақтың 0-40 см қабатындағы жасымықты себу кезіндегі минералды азоттың мөлшері мен оның өзгеру динамикасы, мг/кг топыраққа.

Топырақтың 0-40 см қабатындағы нитратты азоттың себу алдындағы мөлшері төмен деңгейде болды [24]. 2018 жылы – 6,8 мг/кг, 2020 жылы – 5,7 мг/кг. 2019 жылы нитратты азотпен қамтамасыз етілу деңгейі орташа – 10,0 мг/кг болды. Ағымдағы нитрификацияға байланысты жасымықтың бұтақтану кезеңінде азоттың мөлшері 2018, 2019, 2020 жылы сәйкесінше 10,8, 13,5, 9,6 мг/кг дейін артты. Гүлдену кезеңінде өсімдіктердің азотты белсенді пайдаланылуына байланысты, оның топырақтағы

мөлшері азайды. 2019 жылғы атмосфералық және топырақ құрғақшылығы жағдайында топырақтағы азот мөлшерінің күрт төмендеуі байқалды (5,7 мг/кг).

Минералды тыңайтқыштарды қолдану, топырақтағы қоректік заттардың мөлшерінің едәуір артуына әкеледі. Зерттеу жүргізілген жылдары Р₉₀ нұсқасының 0-40 см топырақ қабатындағы азот мөлшері – 9,6-10,7 мг/кг деңгейде болса, тыңайтқыш енгізілген нұсқаларда – 20,5-21,4 мг/кг дейін артты (1- кесте).

1- кесте. Топырақтағы N-NO₃, P₂O₅, K₂O мөлшеріне тыңайтқыштардың әсері, мг/кг топырақ

Енгізілді, ә.е.з. кг/га	N-NO ₃ (0-40 см)			P ₂ O ₅ (0-20 см)			K ₂ O (0-20 см)		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
«О»	9,0	8,8	8,3	10,7	12,9	15,3	834	978	824
P ₉₀	9,6	10,1	10,7	22,7	19,5	25,2	854	986	818
P ₉₀ N ₃₀	13,2	12,1	13,2	22,8	19,5	24,9	848	917	840
P ₉₀ N ₆₀	16,7	16,5	17,3	27,8	19,3	24,4	853	932	846
P ₉₀ N ₉₀	20,5	21,2	21,4	34,9	19,4	24,8	856	905	830
N ₃₀	12,5	12,0	12,9	11,6	11,8	14,9	843	457	828

Топырақтың фосформен табиғи қамтамасыз етілу деңгейі төмен [24] – 0-20 см топырақ қабатында – 10,7-15,3 мг/кг болды. P₉₀ нұсқасында ол орташа қамтамасыз ету деңгейіне – 19,5-25,2 мг/кг жетті.

Калийдің мөлшері өте жоғары деңгейде болды 0-20 см қабатта – 800-900 мг/кг. Тыңайтқыштарды енгізу оның деңгейіне әсер еткен жоқ.

Зерттеулер көрсеткендей, топырақтағы қоректік заттардың, атап айтқанда, минералды тыңайтқыштарды енгізуге байланысты, азот мөлшерінің

өзгеруі жасымның «Веховская» сұрыпының өнімділігіне айтарлықтай әсер етті, (кесте – 2). Бақылау нұсқасында (тыңайтқыштар енгізілмеген нұсқа) өнімділік 2018 жылы – 16,7 ц/га, өте құрғақ 2019 жылы – бары 3,8 ц/га, 2020 жылы – 19,9 ц/га құрады. Фосфор тыңайтқыштарын (P₉₀) енгізу, жасымның өнімділігінің артуына әкелді. P₉₀ нұсқасында өнімділік 2018 жылы – 7,0 ц/га, 2019 жылы – 0,4 ц/га, 2020 жылы – 5,4 ц/га артты. Бақылау нұсқасымен салыстырғанда, ең аз өсім өте құрғақ 2019 жылы байқалды – 11%, ең жоғары 2018 жылы – 41%.

2 – кесте. Жасымның «Веховская» сұрыпының өнімділігіне тыңайтқыштардың әсері, ц/га.

Енгізілді, кг ә.е.з./га	2018 жыл			2019 жыл			2020 жыл		
	Өнімділік, кг/га	Қосымша түзілген өнім		Өнімділік, кг/га	Қосымша түзілген өнім		Өнімділік, кг/га	Қосымша түзілген өнім	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
«О»	16,7	-	100	3,8	-	100	19,9		100
P ₉₀	23,7	7,0	141	4,2	0,4	111	25,3	5,4	127
P ₉₀ N ₃₀	24,7	8,0	147	4,2	0,4	111	26,6	6,7	134
P ₉₀ N ₆₀	25,0	8,3	149	3,9	0,1	103	29,1	9,2	146
P ₉₀ N ₉₀	26,4	9,7	158	4,0	0,2	105	27,4	7,5	138
N ₃₀	18,0	1,3	107	4,7	0,9	124	22,9	3,0	115
орташа	22,4	6,9		4,1	0,4		25,2	6,4	
HCP _{0,95}		1,5			0,31			1,08	
m, %		3,4			0,15			1,36	

Азот тыңайтқыштарын енгізу тек фосфор тыңайтқыштарын (P_{90}) енгізумен салыстырғанда өнімділікті айтарлықтай арттырды, бұл азотпен қоректену жағдайының жақсаруымен байланысты.

