

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 6, Number 42 (2017), 208 – 214

B. U. Suleimenov¹, S. I. Tanirbergenov¹, A. M. Soltanaeva²

¹U. U. Uspanov Kazakh research institute of soil science and agrochemistry, Kazakhstan,

²Kazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: beibuts@mail.ru, tanir_sem@mail.ru, dont-ask@list.ru

EFFECT OF SULFUR-CONTAINING PHOSPHORIC FERTILIZERS ON THE FERTILITY OF SOIL AND THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT IN THE SOUTH OF KAZAKHSTAN

Abstract. In conditions of gray-brown soils of southern Kazakhstan, detected a deficiency of nitrogen, phosphorus and sulfur in winter wheat crops. We studied the effect of sulfur-containing phosphorus fertilizers on the fertility of soils and the productivity of cultivated crops. The results of the studies (2015–2016) showed that the use of ammophos containing micronized sulfur and zinc against the background of nitrogen-potassium ($N_{60}K_{30}$) fertilizers improved the nutrient status of gray-brown soil ($r = 0.780, 0.940$), also favorably affect the growth and development of plants of winter wheat, increase the graininess of the ear (7.6–7.7 pcs.), and the mass of 1000 seeds (2.8–2.9 g.) compared with the control variant. $N_{60}K_{30}$ provide an increase the grain yield of 2.55 cwt/ha. Application of $N_{60}P_{60}K_{30}$ promote the increase to 4.90 cwt/ha, with one ammophos providing an increase of 2.35 centners per hectare ($r = 0.847$) with a low availability of gray-brown soil with mobile phosphorus (10.2–14.6 mg/kg). While the application of ammophos with sulfur and zinc ($N_{60}P_{(s)60}K_{30}$, $N_{60}P_{(s,zn)60}K_{30}$) promote the increase of grain yield of winter wheat to 3.1–4.0 cwt/ha ($r = 0.962$). The increment from the use of sulfur and zinc, obtained by calculation, is from 0.75 to 1.65 cwt/ha ($r = 0.886$).

Key words: gray-brown soil, soil fertility, sulfur-containing phosphorus fertilizers, winter wheat, productivity.

УДК 631.4; 631.8

Б. У. Сулейменов¹, С. И. Танирбергенев¹, А. М. Солтанаева²

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У. У. Успанова», Алматы, Казахстан,

²Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

ВЛИЯНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА КАЗАХСТАНА

Аннотация. В условиях серо-коричневых почв южного Казахстана выявлен дефицит азота, фосфора и серы в посевах озимой пшеницы. Изучено влияние серосодержащих фосфорных удобрений на плодородие почв и продуктивности возделываемых культур. Результаты проведенных исследований (2015–2016 гг.) показали, что применение аммофоса, содержащего микронизированную серу и цинк, на фоне азотно-калийных ($N_{60}K_{30}$) удобрений улучшают пищевой режим серо-коричневой почвы ($r = 0,780; 0,940$), а также, благоприятно влияют на рост и развитие растений озимой пшеницы, повышают озерненность колоса (7,6–7,7 шт.) и массу 1000 семян (2,8–2,9 г) по сравнению с контрольным вариантом. $N_{60}K_{30}$ обеспечивает прибавку урожая зерна 2,55 ц/га. Применение $N_{60}P_{60}K_{30}$ повышает прибавку до 4,90 ц/га, при этом один аммофос обеспечивает прибавку в 2,35 центнера с одного гектара ($r = 0,847$) при низкой обеспеченности серо-коричневой почвы подвижным фосфором (10,2–14,6 мг/кг). Тогда как внесение аммофоса с серой и цинком

($N_{60}P_{(s)60}K_{30}$, $N_{60}P_{(s,zn)60}K_{30}$) повышает прибавку урожая зерна озимой пшеницы до 3,1–4,0 ц/га ($r = 0,962$). Прибавка от применения серы и цинка, полученная расчетным путем, составляет от 0,75 до 1,65 ц/га ($r = 0,886$).

Ключевые слова: серо-коричневые почвы, плодородие почвы, серосодержащие фосфорные удобрения, озимая пшеница, продуктивность.

