

МҒТАР 68.33.29; 68.35.33

DOI 10.51886/1999-740X_2021_4_58

Ә.М. Балғабаев¹, А.М. Шибикеева¹, Г.С. Жақсыбаева¹, Г.О. Бейсенова¹,
С.С. Калиева¹

**ФОСФОР ТЫҢАЙТҚЫШТАРЫН ҰЗАҚ МЕРЗІМ ҚОЛДАНУДЫҢ АШЫҚ-ҚАРА
ҚОҢЫР ТОПЫРАҚТЫҢ ФОСФАТ РЕЖИМІ МЕН ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫНЫҢ
ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ**

*¹Қазақ ұлттық аграрлық университеті, ҚеАҚ, 050010, Алматы қаласы,
Абай даңғылы, 8, Қазақстан, e-mail:alimbai@bk.ru*

Аннотация. Мақалада ашық-қара қоңыр топырақта өсірілген қант қызылшасына қолданылған фосфор тыңайтқыштарының нормаларына байланысты фосфат режимінің өзгеруі мен қант қызылшасы өнімділігінің көпжылдық мәліметтері келтірілген. Азот-калий фондында (НК) ұзақ және жүйелі түрде фосфор тыңайтқыштарын қолдану кезінде, топырақтың жыртылатын және төменгі қабаттарында фосформен қамтамасыз етілудің әртүрлі деңгейлері жасалды. Ауыспалы егістік пен дара дақыл егісі жағдайында қант қызылшасына фосфор тыңайтқыштарының бір, бір жарым және екі еселенген нормаларын жүйелі түрде қолдану, тек топырақтағы жылжымалы фосфордың мөлшерін 49,0; 51,9; 59,0 мг/кг дейін жоғарылатып ғана қоймай, фосфордың өсімдіктер үшін сіңімді түрлері бос байланысқан және әртүрлі негізді фосфаттардың (Са-Р_I + Са-Р_{II}) мөлшерін арттырады. Қант қызылшасының дара дақыл егістігінде фосфор тыңайтқышының нормаларының әсерінен бос байланысқан және әртүрлі негіздегі фосфаттардың (Са-Р_I + Са-Р_{II}) мөлшері 94-106 мг/кг және 279-297 мг/кг, ал ауыспалы егістік жағдайында олардың мөлшері сәйкесінше 89-104 және 265-296 мг/кг дейін жоғарылайды. Ашық-қара қоңыр топырақтың фосфат режимінің жақсаруына байланысты ауыспалы егістікте қант қызылшасының өнімділігі 507,8-561,6 ц/га, ал дара дақыл егістігінде 492,8-543,1 ц/га және қанттылығы 16,0-16,3 % артады.

Түйінді сөздер: ашық-қара қоңыр топырақ, тыңайтқыштар, топырақтағы жылжымалы, бос байланысқан, әртүрлі негізді фосфаттар, қант қызылшасы, ауыспалы егіс, дара дақыл егісі, өнімділік, қанттылық.

КІРІСПЕ

Жыртылатын топырақтардың тиімді құнарлылығының маңызды агрохимиялық көрсеткіштерінің бірі – топырақтағы фосфордың жылжымалы формалары болып табылады. Ауылшаруашылығы өндірісі жағдайында, көптеген топырақ типтері мен типшелері үшін топырақтың жылжымалы фосформен қамтамасыз етілу дәрежесі ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігін шектеуші фактор болып саналады. Осыған байланысты, зерттелетін аймақта жыртылатын топырақтардағы жылжымалы фосфордың формаларының мөлшерінің өзгеруін анықтап отыру маңызды шаралардың бірі.

Топырақтағы жылжымалы фосфордың формаларының мөлшерлерінің

жоғарылауына тыңайтқыштардың әсері өте зор [1]. Ауылшаруашылық экожүйесінде фосфор тыңайтқыштарын қолдану, ауылшаруашылық дақылдары үшін фосфордың сіңімді формаларын уақытша жоғарылатады, ал оның жоғары нормаларын қолдану топырақ ортасында биосіңімділігін өзгертеді [2, 3].

Фосфор топырақтағы реакцияға қабілеттілігі мен лобильділігі өте жоғары элементтер қатарына жатады [4]. Hedley M.] және басқалардың зерттеулері, фосфорды қолданғанда топырақта фосфордың әртүрлі формалары түзіледі. Топырақ типіне, рН байланысты топырақ бетінде фосфор әртүрлі элементтермен (Al, Fe, Ca) адсорбцияланып жылжымалылығы мен биосіңімділігі бойынша әртүрлі заттар пайда болады [5, 6].

Жүргізілген көптеген зерттеулердің нәтижелері, қолданылған минералдық тыңайтқыштар топырақтағы жалпы фосфордың мөлшеріне ғана емес, оның топтық және функциялық құрамына әсерін тигізіп, оларды трансформациялайтындығын көрсетті [7].

Көкөніс ауыспалы егістігі дақылдарына топырақтың фосфат режимін сақтау мен жақсарту үшін аққауанда қырыққабат пен асханалық тамыржемістілер (сәбіз, асханалық қызылша) жыл сайын фосфор тыңайтқышының P_{60-90} нормасын қолдануды қажет етеді. Аталған тыңайтқыш нормаларын қолданбау немесе оның мөлшерін төмендету (P_{30}), топырақтағы жылжымалы фосфор мөлшерін 7-12 % төмендетеді [8].

Күлгінденген қара топырақты 20 жыл бойы тыңайтқыштарды қолданбау салдарынан жылжымалы фосфордың мөлшері, олардың орташа қамтамасыз етілуі кезінен жыртылатын қабатта (0-30 см) 31 %, ал төменгі қабатта (30-40 см) 28 % төмендейді. Тыңайтқыштардың минералдық жүйесін қолдану кезінде оның мөлшері сәйкесінше 16 және 7,5 %, органоминаралдық жүйеде 11 және 6,1 % жоғарылады [9]. Шымды-күлгін топырақта фосфаттық жағдайдың өзгеруіне, жүйелі түрде қолданылған минералдық тыңайтқыштардың $N_{60}P_{60}K_{60}$ нормаларының әсері тиімді болды. Тыңайтқыштардың әсерінен шымды-күлгін топырақтардың фракциялық құрамы өзгерді және $Ca-P_1$ мен $Al-P$ үлесі жоғарылайды [4].

