

ISSN 1563-034X · Индекс 75880; 25880



ӘЛ-ФАРАБИ атындағы
ҚАЗАҚ ҮЛПТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

AL-FARABI KAZAKH
NATIONAL UNIVERSITY

ХАБАРШЫ
ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ

ВЕСТНИК
СЕРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ

EURASIAN JOURNAL
OF ECOLOGY

3(56) 2018

ISSN 1563-034X
Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы КАЗАК ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ

ХАБАРШЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№3 (56)

Алматы
«Қазақ университеті»
2018

ISSN 1563-034X
Индекс 75880; 25880



ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №3 (56)



25.11.1999 ж. Қазақстан Республикасының Медениет, ақпарат және қоғамдық көлісім министрлігінде тіркелген

Куәлік №956-Ж.

Журнал жылдан 4 рет жарыққа шыгады

ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Ниязова Р.Е., б.ғ.к., профессор (Қазақстан)
E-mail: Raygul.Niyiazova@kaznu.kz

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Зайдан Б.К., б.ғ.д., профессор, КР УФА корр.-мүшесі, ғылыми редактор (Қазақстан)
Колумбаева С.Ж., б.ғ.д., профессор, ғылыми редактордың орынбасары (Қазақстан)
Жұбанова А.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Шалахметова Т.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Кенжебаева С.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Атабаева С.Дж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Аскарова М.А., г.ғ.д., м.а. профессор м.а. (Қазақстан)
Торегожина Ж.Р., х.ғ.к., м.а. профессор м.а.
Блаубекова А.С., б.ғ.к. (Қазақстан)

Мамилов Н.Ш., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Инелова З.А., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Абильев С.К., б.ғ.д., профессор (Россия)
Дигель И., PhD докторы, профессор (Германия)
Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Россия)
Рахман Е., PhD докторы, профессор (Қытай)
Томо Tatsuya, PhD докторы, профессор
Аллахвердиев Сулейман, PhD (Россия)

ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Салмандаралы Р., оқытушы (Қазақстан)

Экология сериясы коршаған органдың қорғау және коршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері, коршаған орта ластаушыларның биотага және түрліліктерге денсаулығына әсерін бағалзу, биологиялық алуштурлілікті сактаудың өзекті маселелері бағыттарын қамтиды.



ҚАЗАК
УНИВЕРСИТЕТИ
БАЙНАУАТЫ

Ғылыми басылымдар белімінде басшысы

Гульмира Шаккозова
Телефон: +77017242911
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Редакторлары:

Гульмира Бекбердинева, Азила Хасанқызы

Компьютерде беттеген

Айсүл Алдашева

Жазылу мен таратуды үйлестіруші

Карімукт Айдана
Телефон: +(7(727)377-34-11
E-mail: Aidiara.Kerimkul@kaznu.kz

ИБ № 12305

Басыға 08.10.2018 жылы қол жойылды.
Пішімі 60x84 1/4, Көлемі 9,0 б.т. Оғсетті қағаз.
Сандық басылыш. Тапсырыс №6167. Таралымы 500 дана.
Бағасы кепісімді.
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің
«Қазақ университеті» баспа үйі.
050040, Алматы қаласы, ал-Фараби даңызы, 71.
«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында басылды.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2018

1-бөлім

ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРГАУ

ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА

АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ

Раздел 1

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Section 1

ENVIRONMENTAL IMPACT

OF ANTHROPOGENIC FACTORS

AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім	Раздел 1
Коршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері	Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды
<i>Akmukhanova N.R., Kokocinski M., Baueanova M.O., Bolatkhhan K., Sadvakasova A.K., Zayadan B.K.</i> Opportunities to use the consortium of higher aquatic plants and microalgae in the treatment of polluted aquatic ecosystems	4
<i>Burkutbaev M.M., Kyrmanbaeva M.S., Bachtikova N.B., Erzegenova N.Sh.,</i> <i>Dzhumaanova G.B., Hodzhababaeva D.A.</i> Эффективность влияния серосодержащих нанокомпозитов и препаратов на продуктивность пшеницы (<i>Triticum L.</i>)	12
<i>Mamatov J.Y., Birimjanova Z.C., Abdrahimova E.O.</i> Биогумусты пайдаланудың тиімді тәсілдерін іздестіру нәтижелері	23
<i>Nurjanova A.A., Pidlinuk B., Muratova A.Y., Berjanaova R.K., Abit K.,</i> <i>Nurmagambetova A., Nurjanov Ch., Mukashova T.D., Bektilieva N.K.</i> Фиторемедиация загрязненных металлами почв с помощью биоэнергетического вида <i>Miscanthus X Giganteus</i>	32
2-бөлім	Раздел 2
Коршаған орта ластаушыларының биотага және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау	Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения
<i>Alybaeva R.A., Kuzhayeva V., Abdrazakova G., Atabayeva S., Asrandina S.</i> Investigation of the influence of genotypic factors on the accumulation of heavy metals by wheat	48
<i>Akmukhanova N.P., Bolatkhhan K., Baueanova M.O., Sadvakasova A.K., Zayadan B.K.</i> Бионикликация на основе микроводорослей рекреационных районов озера Алаколь	58
<i>Imangaliyeva A.H., Ishanova M.H., Seilhanova G.A.</i> Композитные материалы на основе шрота расторопши для очистки водных растворов от ионов Pb ²⁺ и Cd ²⁺	68
<i>Jubanova A.A., Ualiева P.C., Abdieva G.J., Malik A.M., Tashtambek K.T., Akimbekov H.Sh.</i> Изучение микробного разнообразия почв и воды, загрязненных стойкими органическими загрязнителями	77
3-бөлім	Раздел 3
Биологиялық ауантурлілікті сақтаудың өзекті мәселелері	Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия
<i>Aleksuk P.G., Aleksuk M.C., Bogolyubenskiy A.P., Beresin B.Z.</i> Изучение биоразнообразия бактериофагов в экологически неблагополучной пресноводной экосистеме ...	90
<i>Amalova A., Kyrmanbaeva M., Turuskopov E., Ivashchenko A., Abidkulova K.</i> Онтогенетическая структура цепопопуляций <i>Tulipa Ostrowskiana</i> Regel в Заилийском Алатау	101
<i>Ametov A., Childiabaeva A., Sulaimenova N., Elenbay G.</i> Қашшайғы су электростанциясынан тәменгі ағысы аңғарының флорасы мен есімдіктер жабынының трансформациялануы	115
<i>Burashev Y.D., Sultankulova K.T., Strochkov V.M., Sansymbay A.R., Sandybayev N.T., Orynbayev M.B.</i> Phylogenetic analysis of surface HA gene, of equine influenza A/equine/LKZ/09/2012 (H3N8) virus strains	124
<i>Suleimenova N.Sh., Kuandykova E.M.</i> Экологические проблемы агрозоосистемы сои в условиях юго-востока Казахстана	132