Введение. Зерновая отрасль является самой приоритетной и играет ведущую роль в сельском хозяйстве и в экономике Казахстана в целом. Казахстан входит в число крупнейших стран-экспортеров зерна, занимая в зависимости от объемов урожая в разные годы от 1,5–2,5% доли мирового рынка пшеницы, а по экспорту муки занимает лидирующее место [1, 2].

В стране производится около 13,5–20,6 млн. тонн зерна, что позволяет ненамного отставать от России и Украины. Средняя урожайность зерна составляет 10–16 ц/га [3]. Одним из основных направлений данной отрасли остается зерновое хозяйство. Около 72% посевной площади сельскохозяйственных культур занимают именно зерновые. По итогам 2016 года было собрано 20,6 млн. тонн зерновых и бобовых культур. Из всего собранного веса 72,6% составила пшеница [2].

Основные зерносеющие регионы включают территории Северо-Казахстанской, Акмолинской, Костанайской и Павлодарской областей, на долю которых приходится до 80% всех посевных площадей и валового сбора зерновых культур, включая пшеницу [4]. По данным комитета статистики РК общая посевная площадь пшеницы составляет 12,4 млн. га, из них 175,5 тыс. га принадлежит Южно-Казахстанской области.

В комплексе мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур значительное место принадлежит использованию удобрений. В связи с небольшим количеством атмосферных осадков до последнего времени существует концепция о нецелесообразности применения минеральных удобрений на необеспеченной богаре. Почти все почвы богарной зоны относятся к слабообеспеченным подвижным фосфором, поэтому внесение фосфорных удобрений на таких почвах является необходимым условием повышения их производительной способности. Внесение фосфорных удобрений повышает урожай зерна озимой пшеницы на 5–6 ц/га [5–7].

Агрохимический анализ почв Казыгуртского района Южно-Казахстанской области показал, что они имеют низкую обеспеченность гумусом, легкогидролизуемым азотом, подвижным фосфором и серой. Это свидетельствует о нерациональном использовании земель, несоблюдении севооборотов, недостаточном внесении органоминеральных удобрений, которое привело к снижению не только почвенного плодородия, но и урожайности сельскохозяйственных культур. При низком содержании в почве основных питательных элементов получение высоких и стабильных урожаев основных сельскохозяйственных культур без внесения удобрений, содержащих серу, весьма проблематично [8].

Сера – важный макроэлемент, необходимый растений. Она требуется для протекания важных метаболических процессов. В последние годы потребности сельскохозяйственных культур в сере стало уделяться большее внимание, поскольку во многих системах земледелия снизилось поступление серы в почву [9–12].

В связи с этим, целью наших исследований было изучение влияния серосодержащих фосфорных удобрений на параметры плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Казыгуртского района. Актуальность исследований заключается в оценке эффективности серосодержащих фосфорных удобрений в условиях богары.

Объекты и методы. Научные исследования проводились в 2015–2016 гг. на серо-коричневых почвах Казыгуртского района Южно-Казахстанской области (координаты 41°39'39.27"С 69°28'44.69"В). Культура озимая пшеница, сорт «Красноводопадская-210». Норма высева семян на 1 га составляет 200 кг.

Серо-коричневые почвы распространены в Южном Казахстане на высоких увалисто-холмистых равнинах Боролдая, Аксу-Джабаглинских гор, Угамского и Каржантауского хребтов, в межгорных долинах Каратау.

Естественная растительность представлена так называемыми крупнозлаковыми полусаваннами, в составе которых преобладают пырей волосистый и ячмень луковичный, эфемеры, а также саванноидное цветущее крупное разнотравье, отдельные деревья и кустарники.

Почвообразующими породами служат лессовидные тяжелые суглинки. Эти почвы приурочены к высоким предгорьям и низким горам в поясе кустарниковой злаково-разнотравной степи.

Серо-коричневые почвы отличаются по мощности гумусового горизонта и содержанию гумуса. В почвах склонов содержание гумуса в верхнем слое (0–20 см) составляет 0,97–1,26 %, а на глубине (50–60 см) его содержание падает – меньше 0,5 %.

Почвы плато и понижений в верхнем слое содержат гумуса 1,90–2,25 %, а в их нижних слоях резкого падения в содержании гумуса не наблюдается. В почвах плато на глубине (70–80 см) содержание гумуса составляет 0,85 %, тогда как в почвах понижений даже на глубине одного метра содержание его колеблется в пределах 0,89–0,97 %.