Фосфор тыңайтқыштарымен қоса егнізілген азот тыңайтқыштарының тиімділігі, жылдың гидротермиялық жағдайларына байланысты әр түрлі болды. Мәселен, 2018 жылы азот тыңайтқыштарының тиімділігі 1 ц/га (N_{30}) - 2,7 ц/га (N_{90}) аралығында болса, 2019 жылы олар тиімсіз болды. Гидротермиялық жағдайы бойынша қолайлы 2020 жылы, P_{90} нұсқасында 25,3 ц/га $P_{90}N_{60}$ нұсқасында 29,1 ц/га-ға дейін ең жоғары өнімділік қалыптасты, мұнда топырақта азоттың 10,7 мг/кг-нан 17,3 мг/кг-ға дейін артуына байланысты, азот тыңайтқыштарынан қосымша түзілген өнім 3,8 ц/га жетті. Азоттың одан әрі 90 кг-ға (21,4 мг/кг) дейін артуы өнімділіктің 1,7 ц/га

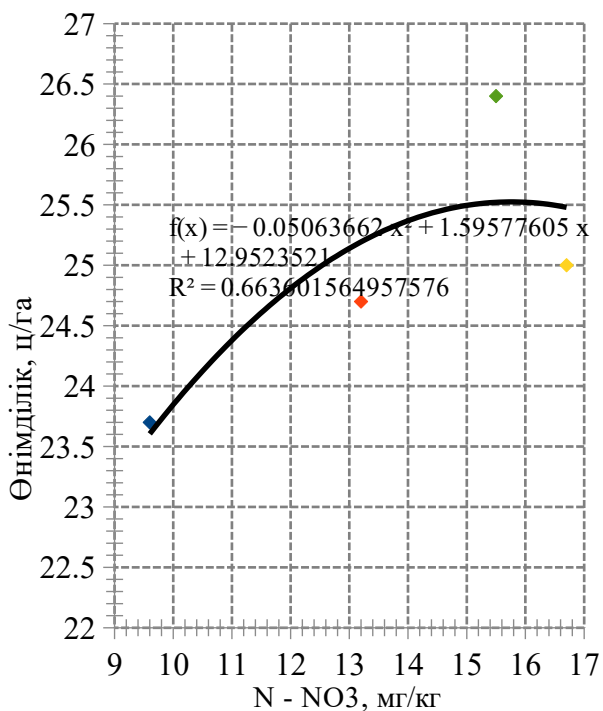
төмендеуіне әкелді. Бұл, азоттың топырақта жоғары мөлшерде болуы, өнімділікті төмендететінін, ал жасымықтың «Веховская» сұрыпы үшін топырақтың 0-40 см қабаттағы азоттың оңтайлы мөлшері 17 мг/кг деңгейінде болатынын дәлелдейді.

Таза азот тыңайтқыштары (N_{30}) жыл жағдайына байланысты 0,9-дан 3,0 ц/га-ға дейін қосымша өсім қалыптастырды, бұл «Веховская» сұрыпының азот тыңайтқыштарын енгізуге жақсы жауап қайтаратынын көрсетеді. Алайда, зерттеулер көрсеткендей, өсімдіктердің қоректенуін басқару, жоғары және сапалы өнім алу үшін, тек азоттың ғана емес, сонымен қатар фосфордың оңтайлы деңгейін және олардың өзара қатынасын білу өте маңызды [24].

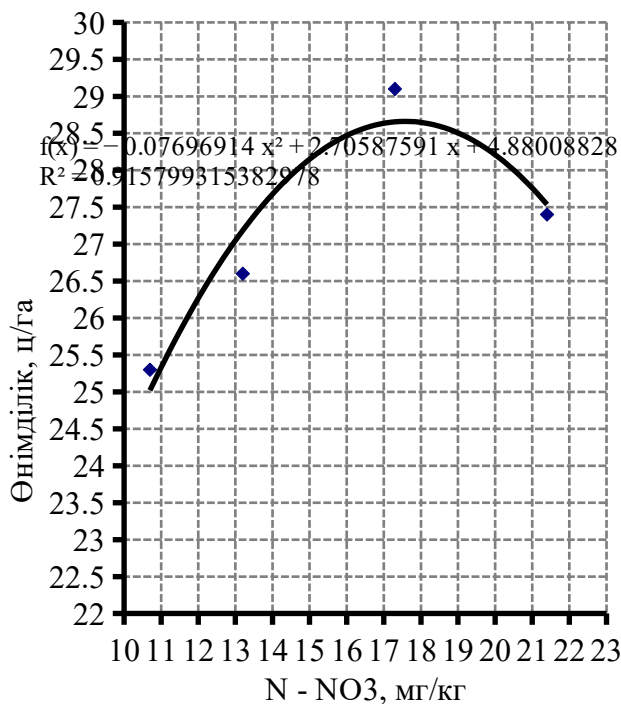
Алдыңғы зерттеулер көрсеткендей, максималды мүмкін болатын өнімді қалыптастыруды қамтамасыз ететін, «Веховская» сұрыпы үшін фосфордың оңтайлы деңгейі 28 мг/кг құрайды [25].