МРНТИ 68.03.03

¹Буркитбаев М.М., ¹Курманбаева М.С., ¹Бачилова Н.В., ¹Ережепова Н.Ш.,
¹Джумаханова Г.Б., ¹Ходжабаева Да.

¹д.х.н., профессор, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: mukhambeikali.burkitbayev@kaznu.kz

¹д.б.н., профессор, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: shenuerit.kurtmanbaeva@kaznu.kz

¹к.т.н., Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: nadezhda.bachilova@kaznu.kz

¹докторант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: nkaznu@gmail.com

¹магистр, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: gauhar0109@gmail.com

¹магистрант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: dikon_23_9494@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ НАНОКОМПОЗИТОВ И ПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM L.*)

Проблема повышения урожайности пшеницы всегда являлась приоритетом не только для страны, но и для населения мира в целом, поскольку хлеб – важная неотъемлемая часть питания. Все исследования, проведенные по пшенице, направлены на повышение ее продуктивности. Для достижения достоверных результатов пшеницу необходимо выращивать не менее 3 лет в полевых условиях, но в тепличных условиях этот период можно сократить в два раза. Теплица впервые была запущена в 2016 году. Использование удобрения путем капельного орошения является эффективным и удобным методом при выращивании зерновых культур. Применяются различные дорогие удобрения, но не все они являются эффективными и повышают урожайность. Известно, что сера является таким же необходимым элементом, как азот, фосфор и калий, активным центром многих ферментов, входит в состав белков и является участником их синтеза. Недостаток серы приводит к накапливанию небелкового азота, в результате снижается реакция на азотные удобрения. В связи с этим, для углубленного изучения влияния серосодержащих продуктов на урожайность пшеницы в 2017 году впервые в Казахстане начались исследования (в условиях теплицы Казахского национального университета имени аль-Фараби) по тестированию новых серосодержащих нанокомпозитов и препаратов. Влияние серы на продуктивность пшеницы изучается зарубежными исследователями, однако целью настоящего исследования является синтез продуктов сельскохозяйственного назначения с использованием ресурсов нефтяной серы Казахстана для эффективного обесечения внутренней потребности в удобрениях. Исследования проводились в 4 вариантах, 1 – контрольный вариант; 2 – раствор препарата наносеры; 3 – настообразный препарат наносеры; 4 – сухой препарат наносеры. В ходе исследования было обнаружено, что при введении серосодержащих препаратов число продуктивных побегов, количество и вес зерен увеличились по сравнению с контролем. Использование новых препаратов в качестве удобрения обеспечило раннее созревание пшеницы (на 3–4 недели). В северных районах страны, где зима наступает рано, пшеница не успевает к созреванию, дополнительное количество серы способствует её быстрому росту, развитию и повышению урожайности. Результаты исследования показывают, что новые серосодержащие препараты эффективны и выгодны для получения раннего и высокого урожая и могут использоваться в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: сера, раствор препарата наносеры, настообразный препарат наносеры, сухой препарат наносеры, пшеница, теплица, урожайность.

¹Burkitbayev M.M., ¹Kurmanbayeva M.S., ¹Bachilova N.V.,
¹Erezhepova N.Sh., ¹Jumakhanova G.B., ¹Khodjabayeva D.A.

¹doctor of chemical sciences, professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: mukhambetkali.burkitbayev@kaznu.kz

¹doctor of biological sciences, professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: menuyert.kurmanbayeva@kaznu.kz

¹candidate of technical sciences, professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: nadezhda.bachilova@kaznu.kz

¹PhD student, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: nkaznu@gmail.com

¹Master, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: gauhar0109@gmail.com

¹Master student, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: dikon_23_9494@mail.ru

Efficiency of Sulfur-Containing Nanocomposites and Drugs on the Productivity of Wheat (*TRITICUM L.*)

The problem of increasing the yield of wheat has always been a priority not only for the country, but for the world's population as a whole, because, bread is an important part of nutrition. All the studies conducted on wheat are aimed at increasing the productivity. Our research also touched this topical issue. To achieve reliable results, wheat must be grown for at least 3 years in the field, but in the greenhouse conditions, this period can be reduced by half. The greenhouse of Al-Farabi Kazakh National University was first launched in 2016. The use of fertilizer by drip irrigation is an effective and convenient method for growing cereal crops. Lately, many different expensive fertilizers, but not all are effective and increase yields. Sulfur is an essential element like nitrogen, phosphorus and potassium. Sulfur is the active center of many enzymes, is part of proteins and is a participant in their synthesis. The lack of sulfur leads to the accumulation of non-protein nitrogen, resulting in a reduced response to nitrogen fertilizers. In connection with the in-depth study of the effect of sulfur-containing products on wheat productivity, research began in 2017 in greenhouse conditions (Greenhouse of al-Farabi KazNU) for testing new sulfur-containing nanocomposites and preparations obtained by synthesizing. Studies of the influence of sulfur on the productivity of wheat grains abroad, the aim of our study is to synthesize products using sulfur resources of Kazakhstan to easily and effectively meet the domestic needs of fertilizers. The studies were conducted in 4 versions, 1-control variant; 2-solution of sulfur nanocomposites; 3-pasty sulfur; 4-dry state of sulfur. Since sulfur is important in seed productivity, it was found in the course of the study that in variants with sulfur-containing preparations, the number of productive shoots, the number and weight of grains increased, compared to the control. The use of a new preparation as a fertilizer showed early maturing of wheat for 3-4 weeks. Because, sulfur contributes to the rapid growth of wheat. In the northern regions of the country, where the winter comes early, the wheat does not have time to ripen. Wheat requires additional sulfur for rapid growth and development. The results of the study show that new sulfur-containing preparations are effective and beneficial for obtaining early and high yield, therefore we recommend using tested sulfur preparations in the field of agriculture.