Содержание общего азота, валового фосфора изменяется соответственно так же. Почвы склонов по содержанию необходимых питательных веществ резко уступают почвам плато и понижений [13].

Сорт озимой пшеницы «Красноводопадская 210» скороспелый, вегетационный период 230–246 дней, не осыпается, засухоустойчивость высокая, благодаря мощно развитой корневой системе. Желтой и бурой ржавчиной поражается слабо. Содержание протеина 14,2–15,3%. Районирован в Южно-Казахстанской области, Кыргызской Республике и Республике Узбекистан. Потенциальная урожайность в условиях жесткой богары достигает 40,5 ц/га, а на обеспеченной и полубеспеченной богары до 45 ц/га. Автор Марко А.Ф. ЮКО, Сарыагашский район, село Кызылсаркырама, ТОО «Красноводопадская селекционная опытная станция».

Экспериментальные опыты были заложены по следующей схеме: 1) контроль; без удобрений; 2) $N_{60}K_{30}$; 3) $N_{60}P_{60}K_{30}$; 4) $N_{60}P_{(s)-60}K_{30}$; 5) $N_{60}P_{(s,zn)-60}K_{30}$. Площадь учетной делянки 50 м². Повторность 3-х кратная. Общая площадь опыта составила 750 м². Применяемые удобрения: аммиачная селитра (N – 34 %), аммофос (P – 46 %, N – 11 %) и аммофос (P – 40 %, N – 11 %) с содержанием микронизированной серы (S-10 %) и цинка (Zn – 1%), хлористый калий (K – 60 %).

Удобрения внесены осенью перед вспашкой N – 30%, Pи K – 70%, а весной проведена подкормка N – 70%, P и K – 30% от нормы. Почвенные образцы отбирали до закладки опыта и в течение вегетации озимой пшеницы.

Содержание общего гумуса определяли по Тюрину; подвижные соединения фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26205-91; легкогидролизуемый азот по Тюрину-Кононовой; гранулометрический состав почвы раствором пирофосфорнокислого натрия; рН потенциометрическим методом; CO₂ кальциметром по методу Голубева; подвижные формы серы по методу ЦИНАО, ГОСТ 26490-85; содержание валовой серы по ГОСТ 32599.2-2013.

Дисперсионный (ANOVA) и корреляционный анализы (методом Пирсона, $p \leq 0,05$) проведены на программном обеспечении IBM SPSS v21.0.

Результаты исследований. Анализ данных исходного состояния серо-коричневых почв Казыгуртского района Южно-Казахстанской области показал, что они характеризуются низким содержанием гумуса (1,2–1,4%), легкогидролизуемого азота (25,2–29,7 мг/кг) и подвижного фосфора (10,2–14,6 мг/кг), высоким содержанием обменного калия (300–350 мг/кг). Почвы также низко обеспечены подвижными формами серы (1,9±0,90 мг/кг) (таблица 1). По гранулометрическому составу почвы среднесуглинистые. Многие исследователи подтверждают, что почвы Южного Казахстана характеризуются низким содержанием гумуса и элементов питания [14-17].

Результаты полевых исследований, проведенных в разных регионах показали, что применение предложенного удобрения – аммофоса с содержанием серы и цинка позволяет повысить коэффициент использования растениями основных питательных элементов – азота, фосфора, вспомогательных элементов – серы и цинк, улучшить физическое состояние и физико-химические свойства почвы и, соответственно, повысить урожайность сельскохозяйственных культур [18-21].

Таблица 1 – Исходные агрохимические показатели серо-коричневых почв Казыгуртского района Южно-Казахстанской области

Глубина, см	Гумус, %	Подвижные формы, мг/кг			
		гидрол. N	P ₂ O ₅	K ₂ O	серы
0-20	1,4±0,05	29,7±1,83	14,6±0,82	350±27,3	1,9±0,90
20-40	1,2±0,05	25,2±1,57	10,2±0,53	300±33,5	–

По данным наших исследований, наибольшая высота растений озимой пшеницы установлена на вариантах $N_{60}P_{(s)60}K_{30}$ и $N_{60}P_{(s,zn)60}K_{30}$, что выше на 18,5 и 20,8 см, соответственно, по сравнению с контрольным вариантом без удобрений. В остальных вариантах ($N_{60}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{30}$) в зависимости от минерального удобрения разница по высоте растений в сравнении с контролем колеблется от 11,0 до 15,1 см (таблица 2).