Талқылау

Жасымықтың «Веховская» сұрыпы топырақтағы азот мөлшерінің белгілі-бір деңгейге дейін артуына жақсы жауап береді. Топырақтағы нитратты азот мөлшері мен жасымықтың өнімділігі арасында жоғары сандық байланыс пен корреляция анықталды ($R=0,81$; $R=0,96$) (суреттер 2, 3).



Сурет 2 - Жасымықтың "Веховская" сұрыпының өнімділігі мен топырақтың 0-40см қабатындағы N - NO₃ мөлшерінің қатынасы, 2018 ж, R = 0,81



Сурет 3 - Жасымықтың "Веховская" сұрыпының өнімділігі мен топырақтың 0-40см қабатындағы N - NO₃ мөлшерінің қатынасы, 2020 ж, R = 0,96

Ең жоғары өнімділік – 17,3 мг N-NO₃/кг топырақ деңгейінде түзілді. Азоттың деңгейі жоғары нұсқаларда өнімділік төмендеді. Бұл жасымықтың «Веховская» сұрыпы үшін 0-40 см қабатында 15-17 мг N-NO₃/кг топыраққа оңтайлы екенін көрсетеді.

Алынған мәліметтер фосфор мен азоттың оңтайлы қатынасы 1,5-1,7 шегінде екенін көрсетеді.

Жасымықтың «Веховская» сұрыпы үшін алғаш рет максималды өнімділік қалыптастыратын – 15-17 мг N-NO₃/кг топыраққа нитратты азотының оңтайлы деңгейі анықталды, бұл В.Г. Черненконың азот тыңайтқыштарының дозасын анықтау үшін, оңтайландыру формуласын (1) қолдануға мүмкіндік береді:

$$DN = (N_{\text{оңт}} - N_{\text{нақ}}) \times 7,5 \times \text{ПКылғ}, (1)$$

мұндағы N_{оңт} – дақылға азоттың анықталған оңтайлы деңгейі,

N_{нақ} – топырақтағы азоттың нақты мөлшері, 7,5 – топырақтағы 1 мг N-NO₃ тыңайтқыш эквиваленті.

ПКылғ – ауылшаруашылық жылындағы жауын-шашын мөлшері : 175 (стандартты жауын-шашын – тұрақты шама) формуласымен анықталады [24].

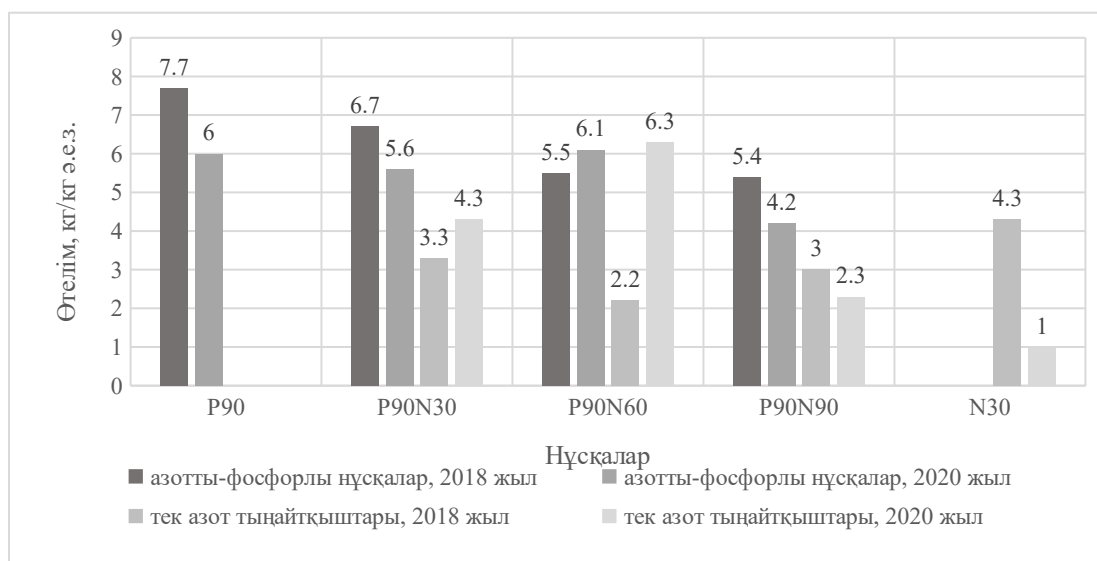
Жасымықтың «Веховская» сұрыпы үшін азот тыңайтқыштарын енгізу мөлшерін, оған белгіленген, топырақтың 0-40 см қабатындағы нитратты азоттың оңтайлы деңгейіне сүйене отырып, келесі формула бойынша анықтаға

болады:

$$DN = (15 - N_{нак}) \times 7,5 \times ПК_{ылғ.}$$

Азот тыңайтқыштарын қолдану, өте қымбат фактор, сондықтан қолданылатын тыңайтқыштардың тиімділігін бағалау өте маңызды.

4 -суретте, енгізілген 1 кг ә.е.з. тыңайтқыштардан түзілген қосымша өнім келтірілген. Ең жоғары нәтиже 1 кг ә.е.з. фосфор - 6,0-7,7 кг қосымша астық көрсеткен (4 -сурет).