Key words: sulfur, solution of the nanosulfur drug, paste-like nanosulfur drug, dry nanosulfur drug, wheat, greenhouse, yield.

¹Буркитбаев М.М., ¹Курманбаева М.С., ¹Бачилова Н.В.,
¹Ережепова Н.Ш., ¹Джумаханова Г.Б., ¹Ходжабаева Д.А.

¹Х.Ф.Д., профессор, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: mukhambetkali.burkitbayev@kaznu.kz
¹Б.Г.Д., профессор, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: menuyert.kurmanbayeva@kaznu.kz

¹Т.Г.К., профессор, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: nadezhda.bachilova@kaznu.kz

¹Магистрант, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: gauhar0109@gmail.com

¹Магистрант, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: dikon_23_9494@mail.ru

Құрамында күкірт бар нанокомпозиттердің және препараттардың ғидай (TRITICUM L.) өнімділігіне тиімділігі

Бидай өнімділігін арттыру маселесі еліміз және дүние жүзінің халқы үшін әркашанда приоритетті болын калмак, себебі жер шарының тұрғындарын азық-түлікпен қамтамасыз етуде наанның алатын орны ерекше екендігі түсінікті. Бидайды зерттеу барысында жүргізілген барлық зерттеулер бидай дәнінің өнімділігін арттыруға бағытталған. Біздін зерттеулеріміз де осы маңызды мәселеге арналған. Есітік жағдайында зерттеу жүргізуде настың нәтижеге жету үшін бидай өсімдігін кемінде 3 жыл өсіру қажет, ал жылышқай осы уақытты қысқартуға мүмкіндік беретінін галымдар мойындауда. Жылышқай алғаш 2016 жыны іске қосылды. Тамишилатын сугару арқының тыңайтыштарды беру, дәнді дәкүйдерді өсіруде тиімді және ыңғайы. Соңғы уақытта, әртүрлі күмбаттың тыңайтыштар түрлері көп, бірақ бәрі тиімді емес және өнімділікті арттырмайды. Бұл мәселеңі шешу үшін біз жаңа күкірт қосылған нанокомпозиттер мен препараттарды қолдандық.

Күкірт азот, фосфор және калий сияқты маңызды элемент болын табылады. Күкірт қонтеңен ферменттердің белсенді оргалығы, белоктардың белгі және олардың синтезіне қатысады. Күкі-

¹Burkitbayev M.M., ¹Kurmanbayeva M.S., ¹Bachilova N.V.,
¹Erezhepova N.Sh., ¹Jumakhanova G.B., ¹Khodjabayeva D.A.

¹doctor of chemical sciences, professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: mukhambetkali.burkitbayev@kaznu.kz

¹doctor of biological sciences, professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: menyer.kurmanbayeva@kaznu.kz

¹candidate of technical sciences, professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: nadezhda.bachilova@kaznu.kz

¹PhD student, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: nkaznu@gmail.com

¹Master, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: gauhar0109@gmail.com

¹Master student, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: dikon_23_9494@mail.ru

Efficiency of Sulfur-Containing Nanocomposites and Drugs on the Productivity of Wheat (*TRITICUM L.*)

The problem of increasing the yield of wheat has always been a priority not only for the country, but for the world's population as a whole, because, bread is an important part of nutrition. All the studies conducted on wheat are aimed at increasing the productivity. Our research also touched this topical issue. To achieve reliable results, wheat must be grown for at least 3 years in the field, but in the greenhouse conditions, this period can be reduced by half. The greenhouse of Al-Farabi Kazakh National University was first launched in 2016. The use of fertilizer by drip irrigation is an effective and convenient method for growing cereal crops. Lately, many different expensive fertilizers, but not all are effective and increase yields. Sulfur is an essential element like nitrogen, phosphorus and potassium. Sulfur is the active center of many enzymes, is part of proteins and is a participant in their synthesis. The lack of sulfur leads to the accumulation of non-protein nitrogen, resulting in a reduced response to nitrogen fertilizers. In connection with the in-depth study of the effect of sulfur-containing products on wheat productivity, research began in 2017 in greenhouse conditions (Greenhouse of al-Farabi KazNU) for testing new sulfur-containing nanocomposites and preparations obtained by synthesizing. Studies of the influence of sulfur on the productivity of wheat grains abroad, the aim of our study is to synthesize products using sulfur resources of Kazakhstan to easily and effectively meet the domestic needs of fertilizers. The studies were conducted in 4 versions, 1-control variant; 2-solution of sulfur nanocomposites; 3-paste sulfur; 4-dry state of sulfur. Since sulfur is important in seed productivity, it was found in the course of the study that in variants with sulfur-containing preparations, the number of productive shoots, the number and weight of grains increased, compared to the control. The use of a new preparation as a fertilizer showed early maturing of wheat for 3-4 weeks. Because, sulfur contributes to the rapid growth of wheat. In the northern regions of the country, where the winter comes early, the wheat does not have time to ripen. Wheat requires additional sulfur for rapid growth and development. The results of the study show that new sulfur-containing preparations are effective and beneficial for obtaining early and high yield, therefore we recommend using tested sulfur preparations in the field of agriculture.