Біздің республика жағдайында, ашық-қара қоңыр топырақта жүргізілген зерттеулердің нәтижелерінің мәліметтері, топырақтың фосфат режимінің өзгеріне қолданылған тыңайтқыштардың әсерлерінің түрліше болатындығын көрсетеді [10].

Осыған байланысты, фосфор тыңайтқыштарының әртүрлі нормаларының ашық-қара қоңыр топырақтың

фосфат режиміне және қант қызылшасы өнімділігінен әсерлерін зерттеу өзекті мәселенің бірі болып табылады.

ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Зерттеу жұмыстары Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ тәжірибе танабында ашық-қара қоңыр топырақта жүргізілді. Тәжірибе танабының ашық-қара қоңыр топырағының құрамында қарашірінді 2,27-2,35 %, жалпы азот 0,171-0,182 %, фосфор 0,200 және калий 1,62-1,75 % құрайды. Жылжымалы қоректік элементтер бойынша топырақтың жыртылатын қабатында нитрат азоты 23,1-24,8 мг/кг, жылжымалы фосфор 20,2-27,0 және алмаспалы калий 424-455 мг/кг аралығында өзгереді.

Тәжірибе қант қызылшасы дақылымен ауыспалы егістік және дара егіс дақылы жағдайында жүргізілді.

Ауыспалы егістікте жүргізілген тәжірибе төмендегі схема бойынша: 1. Бақылау (тыңайтқышсыз); 2. NK-фон; 3. $NK+P_1$ (бір еселенген норма); 4. $NK+P_{1,5}$ (бір жарым еселенген норма); 5. $NK+P_2$ (екі еселенген норма); 6. $NPK+60t$ көң, ал дара дақыл егістігінде келесі схема бойынша: 1. Бақылау (тыңайтқышсыз); 2. NK-фон; 3. $NK+P_1$ (бір еселенген норма); 4. $NK+P_{1,5}$ (бір жарым еселенген норма); 6. $NPK+60t$ көң салынды.

Тәжірибе қайталанымы төртеу, мөлдек көлемі – 216 м². Азот тыңайтқыштары ретінде мочевина (46 % N), фосфордан – қос суперфосфат (47 % P_2O_5) және калийден – хлорлы калий (60 % K_2O) қолданылды. Жыл сайынғы қолданылған фосфор тыңайтқыш-тарының нормалары: 90 кг/га – бір еселенген; 135 кг/га – бір жарым еселенген және 180 кг/га – екі еселенген.

Зерттелетін топырақтың агрохимиялық көрсеткіштерін анықтау (қарашірінді, NPK, pH және т.б.) жалпы қабылданған классикалық әдістермен орындалды. Топырақтағы органикалық

фосфаттар – Мета әдісімен Гинзбург модификациясында, минералдық фосфаттар құрамы – Гинзбург-Лебедева әдісімен; жылжымалы фосфаттар – Мачигин әдісімен анықталды.

Жүргізілген зерттеу бойынша топырақты химиялық талдау жұмыстары Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ, Ө.Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ҒЗИ мен В.Докучаев атындағы Топырақтану институтының (Мәскеу қаласы) зертханаларында орындалды.

ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Ауыспалы егістікте тыңайтқыштарды ұзақ қолдану топырақтың физика-химиялық қасиеттеріне және биологиялық белсенділігі мен қоректік режимінің өзгеруіне әсерін тигізеді. Тыңайтқыштарды ұзақ қолдану кезінде фосфор элементінің алатын орны ерекше. Себебі, бұл элементтің өсімдік тіршілігі мен топырақтағы өзгеруіне байланысты маңызы зор. Реакцияға түсу қабілеттілігінің жоғарылығына сәйкес, фосфор топырақта жүретін көптеген үрдістерге қатысады, сөйтіп, фосфордың әртүрлі минералдық және органикалық қосылыстарын түзеді. Фосфор тыңайтқыштардың құрамынан сіңірілу дәрежесінің төмендігінен, фосфор тыңайтқыштарының жоғары нормаларын қолданған варианттарда, оның топырақта қорлануы байқалады.

Топыраққа енгізілген фосфор трансформацияланады, нәтижесінде оның жылжымалылығы уақыт өткен сайын өзгерістерге ұшырайды. Сондықтан, фосфор тыңайтқыштарын ұзақ және жүйелі түрде қолданғанда, фосфаттардың әртүрлі формаларының өзгеруінің көпжылдық динамикасын салыстыру ғылыми жағынан қызығушылық туындатады [11, 12].

Әртүрлі топырақтарда тыңайтқыштарды ұзақ мерзім қолдану жер және сілтілі жер металдардың

фосфаттарының қорлануын біршама арттыруға септігін тигізеді, темір мен алюминий фосфаттарының мөлшері жоғарылайды және жоғары негізді фосфаттардың мөлшері өзгереді [13-16].

Тыңайтқышпен берілген фосфор топырақтағы барлық минералдық фосфаттардың құрамына енеді. Фосфор тыңайтқыштарын жүйелі қолдану жылжымалы фосфаттардың мөлшерін айтарлықтай жоғарылатады. Фосфордың жылжымалы қосылыстарының негізгі формаларына 0,5 н NH_4F , 0,1 н NaOH және 0,5 н H_2SO_4 ерітінділерінде бөлінетін фосфаттар жатады. Фосфор тыңайтқыштарының P_{90} және P_{120} нормаларын қолданғанда жылжымалы фосфаттардың мөлшері күрт жоғарыласа, ал P_{150} және P_{180} нормаларынан жылжымалы фракциялардың жоғарылауы байқалмады [17].