Таблица 2 – Структура урожая озимой пшеницы (2015–2016 гг.)

Варианты	Высота, см	Число зерен в колосе, шт.	Вес 1000 зерен	
			г	отклонение от контроля, г
Контроль	60,9±1,34	16,6±0,82	35,9	–
$N_{60}K_{30}$	71,9±1,15	21,3±1,69	37,6	+1,7
$N_{60}P_{60}K_{30}$	76,0±1,18	22,0±0,82	38,3	+2,4
$N_{60}P_{(s)60}K_{30}$	79,4±1,07	24,2±0,74	38,7	+2,8
$N_{60}P_{(s,zn)60}K_{30}$	81,7±0,98	24,3±0,84	38,8	+2,9

Применение минеральных удобрений способствовало увеличению числа зерен в колосе – разница по сравнению с контролем составила 4,7–7,7 шт. Наибольшее число зерен в колосе (24,2–24,3 шт.) было сформировано в вариантах с внесением фосфорных удобрений с содержанием серы и цинка на азотно-калийном фоне ($N_{60}P_{(s)60}K_{30}$ и $N_{60}P_{(s,zn)60}K_{30}$).

Применение минеральных удобрений повышает массу 1000 зерен. Разница по сравнению с контролем составила от 1,7 до 2,9 г (таблица 2). Наибольшая масса 1000 зерен (38,7–38,8 г) была получена на вариантах с внесением $N_{60}P_{(s)60}K_{30}$ и $N_{60}P_{(s,zn)60}K_{30}$.

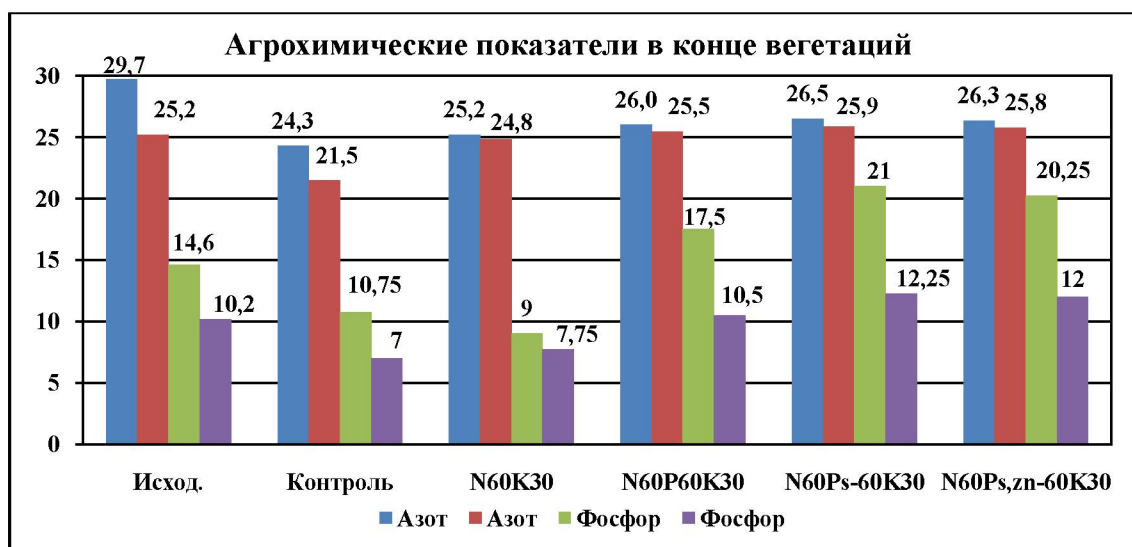
Как следует из таблицы 3, внесение минеральных удобрений существенно повлияло на урожайность озимой пшеницы. Прибавка от их применения достигала 2,55–6,55 ц/га или 17,6–43,3 %. Внесение $N_{60}K_{30}$ позволило повысить урожай на 2,55 ц/га по сравнению с контролем. Однако при внесении минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{30}$ урожай увеличился на 4,9 ц/га (19,4 ц/га). Применение аммофоса с содержанием серы и цинка на азотно-калийном фоне позволила повысить прибавку урожая до 5,7–6,6 ц/га. Причем прибавка урожая зерна озимой пшеницы от внесения аммофоса с серой и цинком составила 3,1–4,0 ц/га ($r = 0,962$), что выше по сравнению с обычным аммофосом на 0,75–1,65 ц/га ($r = 0,886$).