Key words: sulfur, solution of the nanosulfur drug, paste-like nanosulfur drug, dry nanosulfur drug, wheat, greenhouse, yield.

¹Буркитбаев М.М., ¹Курманбаева М.С., ¹Бачилова Н.В.,
¹Ережепова Н.Ш., ¹Джумаханова Г.Б., ¹Ходжабаева Д.А.

¹Х.Ф.Д., профессор, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: mukhambetkali.burkitbayev@kaznu.kz

¹б.ғ.д., профессор, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: menyer.kurmanbayeva@kaznu.kz

¹т.ғ.к., профессор, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: nadezhda.bachilova@kaznu.kz

¹докторант, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: nkaznu@gmail.com

¹магистр, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: gauhar0109@gmail.com

¹магистрант, ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., е-mail: dikon_23_9494@mail.ru

Құрамында күкірт бар нанокомпозиттердің және препараттардың бидай (*TRITICUM L.*) енімділігіне тиімділігі

Бидай енімділігін арттыру мәселесі еліміз және дүние жүзінің халқы үшін әрқашанда приоритетті болып қалмак, себебі жер шарының түрліндірін азық-түлікнен камтамасыз етуде наанның алғын орны ерекше екендігі түсінікті. Бидайды зерттеу барысында жүргізілген барлық зерттеулер бидай дәнінің енімділігін арттыруға бағытталған. Біздің зерттеулеріміз де осы маңызды мәселеге арналған. Егістік жаһайында зерттеу жүргізуде нақты нағижеге жету үшін бидай есімділігін кемінде 3 жыл есіру кажет, ал жылыжай осы уақытты қысқартуға мүмкіндік беретінін галымдар мойындауда. Жылыжай алғаш 2016 жылы іске қосылды. Тамшылатын сугару арқылы тыңайтқыштарды беру, дәнді дақылдарды есіруде тиімді және ыңғайлы. Соңғы уақытта, артурулі кымбаттыңайтқыштар түрлері көн, бірақ бәрі тиімді емес және енімділікті арттырмайды. Бұл мәселені шешу үшін біз жаңа күкірт қосылған нанокомпозиттер мен препараттарды колданадык.

Күкірт азот, фосфор және калий сияқты маңызды элемент болын табылады. Күкірт өнімдердің белсенді орталығы, белоктардың белгі және олардың синтезіне қатысады. Күкі-

рттін жетіснеуі белокты емес азоттың жиналуына әкеледі, нәтижесінде азоттық тыңайтыштарға деген реакция азайды. Құқырт курамды өнімнің бидайдың өнімділігіне әсерін терен зерттеуге байланысты, жылыжай жағдайында есірілген бидай өсімдігінің өнімділігіне Жалны және бей-органикалық химия кафедрасының ғалымдарымен синтезделген құқырт қосылған нанокомпозиттер мен пренараттарды сыйнау жұмыстары 2017 жылдың сәуір айында басталды. Эрине, құқырттің дәнді дақылдар өнімділігіне әсерін зерттеген жұмыстар шетелдерде жүргізілгендігі анық, бірақ біздің зерттеудің мақсаты еліміздегі құқырт корының наїдалану арқылы құқырт өнімін оңай және тиімді жолмен Қазақстанда синтезден, отандық тыңайтышты ұсыну.

Зерттеу жүргізу барысында 4-вариант алынды, бакылау варианты құқырт мүлде қосылған жағдайда, 2-вариант құқырт нанокомпозитінің ерітіндісі, 3-наста түріндегі және 4-күргақ, күйінде құқырт қосылған пренарат сыйналды. Бидай тұқымының өнімділігіне құқырттің манызы жоғары болғандыктан, зерттеу барысында, бакылаумен салыстырылғанда құқырт пренараттары қосылған вариантарда өнімді өркендер саны, масактағы дән саны мен салмағы артқандығы айқындалды. Зерттеу нәтижесінде, жана пренарат қосылған жағдайда бакылау вариантымен салыстырылғанда бидай 3-4 амтага ерте нісін жетілдетін нақтыланды. Еліміздің бидай есіретін солтүстік аудандарында қыс өрте түсетіндікten, кей жылдары бидай өнімін жинау мүмкін емес. Бидай жылдам өсіу мен даму үшін қосынша құқыртті талап етеді. Сондықтан, бұл жаңа құқырт қосылған пренараттарды солтүстік аудандарға колдану тиімді, сондай-ақ, осы пренараттардың бидай өнімділігіне он ықнайы зерттелді. Зерттеу жұмысының нәтижелері дәнді дақылдар есіруде ерте және мол өнім алу үшін колайлы және тиімді, сондықтан сыйналған құқырт пренараттарын ауыл шаруашылығы саласында көнінен колдануды ұсынамыз.

Түйін сөздер: құқырт, нанокұқырт пренаратының ерітіндісі, наста тәріздес нанокұқырт пренараты, нанокұқырттің күргақ пренараты, бидай, жылыжай, кірістілік.

Введение

Известно, что сера способствует замедлению окислительных процессов в растениях с усилением восстановительных, при этом у зерновых культур повышается жизнеспособность, улучшается качество зерна. Исследования влияния серы и кальция на зерновую продуктивность и качество сельскохозяйственных культур показывают эффективность использования серы для повышения урожайности [1-10], так как недостаток серы в зерновых культурах значительно влияет и на производство и качество зерен пшеницы [11, 12]. Без серы внесенный азот не может эффективно использоваться и содержание белка не может достигать полного потенциала с точки зрения урожайности [13-17]. Также сера является составляющим нескольких основных соединений в сельскохозяйственных растениях, поэтому недостаток серы является ограничивающим фактором не только для роста посевов и урожайности семян, а также для низкого качества продукции [18, 19]. Ограничение доступности серы способствует синтезу с низким содержанием белков [20], снижает размер и качество зерен пшеницы из-за прекращения образования дисульфидных связей, образованных из сульфидильных групп цистеина [21, 22]. Серосодержащее зерно пшеницы, измеренное как концентрация серы и в дополнение к концентрации азота, является залогом качества зерна пшеницы [23-26], а недостаток серы приводит к снижению

продуктивности зерновых культур. Результаты демонстрируют сходство между CuO или ZnO в растениях пшеницы с большей корневой токсичностью, коррелирующей с меньшим размером наночастиц серы [27-30].