Топырақтағы фосфордың біршама бөлігін фосфорорганикалық қосылыстар құрайды. Олар топырақтағы биохимиялық үрдістер мен минерализациялану кезінде өсімдікті сіңімді фосформен қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Академик Р.Е. Елешевтің зерттеулерінің нәтижелеріне сәйкес Іле Алатауы топырақтарының құрамында жалпы фосфор мөлшері 0,15-16 % аралығында өзгереді [18, 19].

Осы аймақтың негізгі топырақ типтерінің қарашірінді қабатында, жалпы фосфор мөлшері 130-дан 200 мг/100 г аралығында болады. Оның ішінде сұр топырақтарда 130-150 мг, қара қоңыр топырақтарда 187-200 мг/100 г шамасында өзгерсе, ал топырақтың 1 м қабатында жалпы фосфор қоры сәйкесінше 16-18 және 17-23 т/га құрайды.

Біздің ашық-қара қоңыр топырақта жүргізілген зерттеулердің нәтижелері, қант қызылшасы егістігінің топырағындағы жылжымалы фосфордың мөлшері дақылдың биологиялық ерекшелігі мен қолданылған фосфор тыңайтқыш-

тарының нормаларына байланысты болатынын көрсетті және қант қызылшасы тауарлы өнім түзу үшін фосфордың көп мөлшерін қажетсінеді.

Ауыспалы егістікте өсірілген қант қызылшасына фосфор тыңайтқышының бір еселенген 90 кг/га нормасын қолданғанда топырақтағы жылжымалы фосфордың мөлшерінің жоғарылауын 49,0 мг/кг қамтамасыз етсе, ал оның мөлшері бақылау мен фондық вариантта 20,7 және 23,7 мг/кг аспады. Фосфордың бір жарым және екі еселенген нормаларының әсерінен топырақтың жыртылатын қабатында жылжымалы фосфордың мөлшері 51,9-дан 59,0 мг/кг дейін артады. Минералдық және органикалық тыңайтқыштарды (NPK+60 т көң) ұштастырып қолданған жағдайда жылжымалы фосфор мөлшері 58,3 мг/кг құрайды. Төменгі қабатта жылжымалы фосфор мөлшері, жоғары қабатпен салыстырғанда 12-20 мг/г төмен болды (кесте 1).

Дара егістік жағдайында, минералдық тыңайтқыштарды қолдану топырақтағы жылжымалы фосфордың мөлшерін күрт жоғарылатады. Фосфор тыңайтқыштарының бір еселенген (90 кг/га) нормасын қолданғанда топырақтағы жылжымалы фосфор мөлшері 55,9 мг/кг, ал бір жарым еселенген нормасында 56,4 мг/кг жоғарыласа, ал бақылау мен фондық вариантта 44,0 және 46,2 мг/кг шамасында болды. Бұл егістікте ұзақ жылдар минералдық тыңайтқыштарды, оның ішінде фосфор тыңайтқыштарын жүйелі түрде қолдану барысында топырақтың төменгі (20-40 см) қабатындағы жылжымалы фосфордың мөлшері тыңайтылған варианттарда (3,4 варианттар) 47,1 және 50,6 мг/кг жоғарылайды. Минералдық және органикалық тыңайтқыштарды (NPK+60 т көң) ұштастырып қолданған вариантта жылжымалы фосфордың ең

жоғарғы 58,6 мг/кг мөлшері анықталды (кесте 2).

Ашық-қара қоңыр топырақтың құрамындағы минералдық фосфаттардың фракцияларының құрамын зерттеу кезінде, фосфор тыңайтқыштарын ұзақ мерзім және жүйелі түрде қолданудан «белсенді фосфаттардың» мөлшері жоғарылайтындығы анықталды. Кальцийдің бос байланысқан (Ca-P_i) және әртүрлі негізді (Ca-P_{II}) фосфаттарының мөлшері біршама жоғарылайды.

Ауыспалы егістік жағдайында қант қызылшасы егістігінің топырағының беткі (0-20 см) қабатында, фосфор тыңайтқыштарының бір еселенген (P₉₀) нормаларынан бос байланысқан (Ca-P_i) және әртүрлі негізді (Ca-P_{II}) кальций фосфаттарының мөлшері 89,0 және 265 мг/кг жоғарылайды немесе фракциялар қосындысының 6,7 және 19,9 % құрайды. Бақылау мен фондық вариантта (NK) бұл фракциялардың мөлшері 25,0-34,0 және 223-233 мг/кг шамасында. Фосфордың екі еселенген (P₁₈₀) нормасы осы фосфаттардың мөлшерін 104 және 296 мг/кг жоғарылатып, жалпы фосфаттар ішіндегі үлесін 7,4 және 21,1% жоғарылатады (кесте 1).

Қант қызылшаның дара дақыл егістігінде, топырақтың 0-20 см қабатында бос байланысқан (Ca-P_i) және әртүрлі негізді (Ca-P_{II}) фосфаттардың мөлшері фосфор тыңайтқыштарының бір еселенген нормасын (P₉₀) қолданған вариантта 94,0 және 279,0 мг/кг немесе үлесі 6,8 және 20,3 % болса, ал бір жарым еселенген вариантта (P₁₃₅) сәйкесінше 106,0 және 297,0 мг/кг немесе 7,5 және 20,9% жоғарылайды. Бұл көрсеткіштер бақылау мен фондық вариантта (NK) 32-40 мг/кг және 238-245 мг/кг аспады (кесте 2).

Кесте 1 – Ауыспалы егісте өсірілген қант қызылшасына жүйелі түрде тыңайтқыштарды қолдануға байланысты топырақтағы минералдық фосфаттардың құрамы мен мөлшерінің өзгеруі (2018-2020 жж.)