Таблица 3 – Урожайность озимой пшеницы, ц/га (2015–2016 гг.)

Варианты	Урожай зерна, ц/га			Прибавка	
	2015 г.	2016 г.	среднее	ц/га	%
Контроль	14,3	14,6	14,5	–	–
$N_{60}K_{30}$	15,5	18,5	17,0	2,55	17,6
$N_{60}P_{60}K_{30}$	18,4	20,3	19,4	4,90	33,9
$N_{60}P_{(s)60}K_{30}$	18,8	21,4	20,1	5,65	39,1
$N_{60}P_{(s,zn)60}K_{30}$	19,8	22,2	21,0	6,55	45,3
$HCP_{0,95}$	0,52	0,96			
P, %	1,80	2,57			

По нашим данным в конце вегетации озимой пшеницы отмечено снижение содержания основных элементов питания (легкогидролизующего азота и подвижного фосфора) по сравнению с исходным состоянием почв (рисунок). Это свидетельствует о том, что уменьшение содержания легкогидролизующего азота и подвижного фосфора связано не только с его выносом и накоплением в биомассе, но и с физико-химическими превращениями в почве.

Недостаток легкогидролизующего азота и подвижного фосфора в пахотном слое растения компенсируют в области корнеобитаемого слоя за счет растворения их органическими кислотами, выделяемыми корнями. Тем не менее, как показывает практика, редко удается получить высокий урожай без внесения удобрений.



Влияние минеральных удобрений на содержание гид. азота и подвижного фосфора, мг/кг

Это значит, что наличие больших запасов элементов питания в почве не предполагает эквивалентный рост урожайности сельскохозяйственных культур. Для этого необходимо, чтобы растения имели мощную корневую систему, которая при большем контакте с почвой способна обеспечить растения элементами питания и водой.

Основные элементы питательного режима находятся в тесной взаимосвязи с различными показателями. Анализ данных исследований подтверждает, что применение минеральных удобрений, особенно аммофоса с содержанием серы и цинка повышает содержание подвижного фосфора на 5,6–6,4 (0–20 см) и 1,8–2,0 (20–40 см) мг/кг ($r = 0,780; 0,940$).

Закключение. Изученные нами серо-коричневые почвы Казыгуртского района Южно-Казахстанской области характеризуются низким содержанием гумуса (1,2–1,4 %), легкогидролизующего азота (25,2–29,7 мг/кг) и подвижного фосфора (10,2–14,6 мг/кг), высоким содержанием обменного калия (300–350 мг/кг). Почвы также низко обеспечены подвижными формами серы.

Минеральные удобрения, включая аммофос, содержащий микроэlementы серу и цинк благоприятно влияют на рост и развитие растений озимой пшеницы, повышают озерненность колоса (21,3–24,3 шт.) и массу 1000 семян (1,7–2,9 грамм) по сравнению с контрольным вариантом.

Внесение минеральных удобрений значительно повышает урожайность озимой пшеницы. Применение азотно-калийных удобрений ($N_{60}K_{30}$) обеспечивает прибавку урожая зерна 2,55 ц/га. Применение полной дозы азотно-фосфорно-калийных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{30}$) повышает прибавку до 4,90 ц/га, при этом один аммофос обеспечивает прибавку в 2,35 центнера с одного гектара ($r = 0,847$) при низкой обеспеченности серо-коричневой почвы подвижным фосфором (10,2–14,6 мг/кг). Тогда как внесение аммофоса с серой и цинком ($N_{60}P_{(s)60}K_{30}$, $N_{60}P_{(s,zn)60}K_{30}$) повышает прибавку урожая зерна озимой пшеницы до 3,1–4,0 ц/га ($r = 0,962$). Прибавка от применения серы и серы с цинком (варианты 5–6), полученная расчетным путем, составляет от 0,75 до 1,65 ц/га ($r = 0,886$).