4- сурет. Жасымыққа енгізілген минералды тыңайтқыштардың өтелуі.

Азотты-фосфорлы нұсқаларда шығындардың ең жоғары өтелуі P₉₀N₃₀ нұсқасында 2018 жылы – 6,7 кг/кг ә.е.з. және 2020 жылы P₉₀N₆₀ нұсқасында – 6,1 кг/кг ә.е.з. алынды. Тыңайтқыштар енгізілген жоғары нұсқаларда шығындардың өтелуі 5,4-тен 2,3 кг/кг-ға дейін төмендейді. Барлық зерттелген дозаларда тыңайтқыштардың ең аз өтелуі 2020 жылы N₃₀ нұсқасында алынды, бар

болғаны – 1,0 кг/кг ә.е.з. Оның себебі, топырақтағы фосфордың төмен деңгейі салдарынан, жасымықтың азотты аз мөлшерде пайдалануында.

Азот тыңайтқыштары бойынша шығындардың өтелуі 2020 жылы P₉₀N₃₀ – 4,3 кг/кг ә.е.з. және P₉₀N₆₀ – 6,3 кг/кг ә.е.з. нұсқаларныда ең жоғары болды.

Азот тыңайтқыштары өнімділікті арттырумен қатар, тұқымның химиялық құрамы мен сапасына айтарлықтай әсер етті, (3- кесте).

2- кесте. Тыңайтқыштардың жасымық тұқымдарындағы химиялық құрамына және сапасына әсері, (2018-20 жж. орташа көрсеткіш), %.

Енгізілді,	N	P2O5	K2O	Ақуыз
------------	---	------	-----	-------

кг ә.е.з./га				
«О»	3,23	1,35	2,58	18,07
P ₉₀	3,39	1,47	2,58	19,00
P ₉₀ N ₃₀	3,49	1,53	2,59	19,53
P ₉₀ N ₆₀	3,56	1,53	2,68	19,93
P ₉₀ N ₉₀	3,64	1,45	2,55	20,40
N ₃₀	3,41	1,22	2,59	19,13
орташа	3,46	1,43	2,60	19,34

3-кестеде, топырақта азот мөлшерінің жоғарылауымен дәндегі азот пен ақуыз мөлшерінің жоғарылғаны көрсетілген: азот концентрациясы 3,2-ден 3,6%-ға дейін, ақуыз мөлшері 18-ден 20%-ға дейін. Тіпті таза азотты нұсқада (N₃₀), оның деңгейі бақылау нұсқасынан жоғары болды.

Фосфорлы нұсқада (P₉₀) азоттың жоғары болуы (3,23-3,39%) байқалды. Бұл P₉₀ аммофос түрінде енгізілгенімен байланысты. Оның

құрамында 10-12% азот бар. Яғни, аммофостағы 90 кг P₂O₅ ә.е.з.-мен 9-10 кг N енгізілді, бұл да химиялық құрамға әсер етті.

Азотпен коректену жағдайларының жақсаруы, өсімдіктің фосфор сіңіруін арттырды, калийдің мөлшері бір қалыпты.

Тыңайтқыштарды қолданудың экономикалық тиімділігі 4 – кестеде көрсетілді.

3- кесте. Жасымықтың «Веховская» сұрыпын өсіруде азот тыңайтқыштарын қолданудың экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері.

Енгізілді, кг ә.е.з./га	Қосымша түзілген өнім, ц/га	Қосымша түзілген өнім құны, тг	Тыңайтқыштарды енгізуге кеткен шығындар, тг/га	Шартты таза табыс, тг/га	Шығындардың өтелуі, тг	Рентабельділігі, %
2018 жыл						
P ₉₀	7,0	77000	6900	70100	11,15	1015
P ₉₀ +N ₃₀	+1,0	+11000	+4437	+6963	+2,47	+147
P ₉₀ +N ₆₀	+1,3	+14300	+7323	+6977	+1,95	+95
P ₉₀ +N ₉₀	+2,7	+29700	+12260	+16440	+2,34	+134
N ₃₀	1,3	14300	4437	9863	3,23	222
2020 жыл						
P ₉₀	5,4	70200	7313	62888	9,6	860
P ₉₀ +N ₃₀	+1,3	+16900	+7560	+9340	+2,23	+123
P ₉₀ +N ₆₀	+3,8	+49400	+15660	+33740	+3,15	+215

$P_{90+N_{90}}$	+2,1	+27300	+23220	+4080	+1,18	+18
N_{30}	3,0	39000	7560	31440	5,2	416

Ескерту: өте құрғақ 2019 жылы азот тыңайтқыштарының әсері болмады.

Жасымық өндірісінің өзіндік құны минералды тыңайтқыштарды қолдану есебінен өсті, ал азот тыңайтқыштарынан шығындарының максималды мәні $P_{90}N_{90}$ нұсқасында байқалып, 12,2 және 23,2 мың теңге/га құрады.

Азот тыңайтқыштары енгізілген нұсқалардағы өнімділіктің артуына байланысты шартты түрде таза табыс та өсті, бірақ шығындардың өтелу мен рентабельділік P_{90} нұсқасынан төмен

ғана емес, фосфордың деңгейіне де байланысты.