Определено, что на почвах с низким содержанием серы применение серного удобрения повышает коэффициенты использования элементов питания из удобрений, усиливает их отток из вегетативных органов в зерно. Больше всего серное удобрение влияет на метаболизм азота в растениях пшеницы, играет существенную роль в производственном процессе пшеницы с самых ранних фаз развития, ее метаболизм в растительной клетке тесно взаимосвязан с метаболизмом азота, так как оба элемента являются обязательными составляющими белков. При недостатке одного из них синтез протеина задерживается, он может вовсе прекратиться в отсутствие доступных растениям источников, как азота, так и серы [31].

О влиянии серы на усвоение растениями фосфора и калия исследований гораздо меньше, чем по азоту, и полученные выводы зачастую противоречивы [32-33]. Положительное влияние серы на усвоение растениями, наряду с азотом, также фосфора и калия отмечено на известкованной дерново-подзолистой почве [33-35]. Улучшение питания растений фосфором и калием под влиянием серного удобрения в этих случаях исследователи объясняют повышением подвижности почвенных элементов под влиянием

серной кислоты [36, 37]. Таким образом, литературный обзор показывает, что изучение проблемы влияния серосодержащих препаратов актуально и перспективно, но на практике проводилось в недостаточном объеме. Поэтому целью настоящего исследования является изучение сравнительной эффективности серосодержащих препаратов и их сочетаний при выращивании пшеницы в условиях теплицы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2017-2018 гг. в условиях инновационной теплицы при КазНУ имени аль-Фараби. Объектом исследования явилась пшеница (*Triticum L.*), а в качестве удобрений использовали серосодержащие препараты в трех видах: в виде раствора, пасты и в сухом, первая опытная делянка была контрольной.

Для посадки пшеницы были выбраны одинаковые по величине зерна пшеницы для качества и достоверности эксперимента. После посадки зерен пшеницы в различных вариантах проводили ежедневное фенонаблюдение. Эксперимент проводился с 3-кратной повторностью.

В ходе фенонаблюдения учитывались количество всходов и высота растений. С начала формирования фазы роста пшеницы были проведены обследования морфологических структур пшеницы до полной спелости. Для морфологических описаний измеряли длину колеоптиля, первого листа, все междуузлия и длину флагового листа, колоса, сделан тщательный структур-

ный анализ и установлена продуктивность пшеницы. Анатомические исследования проводили по общепринятой методике. Фиксация сделана по методу Страсбургера-Флемминга. Анатомические срезы сделаны с помощью криомикротома ТОС2, измерения анатомических показателей проводили на микроскопе с видеонасадкой Micros, Австрия. Достоверность значений определяли по t-критерию Стьюдента. Материал обрабатывали статистически по методу Лакина.

Результаты

Текущий эксперимент был направлен на изучение влияния различных серосодержащих препаратов на рост и развитие пшеницы.

Работа проведена в трех повторностях для получения достоверных результатов. По результатам фенонаблюдения определяли всхожесть зерен каждые 10 дней в течение месяца, подсчеты были сделаны на 10, 20 и 30 дни месяца. Благоприятное влияния серосодержащего продукта обнаружено на всхожести с начала эксперимента.

В варианте с обработанными препаратом раствора наносеры выявлено существенное различие от контрольного варианта. Для варианта с пастообразным препаратом зафиксирована более низкая всхожесть – 34,37 %. Самая высокая всхожесть наблюдалась в вариантах с раствором – 63,72 % и с сухим препаратом наносеры – 66,85 % по сравнению с контролем – 48,12 % (Рис. 1).



Рисунок 1 – Процентные показатели всхожести пшеницы

Как показывает эксперимент, серосодержащие препараты влияют не только на всхожесть пшеницы, но и на рост и развитие данной культуры. При сравнении измерения каждые 10 дней была отмечена положительная динамика роста проростка, таким образом, в контролльном

варианте рост колеблется от $10\pm0,25$ см до $21\pm0,55$ см, в вариантах с препаратом раствора растения достигли на 30 день до $23,4\pm0,32$ см и наиболее высокий рост показал вариант с препаратом сухой наносеры, растения которые выросли до $27,95\pm0,597$ см (Таб. 1, Рис. 2).

Таблица 1 – Влияние различных препаратов наносеры на рост и развитие пшеницы

Эксперимент	10 дней	20 дней	30 дней
Контроль	$10\pm0,25$	$12,5\pm0,175$	$21\pm0,55$
Раствор препарата наносеры	$12\pm0,1$	$19,5\pm0,075$	$23,4\pm0,32$
Пастообразный препарат наносеры	$5\pm0,225$	$6,5\pm0,275$	$24,4\pm0,02$
Сухой препарат наносеры	$16,5\pm0,325$	$20\pm0,05$	$27,95\pm0,597$

При сравнении показателей роста пшеницы на 10, 20 и 30 дни опыт четко указывает, что препараты раствора наносеры и сухой препарат наносеры наиболее эффективны для увеличения роста пшеницы.