Тәжірибе варианттары	Қабат тереңдігі, см	Жылжымалы фосфор, мг/кг	Минералдық фосфаттардың фракциялары, мг/кг					Фосфаттардың қосындысы
			Ca-P _I	Ca-P _{II}	Al-P	Fe-P	Ca-P _{III}	
Бақылау (тыңайтқышсыз)	0-20	20,7	25,0	223	45	90	785	1168
	20-40	15,9	22,0	217	43	98	776	1156
NK-фон	0-20	23,7	34,0	233	48	96	795	1206
	20-40	22,6	30,0	226	45	100	802	1203
NK+P ₁ (бір еселенген норма)	0-20	49,0	89,0	265	56	100	821	1331
	20-40	36,2	78,0	257	62	97	825	1319
NK+P _{1,5} (бір жарым еселенген норма)	0-20	51,9	97,0	289	58	98	835	1377
	20-40	38,3	91,0	275	61	101	841	1369
NK+P ₂ (екі еселенген норма)	0-20	59,0	104,0	296	60	96	846	1402
	20-40	39,1	95,0	287	63	99	853	1397
NPK+60 т көң	0-20	58,3	98,0	274	59	97	830	1358
	20-40	45,2	91,0	260	61	98	836	1346

Кесте 2 – Қант қызылшасының дара дақыл егісінде жүйелі түрде тыңайтқыштарды қолдануға байланысты топырақтағы минералдық фосфаттардың құрамы мен мөлшерінің өзгеруі (2018-2020 жж.)

Тәжірибе варианттары	Қабат тереңдігі, см	Жылжымалы фосфор, мг/кг	Минералдық фосфаттардың фракциялары, мг/кг					Фосфаттар- дың қосындысы
			Са-Р _I	Са-Р _{II}	Al-P	Fe-P	Са-Р _{III}	
Бақылау (тыңайтқышсыз)	0-20	44,0	32,0	238	48	92	788	1198
	20-40	39,0	28,0	233	46	97	783	1187
NK-фон	0-20	46,2	40,0	245	50	98	808	1241
	20-40	41,7	35,0	238	49	102	818	1247
NK+P _I (бір еселенген норма)	0-20	55,9	94,0	279	58	98	846	1375
	20-40	47,1	82,0	272	62	94	853	1363
NK+P _{I,5} (бір жарым еселенген норма)	0-20	56,4	106,0	297	62	100	857	1422
	20-40	50,6	95,0	206	60	105	864	1410
NPK+60 т көң	0-20	58,6	102	285	61	99	852	1399
	20-40	41,7	95	272	62	102	859	1390

Минералдық фосфаттардың алғашқы екі фракциясы ($\text{Ca-P}_I + \text{Ca-P}_{II}$) өсімдік қоректенуде маңызды рөл атқарады және олардың мөлшері қант қызылшасының вегетациялық кезеңінде, яғни көктемнен күзге қарай төмендесе, ал жоғары негізді фосфаттардың (Ca-P_{III}) мөлшері, керісінше күзге қарай біршама жоғарылайды.

Ауыспалы егістік жағдайында өсірілген қант қызылшасы егістігі топырағының 0-20 см қабатында, фосфор тыңайтқыштарының әртүрлі нормаларынан жоғары негізді фосфаттардың (Ca-P_{III}) мөлшері 821, 835, 846 мг/кг жоғарыласа, бақылау мен фондық вариантта бұл көрсеткіштер 785 және 795 мг/кг болды (кесте 1).

Қант қызылшаның дара дақыл егісінде, бұл көрсеткіштер фосфор тыңайтқыштарының бір және бір жарым еселенген нормаларын қолданудан 846-854 мг/кг шамасында өзгерсе, ал бақылау мен фондық варианттарда сәйкесінше: 788 және 808 мг/кг немесе 65,8 және 65,1 % болды (кесте 2).

Қант қызылшасын жинау кезеңіне қарай, өсімдіктің биологиялық өнімі мен құрғақ массасын түзуіне байланысты минералдық фосфаттардың бос (Ca-P_I) және әртүрлі негіздегі (Ca-P_{II}) формаларының мөлшері айтарлықтай төмендесе, ал минералдық фосфаттардың көп негізді (Ca-P_{III}) формаларының мөлшері арта түседі.

Зерттеу нәтижелері, қант қызылшасының дара дақыл егістігіндегі топырақтың 0-20 және 20-40 см қабаттарында, бақылау вариантында жалпы фосфор мөлшері 984,2 және 961,8 мг/кг, минералдық фосфор 718,6 және 609,8 мг/кг, органикалық фосфор 265,6 және

352,1 мг/кг, немесе олардың проценттік мөлшерлері сәйкесінше 73,0-63,4 % және 27,0-36,6 % аралығын да болатындығын көрсетті (кесте 3).

Фондық вариантта (NK) фосфордың жалпы мөлшері – 1063,9-960,1 мг/кг немесе бақылау вариантындағы мөлшермен шамалас болды, минералдық және органикалық фосфаттардың арақатынасы 65,0-64,9 % және 35,0-35,1 % құрады. Фосфор тыңайтқыштарының бір және бір жарым еселенген нормаларын қолдану топырақтағы жалпы, минералдық және органикалық фосфаттардың мөлшерлері мен арақатынастарын айтарлықтай жоғарылатады (кесте 3).

Толық минералдық тыңайтқыштар фонында көңнің 60 т/га нормасын жүйелі қолдану, топырақтың жыртылатын және төменгі қабаттардағы жалпы, минералдық және органикалық фосфаттардың мөлшері мен арақатынасының артуына айтарлықтай әсерін тигізбеді. Осындай заңдылықтарды ауыспалы егістік жағдайында өсірілген қант қызылшасы егістігінде алынған зерттеу нәтижелерінен байқауға болады (кесте 3).

Ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігі, тыңайтқыштары қолданудың тиімділігін бағалайтын басты көрсеткіш болып саналады. Ұзақ жылдар жүргізілген зерттеулердің нәтижелері, ауылшаруашылық дақылдары, оның ішінде қант қызылшасының өнімділігі топырақ параметрінің құнарлылығы, ауыспалы егістік түрлері және фосформен қоректену жағдайларымен анықталатынын көрсетеді.