Қорытынды

Солтүстік Қазақстанның құрғақ дала аймағының қара-қоңыр карбонатты, жеңіл балшықты топырақтарында, 2018-2020 жылдары аралығында жүргізілген зерттеулер, жасымықтың «Веховская» сұрыпы өнімділігі мен әлеуеті жоғары және минералды қоректенуін оңтайландыру арқылы 25 ц/га және одан да жоғары, әрі сапалы өнім бере алатынын сұрып екенің көрсетті.

Ең жоғары өнімділік – 29,1 ц/га $P_{90}N_{60}$ нұсқасында, 0-40 см топырақ қабатындағы нитраты азот мөлшері – 17,3 мг $N-NO_3$ /кг деңгейінде алынды. Топырақтағы азоттың бұл деңгейі өсімдіктердің дамуы үшін оңтайлы болды, ол корреляциялық талдаумен расталған,

болды. Бұл тәжірибелердегі азот тапшылығының, фосфорға қарағанда айтарлықтай төмен болғанын және 2018 жылы қосымша өнімнің 1,0 ц-ден 2,7 ц-ге, ал 2020 жылы 1,3 ц-ден 3,8 ц/га-ға дейін өскенін және шығындардың өтелуінің 5,2 теңге деңгейінде болғанын көрсетеді.

Зерттеулер көрсеткендей, азот тыңайтқыштарының тиімділігі топырақтағы азоттың жетіспеушілігіне

2, 3-суреттер.

Азот тыңайтқыштарын қолдану ақуыз мөлшерінің айтарлықтай өсуіне әкелді, алайда топырақтағы фосфордың деңгейін ескермеу, азот тыңайтқыштарының тиімділігін төмендетеді.

Жасымық үшін азот тыңайтқыштарын, топырақтағы фосфордың деңгейін және азот пен фосфор арасындағы оңтайлы қатынасын 1:1,5-1,7 ескере отырып қолданған жөн. Бұл өндірістен тыс шығындарды және өнім бірлігінің өзіндік құнын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік беріп, ең жоғары шартты таза табыс пен өндірістің рентабельділігі мен шығынның өтелуін қамтамасыз етеді.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зерттеу грантты қаржыландыру жобасы AP05133069 «Қазақстанның құрғақ дала аймағы үшін перспективалы жасымық сорттарының олар үшін оңтайлы болып табылатын топырақтың агрохимиялық қасиеттерінің параметрлерін және оларға қол жеткізу жолдарын анықтау негізінде өнімділік әлеуетін іске асыру әдістерін әзірлеу және енгізу, астық өндірісін әртараптандыру жағдайында олардың бәсекеге қабілеттілігін арттыруды қамтамасыз ету» аясында жүргізілді (Жоба жетекшісі: ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор Черненко В.Г.).

Әдебиеттер тізімі

1 Hosseinzadeh, S. R., Ahmadpour, R. Evaluation of vermicompost fertilizer application on growth, nutrient uptake and photosynthetic pigments of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under moisture deficiency conditions [Text] / S. R. Hosseinzadeh, R. Ahmadpour // *Journal of Plant Nutrition*. - 2018. – № 41(10). - P. 1276–1284. DOI: 10.1080/01904167.2018.1450419.

2 Yadav, S. S. Uses and consumption Lentil [Text] / An ancient crop for modern times // P. C. Stevenson, A. H. Rizvi, M. Manohar, S. Gailing, G. Mateljan, S.S. Yadav, D. L. McNeil, P.C. Stevenson. Spring, Dordrecht, The Netherlands. – 2007. - P. 33 – 46.

3 Adsule, R. N. Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization [Text] / Lentil, S. S. Kadam, H. K. Leung, D. K. Salunkhe, S.S. Kadam, eds. // CRC Press, Florida, USA, -1989. -Vol.2. -P. 133–152.

4 Turk, M. A., Tawaha, A. M., El-Shatnawi, M. K. J. Response of lentil (*Lens culinaris* Medik) to plant density, sowing date, phosphorus fertilization and ethephon application in the absence of moisture stress [Text] / M. A. Turk, A. M. Tawaha, M. K. J. El-Shatnawi // *Journal of Agronomy and Crop Science*. -2003. –№ 189(1). - P. 1–6. DOI: 10.1046/j.1439-037X.2003.00002.x

5 Zafar, M., Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on growth, nodulation and nutrient accumulation of lentil under controlled conditions [Text] / M. Zafar, M. K. Abbasi, M. A. Khan, A. Khaliq, T. Sultan, M. Aslam // *Pedosphere*. - 2012. – № 22(6). - P. 848–859. DOI: 10.1016/ S1002-0160(12)60071-X.

6 Есаулко, А. Н., Галда, Д. Е. Влияние минеральных удобрений на агрохимические показатели чернозема и продуктивность чечевицы в условиях Ставропольского края [Текст] / А. Н. Есаулко, Д. Е. Галда // *Плодородие*. - 2016. - № 6(93). - С. 21–23.

7 Шляпина, М. С., Гладков, Д. В. Влияние органических удобрений на величину листовой поверхности и урожайность чечевицы [Текст] / М. С. Шляпина, Д. В. Гладков // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. - 2016. -№ 2(39). - С. 54–59.