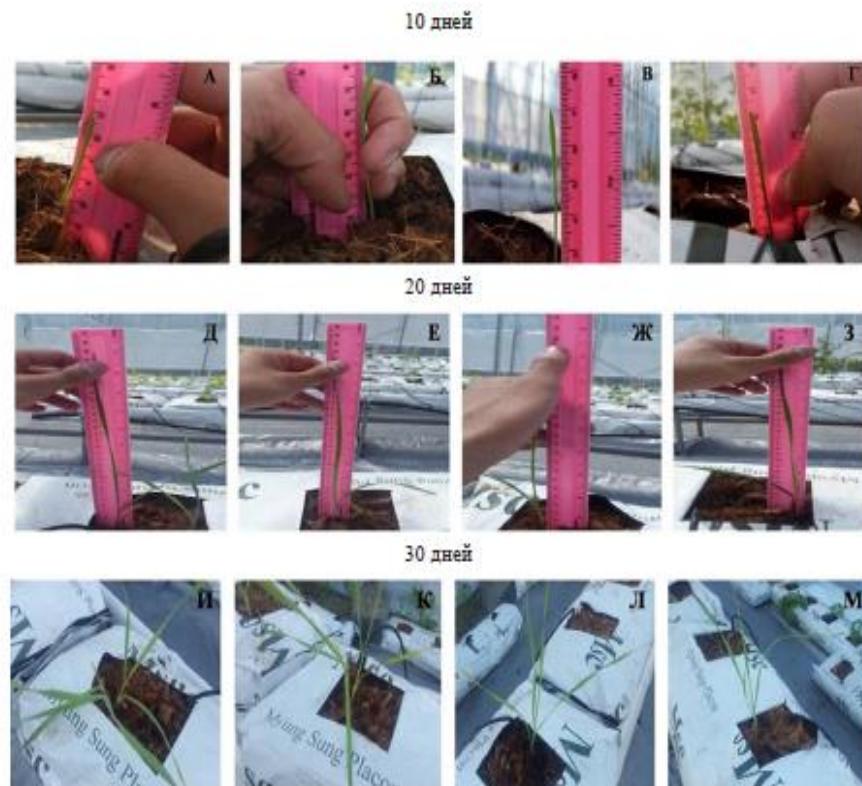


Рисунок 2 – Прорастание пшеницы (*Triticum L.*)

Примечание: контроль (А, Д, И); раствор наносеры (Б, Е, К); пастообразная наносера (В, Ж, Л); сухая наносера (Г, З, М)

Для достоверного анализа полученных данных нами были проведены анатомические исследования влияния наносеры на внутреннюю структуру корня и листа проростков пшеницы. Результаты показывают, что диаметр корня контрольного варианта на 484,74 мкм тоньше, чем с вариантом препарата раствора наносеры, у варианта с препаратом пастообразной наносеры толщина корня меньше на 114,36 мкм по сравнению с контролем. Высокие анатомические показатели корня были отмечены в вариантах препарата раствора 1038,88±10,4 мкм и препарата сухой наносеры 931,22±9,8 мкм. В анатомическом строении корня пшеницы можно отметить то, что наносера в виде препаратов в растворе и в сухом виде положительно влияет на морфометрические показатели корня. В анатомическом строении листовой пластинки, согласно морфометрическим показателям, наблюдается увеличение данных в варианте с раствором наносеры по сравнению с другими вариантами (Таб. 2).

Таблица 2 – Анатомические показатели проростка пшеницы под влиянием препаратов наносеры, мкм

Анатомические показатели	Контроль	Препарат раствора наносеры	Препарат пастообразной наносеры	Препарат сухой наносеры
Корень				
Диаметр корня	554,14±4,3	1038,88±10,4	439,78±3,9	931,22±9,8
Толщина первичной коры	159,84±2,6	248,29±3,7	118,61±1,8	199,56±1,7
Диаметр центрального цилиндра	234,46±3,1	542,30±2,9	202,56±2,5	532,1±3,4
Лист				
Толщина верхнего эпидермиса	32,94±0,02	34,91±0,04	32,70±0,07	32,06±0,06
Толщина нижнего эпидермиса	30,54±0,04	32,25±0,08	30,40±0,03	30,74±0,07
Толщина средней жилки	352,01±4,8	539,62±5,7	327,48±3,9	239,55±2,7
Длина трихом	163,56±1,9	181,7±2,2	177,49±2,1	179,56±1,8

Дальнейшее изучение показало также формирование метамерной структуры пшеницы, при измерении междоузлий полученные данные указывают, что препарат раствора наносеры благоприятно действует на формирование фаз

развития. Из рисунка 3 можно наблюдать, что стебель пшеницы составляет 7 междоузлий. Раствор наносеры повлиял на длину междоузлий, самое длинное шестое междоузлие достигло 28±2,4 см.

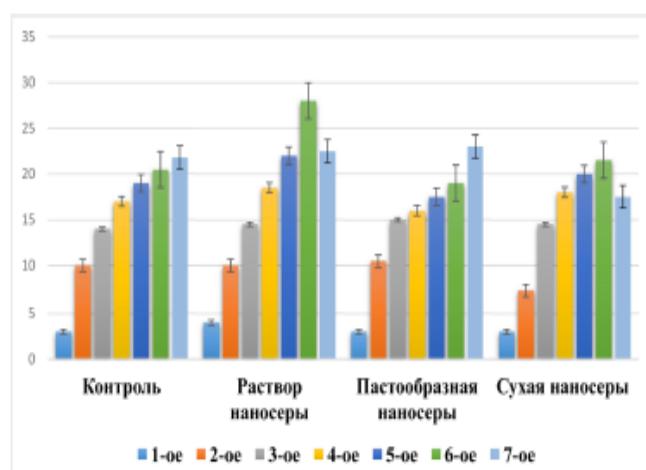


Рисунок 3 – Формирование метамерной структуры побега пшеницы

Исследуемая пшеница в различных вариантах в одно и то же время проходила разные вегетационные фазы формирования. Когда в контрольном варианте пшеница проходила фазу трубкования, в это время в вариантах с серосодержащими препаратами пшеница проходили фазу колошения, тем самым обеспе-

чивая раннюю спелость. Ранняя спелость была наблюдена за 3-4 недели в вариантах с наносерой по сравнению с контролем и это подтверждается данными рисунка 4. Исследования доказывают, что пшеница, выращенная без введения препаратов наносеры, созревает позже (рис. 5).