Ауыспалы егістік және дара дақыл егісі жағдайында өсірілген қант қызылшасы дақылының өнімділігі топырақтың фосфат қорының деңгейіне тікелей байланысты болды (кесте 4, 5).

Кесте 3 - Қант қызылшасы егістігінде фосфордың формаларының мөлшері мен арақатынасы

№	Тәжірбие вариант- тары	Қабат тереңді- гі, см	Фосфор, мг/кг			Фосфор, %	
			жалпы	Минерал- дық	Органика- лық	Минерал- дық	Органи- калық
Дара дақыл егістігі							
1	Бақылау	0-20	984,2	718,6	265,6	73,0	27,0
		20-40	961,8	609,8	352,1	63,4	36,6
2	NK	0-20	1063,9	691,1	372,0	65,0	35,0
		20-40	960,1	623,5	336,6	64,9	35,1
3	NK+P ₁	0-20	1080,6	787,4	293,2	72,9	27,1
		20-40	964,6	646,2	318,4	67,0	33,0
4	NK+P _{1,5}	0-20	1096,9	791,2	305,7	72,1	27,9
		20-40	962,8	704,9	257,8	73,2	26,8
5	NPK+60т көң	0-20	1083,4	757,1	326,3	69,9	30,1
		20-40	964,9	644,8	320,1	66,8	33,2
Ауыспалы егістік							
1	Бақылау	0-20	921,6	578,1	343,5	62,7	37,3
		20-40	914,8	557,0	357,8	60,9	39,1
2	NK	0-20	967,3	567,4	399,9	58,7	41,3
		20-40	955,0	576,0	379,0	60,3	39,7
3	NK+P ₁	0-20	1039,3	700,8	338,5	67,4	32,6
		20-40	956,4	626,7	329,7	65,5	34,5
4	NK+P _{1,5}	0-20	1148,7	752,9	395,8	65,5	34,5
		20-40	998,1	648,4	349,7	65,0	35,0
5	NPK+60т көң	0-20	1108,4	775,9	332,5	70,0	30,0
		20-40	1000,9	689,7	311,2	68,9	31,1
6	Бақылау	0-20	1124,2	728,8	395,4	64,8	35,2
		20-40	853,7	546,2	307,5	64,0	36,0

Қант қызылшасының ауыспалы егістік жағдайындағы бақылау вариантындағы 3 жылдық өнімділігі 282,6 ц/га және фондық вариантта (NK) 318,2 ц/га құрады. Фосфор тыңайтқыштарының бір және бір жарым еселенген нормаларын қолданғанда қант қызылшасы өнімділігі 507,8-561,6 ц/га жоғарыласа, ал екі еселенген нормада 557,8 ц/га аспайды, бұл фосфор тыңайтқыштарының нормасын екі есеге арттырудың өнімділікке тиімсіз екендігін көрсетеді (кесте 4).

Кесте 4 - Ауыспалы егістікте өсірілген қант қызылшасының өнімділігіне топырақтың фосфат қорының әсері (2018-2020 жж.)

№	Тәжірбие варианттары	3 жылдық орташа өнімділік, ц/га	Қосымша өнім, ц/га	Қант мөлшері, %	Қанттың жиналуы, ц/га
1.	Бақылау	282,6	-	15,1	42,7
2.	NK-фон	318,2	35,6	15,3	48,7
3.	NK+P ₁	507,8	225,2	16,1	81,8
4.	NK+P _{1,5}	561,6	279,0	16,3	91,5
5.	NK+P ₂	557,8	275,2	16,3	90,9
6.	NPK+60 т көң	662,2	379,6	15,9	105,3
	ЕЕА _{0,5} , ц/га	35,4			
	P, %	4,2			

Ауыспалы егістік жағдайында қант қызылшасының ең жоғарғы 662,2 ц/га өнімділігі мен 379,6 ц/га қосымша өнімділігі минералдық және органикалық тыңайтқыштарды (NPK+60 т көң) ұштастырып қолданған вариантта қамтамасыз етілді (кесте 6).

Дара дақыл егістігінде қант қызылшасының өнімділігі, ауыспалы егістік жағдайымен салыстырғанда біршама төмен болды, бірақ фосфор тыңайтқыштарының тиімділіктері бойынша жоғарыда келтірілген

заңдылықтар сақталды. Қант қызылшасының бақылау вариантындағы 3-жылдық орташа өнімділігі 303,6 ц/га құрады. Фосформен қоректенуді жақсарту тамыр жемістердің өнімділігін күрт 492,8 және 543,1 ц/га дейін жоғарылатып, 189,2-239,5 ц/га қосымша өнімдер алынды. Минералдық және органикалық тыңайтқыштарды ұштастырып қолданған вариантта (NPK+60 т көң) ең жоғарғы 551,9 ц/га өнім мен 248,3 ц/га қосымша өнім алынды (кесте 5).

Кесте 5 - Дара дақыл егістігінде өсірілген қант қызылшасының өнімділігіне топырақтың фосфат қорының әсері (2018-2020 жж.)

№	Тәжірбие варианттары	3 жылдық орташа өнімділік, ц/га	Қосымша өнім, ц/га	Қант мөлшері, %	Қанттың жиналуы, ц/га
1.	Бақылау	303,6	-	15,0	45,5
2.	NK-фон	324,6	21,0	15,0	48,7
3.	NK+P ₁	492,8	189,2	16,0	78,8
4.	NK+P _{1,5}	543,1	239,5	16,3	88,5
5.	NPK+60 т көң	551,9	248,3	16,2	89,4
	ЕЕА _{0,5} , ц/га Р, %	28,7 3,7			

Тыңайтқыштар топырақтың фосфор режимін қолайландырады әрі қант қызылшасының сапалық көрсеткішін жақсартады. Бақылау варианттарында тамыр құрамындағы қант мөлшері 15,0-15,1 % болса, ал фосфор тыңайтқыштарының әртүрлі нормаларын қолданған варианттарда қант мөлшері 16,0-16,3 % дейін жоғарылайды. Ауыспалы егіс жағдайында өсірілген қант қызылшасынан 3 жылда фосфор тыңайтқыштарының әсерінен 81,8-90,9 ц/га және дара дақылы егістігінде 78,8-88,5 ц/га қант жиналды (кесте 5).