8 McNeil, D. L. Rhizobium management and nitrogen fixation lentil. [Text] / Yadav S. S. (Ed.) // *An ancient crop for modern times*. - 2007. -P. 127–143.

9 Erskine, W. The lentil: botany production and uses. [Text] / W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma // Wallingford: CAB International. - 2009. – 447 p.

10 Quinn, M. A. Biological nitrogen fixation and soil health improvement [Text] / W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma, editors // The lentil: botany, production and uses. Wallingford: Comm. Agric. Bureau. Int. -2009. -P. 229–47.

11 Вошедский, Н. Н., Кулыгин, В. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность чечевицы в богарных условиях Ростовской области [Текст] / Н. Н. Вошедский, В. А. Кулыгин // Достижения науки и техники АПК. - 2020. – №34(11). - С. 43–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11106.

12 Мусынов, К. М. Особенности технологии возделывания чечевицы в условиях Северного Казахстана [Текст] / К. М. Мусынов, А. А. Кипшакбаева, Б. К. Аринов, Е. А. Утельбаев, Б. Б. Базарбаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2017. - № 9 (155). - С. 14–18.

13 Гринев, А. Чечевица в Северном Казахстане [Текст]: / А. Гринев // Аграрные технологии. - 2018. - №3. - С. 20–23.

14 Ошергина, И. П., Тен, Е. А. Оценка перспективных сортообразцов и линий чечевицы в условиях Северного Казахстана [Текст] / И. П. Ошергина, Е. А. Тен // Селекция и семеноводство. - 2020. -№ 4 (94). - С. 58–62.

15 Государственный реестр селекционных достижений, рекомендованных к использованию в Республике Казахстан (в редакции приказа Министра сельского хозяйства РК от 03.04.2020 № 112) [электронный ресурс]. – 2022. - URL:

<https://sortcom.kz/%d0%a7%d0%b5%d1%87%d0%b5%d0%b2%d0%b8%d1%86%d0%b0/> (дата обращения: 01.10. 2022).

16 Валовой сбор сельскохозяйственных культур в Республике Казахстан за 2021 год [электронный ресурс]. – 2022. - URL: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/5> (дата обращения: 01.10. 2022).

17 Сорт Веховская [электронный ресурс]. – 2022. - URL: <https://agro-bursa.ru/gazeta/sorta-gibridy/2018/04/16/chechevica-sort-vekhovskaya.html>) (дата обращения: 01.10. 2022)

18 Куришбаев, А. К., Айтуганов, К. К., Нукешев, С. О. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ в Акмолинской области в 2020 году [Текст] / А. К. Куришбаев, К. К. Айтуганов, С. О. Нукешев и др. – Нур-Султан. КазАТУ им. С. Сейфуллина. – 2020. –С. 69.

19 ГОСТ 28268-89. Межгосударственный стандарт. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.

20 ГОСТ 26205-91. Государственный стандарт. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

21 Мудрых, Н. М., Алёшин, М. А. Пособие к лабораторным занятиям по агрохимии [Текст] / Н. М. Мудрых, М.А. Алёшин – Пермь. ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – 2011. –С. 52.

22 Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 5-е изд., доп. и перераб. [Текст] : учебник для вузов / Б. А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, -1985. – 351 с.

23 Меньшиков, Н. Ф. и др. Эффективность применения минеральных удобрений [Текст] / Н. Ф. Меньшиков - М.: Колос, -1981. – С.128.

24 Черненко, В. Г. Научные основы и практические приемы управления плодородием почв и продуктивностью культур в Северном Казахстане [Текст] : монография / В. Г. Черненко - Астана, -2009. – 66 с.

25 Жанзаков Б.Ж., Черненко В.Г., Персикова Т.Ф. _Влияние условий фосфорного питания на продуктивность и качество чечевицы разновидностей сорта «Веховская» [Текст] / Б.Ж. Жанзаков, В.Г. Черненко, Т.Ф. Персикова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. - №2. – С. 141-146.

References

1 Hosseinzadeh, S. R., Ahmadpour, R. Evaluation of vermicompost fertilizer application on growth, nutrient uptake and photosynthetic pigments of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under moisture deficiency conditions [Text] / S. R. Hosseinzadeh, R. Ahmadpour // Journal of Plant Nutrition. - 2018. – № 41(10). - P. 1276–1284. DOI: 10.1080/01904167.2018.1450419.

2 Yadav, S. S. Uses and consumption Lentil [Text] / An ancient crop for modern times // P. C. Stevenson, A. H. Rizvi, M. Manohar, S. Gailing, G. Mateljan, S.S. Yadav, D. L. McNeil, P.C. Stevenson. Spring, Dordrecht, The Netherlands. – 2007. - P. 33 – 46.

3 Adsule, R. N. Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization [Text] / Lentil, S. S. Kadam, H. K. Leung, D. K. Salunkhe, S.S. Kadam, eds. // CRC Press, Florida, USA, -1989. -Vol.2. -P. 133–152.