Таким образом, экспериментальным путем установлена эффективность применения аммофоса с содержанием серы и цинка в условиях серо-коричневых почв, низко обеспеченных подвижным фосфором, серой и цинком, при возделывании озимой пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] FAO Statistics Division. – 2014. – <http://faostat3.fao.org>
- [2] Официальный Интернет-ресурс Комитета по статистике РК. – <http://stat.gov.kz>
- [3] Анализ отрасли растениеводства РК. – 2014. – <http://www.rfcaratings.kz>
- [4] Производство пшеницы в Казахстане: Обзорная информация. – Астана, 2015.
- [5] Сулейменов Б.У. Фосфатный режим обыкновенного серозема в зернопаровом севообороте на необеспеченной богаре Юго-востока Казахстана: Автореф. канд. дис. – Алматы, 2015. – 22 с.

- [6] Сүлейменов Б.У., Сүлейменова М.Ш. Алматы облысының кәдімгі сұр топырағына енгізген тынайтқыштағы фосфордың өзгеруі // *Жаршы.* – 1995. – 2. – С. 22-30.
- [7] Алпысбаев А.У., Сапаров А., Сулейменов Б.У. Влияние фосфорных удобрений на урожайность пшеницы // *Почвоведение и агрохимия.* – 2016. – 1. – С. 73-78.
- [8] Левшаков Л.В., Ивановский М.Н. Эффективность микроэлементов при возделывании сахарной свеклы на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья // *Межд. научно-практ. конф. «Научное обеспечение агропромышленного производства»*, 25–27 января 2012 г. – Курск, Россия, 2012. – С. 223-225.
- [9] Нортон Р., Миккелсен Р., Дженсен Т. Значение серы в питании растений // *Питание растений.* – 2014. – 3. – С. 2-5. – <http://eeca-ru.ipni.net/article/EECARU-2255>
- [10] Полторацнев М.С., Гребенникова Т.В., Хисамутдинов Н.Ш. Агрономический эффект от применения нового минерального удобрения, содержащего азот и серу, при возделывании яровой пшеницы // *Питание растений.* – 2014. – 3. – С. 10-12. – [http://www.ipni.net/publication/pnteeeca.nsf/0/9C92CB5619845B6B85257D8800513232/\\$FILE/NL-3-14-3.pdf](http://www.ipni.net/publication/pnteeeca.nsf/0/9C92CB5619845B6B85257D8800513232/$FILE/NL-3-14-3.pdf)
- [11] Тишков Н.М., Дряхлова А.А., Слюсарев В.Н. Применение серосодержащих удобрений под масличные культуры на чернозёмах выщелоченных // *Масличные культуры, бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур.* – 2014. – 2. – С. 159-160.
- [12] Елькина Г. Сера в питании растений на подзолистых почвах // *Вестник Института Биологии. Коми НЦ УрО РАН.* – 2010. – 7(153). – С. 20-22.
- [13] Сулейменов Б.У. Повышение плодородия орошаемых сероземов Южного Казахстана. – Алматы: Пауан, 2000. – 194 с.
- [14] Tanirbergenov S.I., Suleimenov B.U., Saparov A.S., Soltanayeva A.M., Kabyzbekova B.Zh. The fertilizer system increasing the salt tolerance and productivity of cotton in the conditions of saline soils in Southern Kazakhstan // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* – 2016. – 6(7). – P. 145-155. – [www.rjpbcs.com/pdf/2016_7\(6\)/\[22\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2016_7(6)/[22].pdf)
- [15] Jalankuzov T., Suleimenov B., Busscher Warren J., Stone Kenneth C., Bauer Philip J. Irrigated cotton grown on sierozem soils in South Kazakhstan // *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* – 2013. – 22(44). – P. 3391-3399. – dx.doi.org/10.1080/00103624.2013.847449
- [16] Отаров А., Ибраева М.А., Усипбеков М., Wilkomirski B., Suska-Malawska M. Краткая характеристика почвенного покрова и анализ современного состояния плодородия почв Южно-Казахстанской области // *Почвоведение и агрохимия.* – 2008. – 1. – С. 68-76.
- [17] Танирбергенов С., Сулейменов Б. Эффективность минеральных удобрений на орошаемых светлых сероземах Южно-Казахстанской области // *Известия НАН РК. Серия аграрных наук.* – 2016. – 5(35). – С. 68-71.
- [18] Никитишнев В.И., Личко В.И. Влияние уровня азотного питания на потребление серы растениями ячменя // *Агрохимия.* – 2010. – 8. – С. 10-14. – elibrary.ru/download/elibrary_15131304_40501840.pdf
- [19] Манн А. Роль серы в питании растений // *Образование. Наука. Производство.* – Ставрополь, 2014. – С. 126-127. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=23193841>
- [20] Пцегольков А.В. О возможности диагностирования потребности растений сои в сере, молибдене и боре для эффективной некорневой подкормки // *Научный журнал КубГАУ.* – 2015. – 110. – С. 1072-1089. – elibrary.ru/download/elibrary_24114601_73076302.pdf
- [21] Исайчев В.А., Андреев Н.Н., Плечов Д.В. Влияние макроэлементов и регуляторов роста на динамику содержания азота, фосфора, калия и серы в растениях озимой пшеницы сорта бирюза в условиях лесостепи среднего Поволжья // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.* – 2016. – 1(33). – С. 25-32. – elibrary.ru/download/elibrary_26150504_76799294.pdf