Ауыспалы егістік жағдайында қант қызылшасының 550-560 ц/га және дара егістіктері 530-540 ц/га деңгейдегі өнімділіктері азот пен калий тыңайтқыштарының фонында фосфор тыңайтқышының бір жарым

еселенген нормалары қамтамасыз етеді. Қант қызылшасының ең жоғарғы деңгейдегі 650-660 ц/га өнімділіктерін минералдық және органикалық тыңайтқыштарды ұштастырып (NPK+60 т көң) қолдану негізінде алуға болады.

Топырақтың фосфат режимінің көрсеткіштері мен қант қызылшасының өнімділігі арасында тығыз корреляциялық байланыстар болатындығы анықталды.

Зерттеу мәліметтеріне сәйкес, топырақтағы жылжымалы фосфор мен қант қызылшасының өнімділігі арасындағы байланыстың корреляциялық коэффициенті ауыспалы егістік жағдайында 0,97 ал дара дақыл егістігінде 0,99 құрады. Өнімділік пен топырақтағы бос байланысқан және әртүрлі негізді минералдық фосфаттардың (Са-Р₁ және Са-Р_{II}) арасындағы

байланыстардың шамасы өте жоғары болып, ауыспалы егістік пен дара егістік жағдайларында 0,98 және 0,99 болды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Ашық-қара қоңыр топырақта өсірілген қант қызылшасы егістіктерінде қолданылған фосфор тыңайтқыштарының әртүрлі нормалары топырақтағы жалпы, минералдық және органикалық фосфаттарының мөлшері мен арақатынастарының өзгеруіне айтарлықтай әсерін тигізеді. Қант қызылшасының дара дақыл егістігінде жердің жыртылатын қабатында бақылаумен салыстырғанда, фосфор тыңайтқыштарының бір және біржарым еселенген нормаларын қолданғанда жалпы фосфор мөлшері 96,4-112,7 мг/кг, минералдық фосфор 68,8-72,6 мг/кг және органикалық фосфор 27,6-40,1 мг/кг аралығында жоғарылайды. Осындай заңдылықтар ауыспалы егістікте өсірілген қант қызылшасы егістігінде қайталанды.

Фосфор тыңайтқыштары топырақтағы жылжымалы фосфор мен минералдық фосфаттардың бос байланысқан (Ca-P_I), әртүрлі негізді (Ca-P_{II}) және көп негізді (Ca-P_{III}) фосфаттардың мөлшерін арттырады. Топырақтағы жылжымалы фосфордың мөлшерінің артуы, қолданылған фосфор тыңайтқыштарының нормаларына тәуелді болды. Дара дақыл егістігі жағдайында, қолданылған фосфор тыңайтқыштарының бір және біржарым еселенген нормаларынан жылжымалы фосфордың мөлшері 55,9 және 56,4 мг/кг жоғарыласа, ал

ауыспалы егістік жағдайында фосфор тыңайтқыштарының бір, біржарым және екі еселенген нормаларынан 49,0, 51,9 және 59 мг/кг дейін артады.

Қант қызылшасының дара егістігінде, топырақтың жыртылатын қабатында фосфор тыңайтқыштарының бір еселенген (P₉₀) және біржарым еселенген (P₁₃₅) нормаларын қолданған варианттарда бос байланысқан (Ca-P_I) және әртүрлі негізді (Ca-P_{II}) фосфаттардың мөлшері 94-106 мг/кг және 279-297 мг/кг аралығында болса, ал бақылау вариантында олардың мөлшері сәйкесінше 32 және 238 мг/кг аспады.

Қант қызылшасының ауыспалы егістік жағдайында топырақтың жыртылатын қабатында, фосфор тыңайтқыштарының бір (P₉₀) және екі (P₁₈₀) еселенген нормалары топырақтағы бос байланысқан (Ca-P_I) және әртүрлі негізді (Ca-P_{II}) фосфаттардың мөлшерін 89-104 және 265-296 мг/кг дейін жоғарылатады, сөйтіп жалпы фосфаттардың ішіндегі үлесі 6,7-7,4 және 19,9-21,2 % құрайды.

Ауыспалы егістік жағдайында қант қызылшасының 550-560 ц/га және дара егістіктегі 530-540 ц/га деңгейдегі өнімділіктері азот пен калий тыңайтқыштарының фонында фосфор тыңайтқышының бір жарым еселенген нормалары қамтамасыз етеді. Қант қызылшасының ең жоғарғы деңгейдегі 650-660 ц/га өнімділіктерін минералдық және органикалық тыңайтқыштарды ұштастырып (NPK+60т көң) қолдану негізінде алуға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Анохин В.С. Фосфорные удобрения и содержание подвижных форм фосфора в почвах Кемеровской области// Агрохимический вестник – 2006. - №3. – С. 30-32.
- 2 Jiang, M.; Shen, M.X.; Shen, X.P.; Dai, Q.G. Effect of long-term fertilization pattern on weed community diversity in wheat field// Sci. Rep. - 2018. - № 8. P. 1–7.

3 Vincent A.G., Turner B.L., Tanner E.V.J. Soil organic phosphorus dynamics following perturbation of litter cycling in a tropical moist forest// Eur. J. Soil Sci. – 2010. - № 61. P. 48–57.

4 Митрофанова Е.М. Фосфатный режим дерново-подзолистой почвы при длительном применении органических и минеральных удобрений// Агрохимия – 2014 - № 9 – С. 13-19.

5 Hedley M.J., Stewart J.W.B., Chauhan B.S. Changes in Inorganic and Organic Soil Phosphorus Fractions Induced by Cultivation Practices and by Laboratory Incubations// Soil Sci. Soc. Am. J. – 1982. - № 46. P. 970–976.