4 Turk, M. A., Tawaha, A. M., El-Shatnawi, M. K. J. Response of lentil (*Lens culinaris* Medik) to plant density, sowing date, phosphorus fertilization and ethephon application in the absence of moisture stress [Text] / M. A. Turk, A. M. Tawaha, M. K. J. El-Shatnawi // Journal of Agronomy and Crop Science. -2003. –№ 189(1). - P. 1–6. DOI: 10.1046/j.1439-037X.2003.00002.x

5 Zafar, M., Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on growth, nodulation and nutrient accumulation of lentil under controlled conditions [Text] / M. Zafar, M. K. Abbasi, M. A. Khan, A. Khaliq, T. Sultan, M. Aslam // Pe-dosphere. - 2012. – № 22(6). - P. 848–859. DOI: 10.1016/ S1002-0160(12)60071-X.

6 Esaulko, A. N., Galda, D. E. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na agrohimicheskie pokazateli chernozema i produktivnost' chechevicy v usloviyah Stavropol'skogo kraja [Текст] / A. N. Esaulko, D. E. Galda // Plodorodie. - 2016. - №

6(93). - S. 21–23.

7 Shlyapina, M. S., Gladkov, D. V. Vliyanie organicheskikh udobrenij na velichinu listovoj poverhnosti i urozhajnost' chechevicy [Tekst] / M. S. Shlyapina, D. V. Gladkov // Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet). - 2016. - № 2(39). - S. 54–59.

8 McNeil, D. L. Rhizobium management and nitrogen fixation lentil. [Text] / Yadav S. S. (Ed.) // An ancient crop for modern times. - 2007. - R. 127–143.

9 Erskine, W. The lentil: botany production and uses. [Text] / W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma // Wallingford: CAB International. - 2009. – 447 p.

10 Quinn, M. A. Biological nitrogen fixation and soil health improvement [Text] / W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma, editors // The lentil-botany, production and uses. Wallingford: Comm. Agric. Bureau. Int.- 2009. - P. 229–47.

11 Voshedskij, N. N., Kulygin, V. A. Vliyanie elementov tekhnologii vzdelyvaniya na urozhajnost' chechevicy v bogarnyh usloviyah Rostovskoj oblasti [Tekst] / N. N. Voshedskij, V. A. Kulygin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - 2020. – №34(11). -S. 43–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11106.

12 Musynov, K. M. Osobennosti tekhnologii vzdelyvaniya chechevicy v usloviyah Severnogo Kazahstana [Tekst] / K. M. Musynov, A. A. Kipshakbaeva, B. K. Arinov, E. A. Utel'baev, B. B. Bazarbaev // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2017. -№ 9 (155). -S. 14–18.

13 Grinec, A. Chechevica v Severnom Kazahstane [Tekst] / A. Grinec // Agrarnye tekhnologii. - 2018. - №3. - S. 20–23.

14 Oshergina, I. P., Ten, E. A. Ocenka perspektivnyh sortoobrazcov i linij chechevicy v usloviyah Severnogo Kazahstana [Tekst]: / I. P. Oshergina, E. A. Ten // Selekcija i semenovodstvo. - 2020. - № 4 (94). - S. 58–62.

15 Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, rekomendovan-nyh k ispol'zovaniyu v Respublike Kazahstan (v redakcii prikaza Ministra sel'skogo hozyajstva RK ot 03.04.2020 № 112) [elektronnyj resurs]. –2022. - URL: <https://sortcom.kz/%d0%a7%d0%b5%d1%87%d0%b5%d0%b2%d0%b8%d1%86%d0%b0/> (data obrashcheniya: 01.10. 2022).

16 Valovyy sbor sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Respublike Kazahstan za 2021 god [elektronnyj resurs]. – 2022. - URL: Byuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/5> (data ob-rashcheniya: 01.10. 2022).

17 Sort Vekhovskaya [elektronnyj resurs]. – 2022. - URL: <https://agro-bursa.ru/gazeta/sorta-gibridy/2018/04/16/chechevica-sort-vekhovskaya.html> (da-ta obrashcheniya: 01.10. 2022)

18 Kurishbaev, A. K, Ajtuganov, K. K., Nukeshev, S. O. Rekomendacii po provedeniyu vesenne-polevyh rabot v Akmolinskoj oblasti v 2020 godu [Tekst] / A. K. Kurishbaev, K. K. Ajtuganov, S. O. Nukeshev i dr. – Nur-Sultan. KazATU im. S. Sejfullina. – 2020. – S. 69.

19 GOST 28268-89. Mezhhgosudarstvennyj standart. Pochvy. Metody

определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.

20 GOST 26205-91. Gosudarstvennyj standart. Pochvy. Opredelenie podvizhnyh soedinenij fosfora i kaliya po metodu Machigina v modifikacii CINAО.

21 Mudryh, N. M., Alyoshin, M. A. Posobie k laboratornym zanyatijam po agrohimii [Tekst] / N. M. Mudryh, M.A. Alyoshin – Perm'. FGBOU VPO Permskaya GSKHA. – 2011. – S.52.

22 Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). - 5-e izd., dop. i pererab. [Tekst] : uchebnik dlya vuzov / B. A. Dospekhov. - M.: Agropromizdat, -1985. – 351 s.

23 Men'shikov, N. F. i dr. Effektivnost' primeneniya mineral'nyh udobrenij [Tekst] / N. F. Men'shikov - M.: Kolos, -1981. – S.128.