REFERENCES

- [1] FAO Statistics Division (2014) <http://faostat3.fao.org>
- [2] Official internet website of Committee on Statistics in Kazakhstan. <http://stat.gov.kz>
- [3] Analysis of the crop sector RK (2014) <http://www.rfcaratings.kz>
- [4] Wheat Production in Kazakhstan (2015) Overview information, Astana.
- [5] Suleimenov B.U. (1991) Phosphate regime of ordinary serozem in the grain-steaming crop rotation on the unsecured forest of the Southeast of Kazakhstan: Author's abstract dis. ... cand. Almaty, 22 p. (In Russian)
- [6] Suleimenov B.U., Suleimenova M.Sh. (1995) Transformation of phosphorus fertilizers applied in ordinary serozems Almaty region, Zharshy, 2: 22-30. (In Kazakh)
- [7] Alpyysbaev A.U., Saparov A.S., Suleimenov B.U. (2016) Effect of phosphate fertilizer on wheat yield, *Soil science and Agrochemistry*, 1: 73-78. (In Russian)
- [8] Levshakov L.V., Ivanovsky M.N. (2012) Efficiency of trace elements in the cultivation of sugar beet on dark gray forest soils of the Central Chernozems. Int. scientific-practical conference «Scientific provision of agro-industrial production», Kursk, Russia, 25–27 January 2012. pp. 223-225. (In Russian)
- [9] Norton R., Michelson R., Dzhensen T. (2014) Meaning of sulfur in plant nutrition, *Plant nutrition*, 3:2-5. (In Russian) <http://eeca-ru.ipni.net/article/EECARU-2255>
- [10] Poltoradnev M.S., Grebennikova T.V., Khisamutdinov N.Sh. (2014) Agronomical effect from the use of a new mineral fertilizer containing nitrogen and sulfur, in the cultivation of spring wheat, *Plant nutrition*, 3: 10-12. (In Russian) [http://www.ipni.net/publication/pnteeeca.nsf/0/9C92CB5619845B6B85257D8800513232/\\$FILE/NL-3-14-3.pdf](http://www.ipni.net/publication/pnteeeca.nsf/0/9C92CB5619845B6B85257D8800513232/$FILE/NL-3-14-3.pdf)
- [11] Tishkov N.M., Dryakhlov A.A., Slyusarev V.N. (2014) Application of sulfurous fertilizers under oil crops on leached chernozem, *Oilseeds, Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds*, 2: 159-160.