6 Mehmood A., Akhtar M., Khan K., Khalid A., Imran M., Rukh S. Relationship of Phosphorus Uptake with Its Fractions in Different Soil Parent Materials// Int. J. Plant Soil Sci. – 2015. - № 4, - P. 45–53.

7 Williams A., Börjesson, G., Hedlund K. The effects of 55 years of different inorganic fertilizer regimes on soil properties and microbial community composition// Soil Biol. Biochem. – 2013. - № 67. P. 41–46.

8 Борисов В.А. Фосфатный режим аллювиальной луговой почвы после 30-летнего применения минеральных удобрений в овоще-кормовом севообороте// Агрохимия. - 2014. - № 1. – С. 23-26.

9 Заришняк А.С. Фосфатный режим чернозема оподзоленного при длительном применении удобрений// Агрохимия. – 2014 - № 4 – С. 20-26.

10 Басибеков Б.С., Торшина О.Б. Баланс фосфора в свекловичном севообороте на светло-каштановой почве Юго-востока Казахстана. Агрохимия. - 1978. - № 8. – С.17-21.

11 Пономарева А.Т. Баланс питательных веществ в земледелии Казахстана и улучшение почвенного плодородия в связи с применением удобрений// Повышение продуктивности почв Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1980. – С. 11-20.

12 Пономарева А.Т. Продуктивность кормовых культур в зависимости от обеспеченности лугово-каштановой почвы фосфором, применение удобрений и баланса питательных веществ// Тр. КазСХИ. - 1989. – С. 24-47.

13 Басибеков Б.С. Влияние длительного применения фосфорных удобрений на фосфорный режим светло-каштановой почвы и продуктивность культур севооборота //Агрохимия. -1975. - № 7. – С. 22-28.

14 Басибеков Б.С., Торшина О.Б. Баланс фосфора в свекловичном севообороте на светло-каштановой почве Юго-Востока Казахстана// Агрохимия. - 1978. - № 8. – С. 17-25.

15 Басибеков Б. С., Торшина О.Б. Баланс калия в свекловичном севообороте на светло-каштановой почве Юго-востока Казахстана//Агрохимия. - 1981. -№ 10. – С.42-49.

16 Елешев Р.Е. Эффективность различных форм фосфорных удобрений в условиях Казахстана// Справочник по применению удобрений. Алма-Ата: Кайнар. - 1980. – С. 80-83.

17 Елешев Р.Е., Есполов Е.И. Урожайность сахарной свеклы при ленточном и разбросном внесении основного минерального удобрения// Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - 1982. - № 3. – С. 12-14.

18 Елешев Р.Е. Фосфорные удобрения и урожай. - Алма-Ата: Кайнар, 1984. –159 с.

19 Елешев Р.Е., Иванов А.Л. Фосфорный режим карбонатных почв юго-востока Казахстана и его изменение в связи с применением удобрений// Агрохимия. -1986. -№2. – С. 25-29.

- 1 Anokhin V.S. Fosfornye udobreniya i sodержaniye podvizhnykh form fosfora v pochvakh Kemerovskoy oblasti// Agrokhimichesky vestnik – 2006. - №3. – S. 30-32.
- 2 Jiang, M.; Shen, M.X.; Shen, X.P.; Dai, Q.G. Effect of long-term fertilization pattern on weed community diversity in wheat field// Sci. Rep. - 2018. - № 8. P. 1–7.
- 3 Vincent A.G., Turner B.L.; Tanner E.V.J. Soil organic phosphorus dynamics following perturbation of litter cycling in a tropical moist forest// Eur. J. Soil Sci. – 2010. - № 61. P. 48–57.
- 4 Mitrofanova Ye.M. Fosfatny rezhim dernovo-podzolistoy pochvy pri dlitelnom primeneniі organicheskikh i mineralnykh udobreniy// Agrokhiimiya – 2014 - № 9 – S. 13-19.
- 5 Hedley M.J., Stewart J.W.B., Chauhan B.S. Changes in Inorganic and Organic Soil Phosphorus Fractions Induced by Cultivation Practices and by Laboratory Incubations// Soil Sci. Soc. Am. J. – 1982. - № 46. P. 970–976.
- 6 Mehmood A., Akhtar M., Khan K., Khalid A., Imran M., Rukh S. Relationship of Phosphorus Uptake with Its Fractions in Different Soil Parent Materials// Int. J. Plant Soil Sci. – 2015. - № 4, - P. 45–53.
- 7 Williams A., Börjesson, G., Hedlund K. The effects of 55 years of different inorganic fertilizer regimes on soil properties and microbial community composition// Soil Biol. Biochem. – 2013. - № 67. P. 41–46.
- 8 Borisov V.A. Fosfatny rezhim allyuvialnoy lugovoy pochvy posle 30-letnego primeneniya mineralnykh udobreniy v ovoshche-kormovom sevooborote// Agrokhiimiya. - 2014. - № 1. – S. 23-26.
- 9 Zarishnyak A.S. Fosfatny rezhim chernozema opodzolenного pri dlitelnom primeneniі udobreniy// Agrokhiimiya. – 2014 - № 4 – S. 20-26.
- 10 Basibekov B.S., Torshina O.B. Balans fosfora v sveklovichnom sevooborote na svetlo-kashtanovoy pochve Yugo-vostoka Kazakhstana. Agrokhiimiya. - 1978. - № 8. – S.17-21.
- 11 Ponomareva A.T. Balans pitatelnykh veshchestv v zemledelii Kazakhstana i uluchsheniye pochvenного plodorodiya v svyazi s primeneniym udobreniy// Povysheniye produktivnosti pochv Kazakhstana. - Alma-Ata: Nauka, 1980. – S. 11-20.
- 12 Ponomareva A.T. Produktivnost kormovykh kultur v zavisimosti ot obespechennosti lugovo-kashtanovoy pochvy fosforom, primeneniye udobreniy i balansa pitatelnykh veshchestv// Tr. KazSKhI. - 1989. – S. 24-47.
- 13 Basibekov B.S. Vliyaniye dlitelnogo primeneniya fosfornykh udobreniy na fosforny rezhim svetlo-kashtanovoy pochvy i produktivnost kultur sevooborota // Agrokhiimiya. -1975. - № 7. – S. 22-28.
- 14 Basibekov B.S., Torshina O.B. Balans fosfora v sveklovichnom sevooborote na svetlo-kashtanovoy pochve Yugo-Vostoka Kazakhstana// Agrokhiimiya. - 1978. - № 8. – S. 17-25.
- 15 Basibekov B. S., Torshina O.B. Balans kaliya v sveklovichnom sevooborote na svetlo-kashtanovoy pochve Yugo-vostoka Kazakhstana//Agrokhiimiya. - 1981. -№ 10. – S.42-49.
- 16 Yeleshev R.E. Effektivnost razlichnykh form fosfornykh udobreniy v usloviyakh Kazakhstana// Spravochnik po primeneniyu udobreniy. Alma-Ata: Kaynar. - 1980. – S. 80-83.
- 17 Yeleshev R.E., Yespolov Ye.I. Urozhaynost sakharnoy svekly pri lentochnom i razbroсном vnesenii osnovного mineralного udobreniya// Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki Kazakhstana. - 1982. - № 3. – S. 12-14.