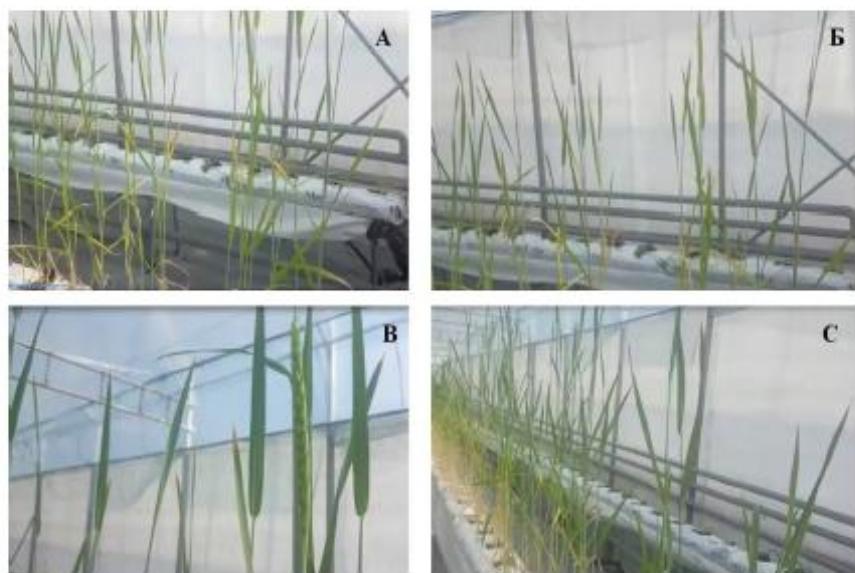


Рисунок 4 – Формирование фазы роста пшеницы:
контроль (А); препарат раствора наносеры (Б); препарат пастообразной наносеры (В); препарат сухой наносеры (Г)

Обеспеченность в фазу выхода в трубку при обработке препаратом раствора наносеры была высокой; в контрольном варианте и при обработке препаратом сухой наносеры – средней и повышенной, а при обработке препаратом

пастообразной серы – низкой. Данные результаты свидетельствуют о том, что при выращивании пшеницы эффективно применение серосодержащих препаратов в виде раствора и сухого порошка.

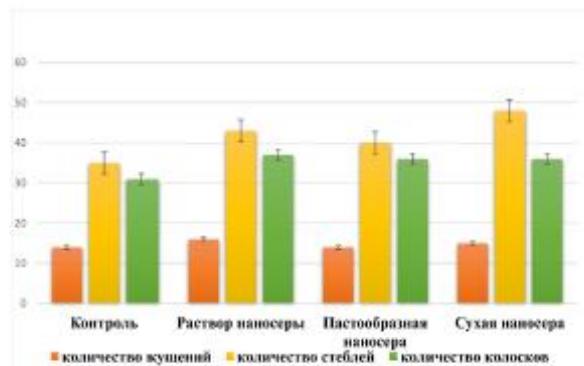


Рисунок 5 – Структурный анализ пшеницы

Анализ результатов показывает, что применение препаратов наносеры создало лучшие условия для роста и развития пшеницы, способствовало повышению густоты стояния культуры, ее кустистости, высоты и массы растений, количества листьев, размера флагового листа, что привело к увеличению урожайности. В варианте с препаратом раствора наносеры длина флагового листа достигла 20 см, а в контрольном варианте длина верхнего листа меньше на 4 см. Было замечено, что наносера

хорошо повлияла на формирование продуктивных стеблей, что является залогом урожайности пшеницы.

При проведении сравнительного структурного анализа было выявлено, что препарат раствора наносеры и препарат сухой наносеры благоприятно влияют на количество зерен, при этом количество колосьев и количество зерен в колосе преобладают по сравнению с контролем, что является основным элементом продуктивности (Рис. 5).

Таблица 3 – Структурный анализ пшеницы

Варианты	Высота растения, см	Длина главного колоса, см	Масса зерна с колоса, г	Число зерна в главном колосе, шт	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Контроль	105,3±2,6	6,7±0,65	10±0,04	15±0,9	26,5	13,9
Препарат раствора наносеры	119,5±2,8	9,1±1,05	10±0,06	20±1,1	38	32,6
Пастообразный препарат наносеры	104,9±1,5	7,3±0,38	7±0,03	17±0,7	29	19,7
Сухой препарат наносеры	102,1±1,9	8,3±0,97	8±0,07	18±0,8	30	25,9

Из таблицы 3 видно, что применение серосодержащего препарата в виде раствора повышает урожайность до 32,6 ц/га, без наносеры урожайность составила 13,9 ц/га.

Таким образом, при внесении препаратов наносеры урожайность пшеницы повышается почти в два раза.

Выводы

В проведенных опытах в трех повторностях на кокосовых стружках в теплице КазНУ имени аль-Фараби выявлена высокая степень влияния серосодержащих препаратов на урожайность пшеницы. Сравнительное влияние разных видов серосодержащих препаратов на пшеницу

показало, что они положительно влияют на всхожесть семян пшеницы, на рост и развитие, также обнаружена ранняя спелость зерна.

Морфометрические показатели увеличились в два раза по сравнению с контролем, структурный анализ показал полную характеристику повышения урожайности. Обнаруженный эффект может быть использован для создания промышленных препаратов стимуляторов роста растений на основе серосодержащего продукта. Полученные результаты указывают на возможность замены в ряде случаев традиционных токсичных препаратов на экологически безопасные отечественные продукты, что способствует предотвращению загрязнения окружающей среды.