- [12] Elkina G. (2010) Sulfur in plant nutrition on podzolic soils, Bulletin of the Institute of Biology, Komi SC UB RAS, 7(153): 20-22.
- [13] Suleimenov B.U. (2000) Increase in fertility of irrigated serozem of Southern Kazakhstan. Almaty: Rauan. 194 p. (In Russian).
- [14] Tanirbergenov S.I., Suleimenov B.U., Saparov A.S., Soltanayeva A.M., Kabyzbekova B.Zh. (2016) The fertilizer system increasing the salt tolerance and productivity of cotton in the conditions of saline soils in Southern Kazakhstan, Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 6(7): 145-155. [www.rjpbcs.com/pdf/2016_7\(6\)/\[22\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2016_7(6)/[22].pdf)
- [15] Jalankuzov T., Suleimenov B., Busscher Warren J., Stone Kenneth C., Bauer Philip J. (2013) Irrigated cotton grown on sierozem soils in South Kazakhstan, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 22(44): 3391-3399. [dx.doi.org/10.1080/00103624.2013.847449](https://doi.org/10.1080/00103624.2013.847449)
- [16] Otarov A., Ibraeva M.A., Wilkomirski B., Suska-Malawska M. (2008) Short characteristics of soil cover and analysis of soil fertility modern condition in South-Kazakhstan, Soil science and Agrochemistry, 1: 68-76. (In Russian)
- [17] Tanirbergenov S.I., Suleimenov B.U. (2016) Efficiency of mineral fertilizers in irrigated light serozem soils of the South Kazakhstan region, News NAS RK. Series of Agricultural Sciences, 5(35): 68-71.
- [18] Nikitichen B.I., Lishko V.I. (2010) Effect of Nitrogen Supply on the Uptake of Sulfur by Barley Plants, Agrochemistry, 8: 10-14. (In Russian) elibrary.ru/download/elibrary_15131304_40501840.pdf
- [19] Mann A. (2014) The role of sulfur in plant nutrition, Education. The science. Production. Stavropol, 2014. P. 126-127. (In Russian) <https://elibrary.ru/item.asp?id=23193841>
- [20] Shchegolkov A.V. (2015) About diagnosis of the possibility of requirements for soybean plants in sulfur, molybdenum and boron for effective foliar application, Scientific journal of the Kuban State Agrarian University, 110: 1072-1089. (In Russian) elibrary.ru/download/elibrary_24114601_73076302.pdf
- [21] Isaychev V.A., Andreyev N.N., Plechov D.V. (2016) Influence of macroelement and growth regulators on the dynamics of nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur in plants of winter wheat of Biryuza variety in forest-steppe conditions of Middle Volga region, Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy, 1(33): 25-32. (In Russian) elibrary.ru/download/elibrary_26150504_76799294.pdf

Б. У. Сулейменов¹, С. И. Танирберген¹, А. М. Солтанаева²

¹Ө. О. Оспанов атындағы Қазақтопырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан,

²Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА ТОПЫРАҚ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫНА ЖӘНЕ КҮЗДІК БИДАЙ ӨНІМДІЛІГІНЕ КҮКІРТ ҚОСЫЛЫСЫ БАР ФОСФОР ТЫҢАЙТҚЫШТАРЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аннотация. Оңтүстік Қазақстан облысы Қазығұрт ауданы жағдайының күздік бидай егістіктеріндегі сұр-күрең топырақтарында азот, фосфор және күкірт жетіспейтіндігі анықталынды. Күкірт қосылысы бар фосфор тыңайтқыштары топырақтың құнарлылығына және өсірілетін дақылдың өнімділігіне тигізетін әсері зертелінді. Жүргізілген зерттеу жұмысы (2015–2016 ж.) құрамында микрондалған күкірт және мырыш қосылысы бар аммофосты азот-калий ($N_{60}K_{30}$) тыңайтқыштар фондында пайдалану сұр-күрең топырақтың қоректік режимін ($r = 0,780; 0,940$), сондай-ақ, күздік бидайдың өсуі мен дамуын жақсартады, дәннің масағын (7,6–7,7 данаға) және 1000 дәннің салмағын (2,8–2,9 г) арттырады бақылау нұсқасымен салыстырғанда. $N_{60}K_{30}$ нұсқасында 2,55 ц/га қосымша өнім алынды. $N_{60}P_{60}K_{30}$ енгізгенде қосымша өнімділікті 4,90 ц/га дейін арттырды, яғни сұр-күрең топырақтағы жылжымалы фосфор (10,2–14,6 мг/кг) төмен қамтамасыз етілген жағдайда енгізілген аммофостың өзі 2,35 ц/га қосымша өнім алуға ($r = 0,847$) септігін тигізді. Ал құрамында күкірт және мырыш қосылысы бар аммофосты ($N_{60}P_{(s)60}K_{30}$, $N_{60}P_{(s,zn)60}K_{30}$) енгізгенде күздік бидайдың өнімділігін (дәнге) 3,1–4,0 ц/га дейін жоғарлады. Күкірт пен мырышты енгізгенде қосымша өнімділік 0,75 тен бастап 1,65 ц/га дейін ($r = 0,886$) арттыратындығы анықталынды.

Түйін сөздер: сұр-күрең топырақ, топырақ құнарлылығы, күкірт қосылысы бар фосфор тыңайтқышы, өнімділік.