18 Yeleshev R.E. Fosfornye udobreniya i urozhay. - Alma-Ata: Kaynar, 1984. –159 s.

19 Yeleshev R.E., Ivanov A.L. Fosforny rezhim karbonatnykh pochv yugo-vostoka Kazakhstana i ego izmeneniye v svyazi s primeneniye udobreny//Agrokhimiya. -1986. -№2. – S. 25-29.

РЕЗЮМЕ

А.М. Балгабаев¹ А.М. Шибикеева¹, Г.С. Жақсыбаева¹, Г.О. Бейсенова¹,
С.С. Калиева¹

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

¹ НАО Казахский национальный аграрный университет, 050010, г. Алматы,
пр.Абая, 8, Казахстан, e-mail: alimbai@bk.ru

В статье приведены результаты многолетних исследований, проведенных в длительных опытах по изучению системы удобрения сахарной свеклы в свекловичном севообороте и при бессменном её возделывании на орошаемой светло-каштановой почве. Показано, что при длительном и систематическом применении фосфорных удобрений на фоне азотно-калийных (NK) в почве создаются фоны с различным уровнем обеспеченности фосфором в пахотном и подпахотном слоях. Одинарные, полуторные, двойные нормы фосфорных удобрений, систематически вносимые в севообороте и при бессменном возделывании сахарной свеклы, повышают не только содержание подвижного фосфора в пахотном слое соответственно до 49,0; 51,9; 59,0 мг/кг почвы, но и содержание суммы рыхлосвязанных и разноосновных фосфатов ($\text{CaP}_I + \text{CaP}_{II}$), ближайших резервов доступных для растений фосфора в севообороте и в условиях монокультуры. В зависимости от норм вносимых фосфорных удобрений на посевах сахарной свеклы в монокультуре содержание рыхлосвязанных и разноосновных фосфатов ($\text{CaP}_I + \text{CaP}_{II}$) повышается 94-106 мг/кг и 294-297 мг/кг, а в севообороте 89-104 и 265-296 мг/кг, соответственно. С улучшением фосфатного режима светло-каштановой почвы увеличивается урожайность сахарной свеклы в монокультуре 492,8-543,1 ц/га, а в севообороте 507,8-561,6 ц/га. В удобренных вариантах повышается сахаристость на 16,3-16,7 % и общего сбора сахара с 1 га посевов.

Ключевые слова: светло-каштановая почва, удобрение, подвижные, рыхлосвязанные, разноосновные фосфаты почвы, сахарная свекла, севооборот, монокультура, урожайность, сахаристость.

SUMMARY

A.M. Balgabayev¹, A.M. Shibikayeva¹, G.S. Zhaksybayeva¹, G.O. Beisenova¹, S.S. Kalieva¹

THE INFLUENCE OF LONG-TERM USE OF PHOSPHORUS FERTILIZERS ON THE PHOSPHATE REGIME OF LIGHT CHESTNUT SOIL AND THE PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET

*Kazakh national agrarian university, 050010, Almaty, Abay ave., 8, Kazakhstan,
e-mail: alimbai@bk.ru*

The article presents the results of many years of research carried out in long-term experiments on the study of the fertilization system of sugar beet in beet crop rotation and with its permanent cultivation on irrigated light chestnut soil. It is shown that with long-term and systematic use of phosphorus fertilizers against the background of nitrogen-potassium (NK) fertilizers in the soil, a background with different levels of phosphorus supply in the arable and subsoil layers is created. Single, one and a half, double rates of phosphorus fertilizers, systematically applied in crop rotation and with permanent cultivation of sugar beets, not only increase the content of mobile phosphorus in the arable layer, respectively, to 49,0; 51,9; 59,0

mg /kg of soil, but also the content of the sum of loosely bound and different basic phosphates ($\text{CaP}_I + \text{CaP}_{II}$), the nearest reserves of phosphorus available to plants in crop rotation and in monoculture conditions. Depending on the norms of applied phosphorus fertilizers on sugar beet crops in monoculture, the content of loosely bound and different basic phosphates ($\text{CaP}_I + \text{CaP}_{II}$) increases 94-106 mg/kg and 294-297 mg/kg, and in crop rotation 89-104 and 265-296 mg/kg, respectively. With the improvement of the phosphate regime of light chestnut soil, the yield of sugar beet in monoculture increases 492,8-543,1 c/ha, and in the crop rotation 507,8-561,6 c/ha. In fertilized variants, the sugar content increases by 16,3-16,7 % and the total sugar harvest from 1 hectare of crops.

Key words: light chestnut soil, fertilizer, mobile, loosely bound, mixed-base soil phosphates, sugar beet, crop rotation, monoculture, yield, sugar content.