24 Chernenok, V. G. Nauchnye osnovy i prakticheskie priemy upravleniya plodorodiem pochv i produktivnost'yu kul'tur v Severnom Kazahstane [Tekst]: monografiya / V. G. Chernenok - Astana, -2009. – 66 s.

25 Zhanzakov B.Zh., Chernenok V.G., Persikova T.F. Vliyanie uslovij fosfornogo pitaniya na produktivnost' i kachestvo chechevicy raznovidnostej sorta «Vekhovskaya» [Tekst] / B.Zh. Zhanzakov, V.G. Chernenok, T.F. Persikova // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2021. - №2. – S. 141-146.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЧЕЧЕВИЦЫ СОРТА «ВЕХОВСКАЯ» НА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Жанзаков Бахтияр Жетписпаевич

Докторант

Научно-производственный центр зернового хозяйства

имени А.И. Бараева

Шортандинский р-н, Казахстан

E-mail: baha_zhan93@mail.ru

Черненко Валентина Григорьевна

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: chernenok2@mail.ru

Аннотация

Актуальность работы вызвана необходимостью оптимизации условий азотного питания при возделывании чечевицы на темно-каштановых почвах Акмолинской области. Опыты закладывались в АО «АФ «Актык» в 2018-2020 гг. Цель исследований – оптимизация условий азотного питания и применение

удобрений для повышения продуктивности чечевицы сорта «Веховская». Установлено, что на урожайность чечевицы сорта «Веховская» оказывают существенное влияние исходное содержание питательных элементов в почве и азотные удобрения. Максимальная прибавка урожая была получена по фону $P_{90}N_{60}$ - 9,2 ц/га. Применение азотных удобрений ведет к существенному повышению содержания белка. Совместное применение азотных и фосфорных удобрений приводит к существенному повышению содержания белка по сравнению с внесением только фосфорных или азотных удобрений. Высокая взаимосвязь установлена между содержанием азота нитратов в почве и урожайностью ($R=0,81; 0,96$). Самая высокая урожайность отмечена на фоне $P_{90}N_{60}$ с содержанием азота нитратов 17,3 мг/кг в слое 0-40 см – 29,1 ц/га в 2020 году. Расчет эффективности применения удобрений показал, что наибольшая окупаемость чечевицы получена при внесении 30 и 60 кг д. в. азот по фону P_{90} составив соответственно 3,3 и 6,3 кг/кг д. в. Выявлено, что экономически эффективно возделывать чечевицу сорта «Веховская» при доведении азота нитратов в почве на уровень 15-17 мг/кг и соблюдении соотношения с фосфором 1:1,5-1,7, это позволяет получить максимальный условно чистый доход (34 тыс. тг/га) и окупаемость затрат на удобрения (5,2 тг).

Ключевые слова: минеральное питание; чечевица; азотные удобрения; урожайность; прибавка урожайности; азот нитратов; оптимальный уровень.

EFFICIENCY OF CULTIVATION OF LENTIL VARIETIES "VEKHOVSKAYA" ON DARK CHESTNUT SOILS DEPENDING ON THE BACKGROUND OF MINERAL NUTRITION AND NITROGEN FERTILIZERS

Zhanzakov Bakhtiyar Zhetpispaevich

Doctoral student

Scientific and production center grain farm them. A.I. Baraeva

Shortandy district, Kazakhstan

E-mail: baha_zhan93@mail.ru

Chernenok Valentina Grigorievna

Doctor of agricultural sciences, professor

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin

Astana, Kazakhstan

E-mail: chernenok2@mail.ru

Abstract

The relevance of the work is substantiated the existing need to optimize nitrogen nutrition for the cultivation of lentils on dark chestnut soils in the Akmola region. The experiments were conducted in JSC AF Aktyk in 2018-2020. The purpose of the research was to optimize the nitrogen nutrition and the use of fertilizers to increase

the productivity of “Vekhovskaya” lentils. It has been established that the yield of “Vekhovskaya” lentils was significantly affected by the initial content of nutrients in the soil and nitrogen fertilizers. The maximum yield increase was obtained on the P₉₀N₆₀ treatment - 9.2 dc/ha. The use of nitrogen fertilizers leads to a significant increase in protein content. The combined application of nitrogen and phosphorus fertilizers also leads to a significant increase in protein content compared with the introduction of only phosphorus or nitrogen fertilizers. A high correlation has been established between the content of nitrate nitrogen in the soil and yield (R=0.81; 0.96). The highest yield was observed on P₉₀N₆₀ treatment with a nitrogen content of nitrates of 17.3 mg/kg in a layer of 0-40 cm - 29.1 centners/ha in 2020. Efficiency analysis show that the highest payback of lentils was obtained when applying 30 and 60 kg of a.i. nitrogen against the P₉₀ background, which amounts to 3.3 and 6.3 kg/kg a.i., respectively. Thus, it is cost-effective to cultivate lentils of the “Vekhovskaya” variety when soil nitrogen nitrates are in the range of 15-17 mg/kg and in the ratio with phosphorus as 1: 1.5-1,7, this potentially allows to get the max net income (34 thousand tg/ha) and return on the unit of fertilizer cost (5.2 tg).

Keywords: mineral nutrition; lentils; nitrogen fertilizers; productivity; yield increase; nitrate nitrogen; optimal level.