Литература

- 1 Алыков Н.М. Влияние серосодержащих удобрений на всхожесть семян и рост корневой системы подсолнечника, пшеницы и сои // Агрохимия. – 2003. – №12. – С.38-41.
- 2 Вольникин В.И. Влияние интенсификации возделывания пшеницы на урожай и качество зерна // Агрохимия. – 2007. – №7. – С. 28-31.
- 3 Голов В.И. Сера и основные микрэлементы в почвах Дальнего Востока при многолетнем применении удобрений / В.И. Голов, С.В. Теплякова // Агрохимия. – 2000. – №10. – С. 20-27.

- 4 Гребенников А.М. Изменение содержания обменных форм кальция и магния в типичном чернозёме ЦЧО под влиянием фактора смешивания посевов // Агрохимия. – 2009. – № 3. – С. 45-53.
- 5 Маслова И.Я. Влияние поздних некорневых подкормок на содержание серы в зерне яровой пшеницы // Агрохимия. – 1998. – №3. – С. 2126.
- 6 Маслова И.Я. Воздействие содержащих серу азотогенетических веществ на некоторые агрохимически значимые процессы и свойства почв // Агрохимия. – 2008. – № 6. – С. 80-94.
- 7 Маслова И.Я. Диагностика и регуляция питания яровой пшеницы серой / И.Я. Маслова. – Новосибирск.: В.О. «Наука». Сибирская издательская фирма, 1993. – 124 с.
- 8 Маслова И.Я. Особенности пополнения фонда доступной растениям серы в посевах с разной консервативностью гумуса // Агрохимия. – 2008. – № 3. – С. 5-14.
- 9 Маслова И.Я. Роль серы в производственном процессе и усвоении азота в период налива зерна яровой пшеницы // Агрохимия. – 2004. – № 7. – С. 22-32.
- 10 Иванецкий Я. В. Влияние серы и кальция на зерновую продуктивность и качество зерна озимой пшеницы // АВТОРЕФЕРАТ. Краснодар. – 2011. – 40 с.
- 11 Adamson, A., Järvan, M. The Effect of Sulphur on Yield Structure Elements and Yield of Winter Wheat // Transactions of ERIA, Saku. – 2006. – Vol. 71. – P. 61-66.
- 12 Zhao F.J., Hawkesford M. J., McGrath S.P. Sulphur Assimilation and Effects on Yield and Quality of Wheat // Journal of Cereal Science. – 1999. – Vol. 30. – Issue 1. – P. 1-17.
- 13 Sahota T.S. Importance of Sulphur in Crop Production // Northwest Link. – 2006. – P.10-12.
- 14 Ruiter J.M. de, Martin R.J. Management of nitrogen and sulphur fertilizer for improvement bread wheat (*Triticum aestivum*) quality // New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. – 2001. – Vol. 29. – P. 287-299.
- 15 Ryant P., Hřívna, L. The effect of sulphur fertilisation on yield and technological parameters of wheat grain // Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sec. E. – 2004. – Vol. 59, 4. – P. 1669–1678.
- 16 Marschner H. Sulfur supply, plant growth, and plant composition // Mineral Nutrition of Higher Plants / Academic Press, Cambridge. – 1997. – P. 261–265.
- 17 Honermeier B., Simioniu F. Qualitätsmanagement von Backweizen // Getreide Magazin. – 2004. – Vol. 4. – P. 212–215.
- 18 Einfluss der Schwefelldüngung auf die quantitative Zusammensetzung der Kleberproteine in Weizenmehl // Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Jahresbericht. – 2001. <http://dfa.leb.chemie.tu-muenchen.de/DJahr2001.html>, 10.01.03.
- 19 Singh B.R. Sulfur and Crop Quality — Agronomical Strategies for Crop Improvement // Abstracts of COST Action 829 Meetings, Braunschweig, Germany (May 15-18, 2003). – P. 35-36.
- 20 Flaete N.E.S., Hollung K., Rund L., Sogn T., Faergestad E.M., Skarpeid H.J., Magnus E.M., Uhlen A.K. Combined nitrogen and sulphur fertilisation and its effect on wheat quality and protein composition measured by SE-FPLC and proteomics // Journal of Cereal Science. – 2005. – Vol. 41, 3. – P. 357-369.
- 21 Györi Z. Sulphur content of winter wheat grain in long term field experiments // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2005. – Vol. 36, 1/3. – P. 373–382.
- 22 McGrath S.P. Sulphur: A secondary nutrient? Not anymore! // New AG International. – March 2003. – P. 70-76.
- 23 Flaten D. Effects of Sulphur Nutrition on Grain Quality of Wheat // ARDI Project Results, University of Manitoba, Winnipeg. – 2004, 7 pp.
- 24 Geiger F.M., Second harmonic generation, sum frequency generation, and (3): dissecting environmental interfaces with a nonlinear optical Swiss Army knife, Ann. Rev. Phys. Chem. – 2009. – Vol. 60. – P. 61-83.
- 25 Karimi J., Mohsenzadeh S. Rapid, green, and eco-friendly biosynthesis of copper nanoparticles using flower extract of Aloe vera, Synth. React. Inorg., Met.Org., Nano-Met. Chem. – 2015. – Vol. 45, № 6. – p 895–898.
- 26 Whitesides G.M. Nanoscience, nanotechnology, and chemistry, Small. – 2005. – Vol. 1. – p. 172–179.
- 27 Kuktaite R. Protein Quality in Wheat. Changes in Protein Polymer Composition during Grain Development and Dough Processing // Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp. – 2004. 39 pp.
- 28 Tea I., Genter T., Naulet N., Lummerzheim M., Kleiber D. Interaction between nitrogen and sulfur by foliar application and its effects on flour bread-making quality // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2007. – Vol. 87. – P. 2853–2859.
- 29 Dimkpa C.O., Latta D.E., McLean J.E., Britt D.W., Boyanov M.I., Anderson A.J. Fate of CuO and ZnO Nano- and Microparticles in the Plant Environment // Environmental science and technology. – 2013. V: 47. I: 9. P: 4734-4742. DOI: 10.1021/es304736y
- 30 Hasan M.K., Liu C.X., Pan Y.T., Ahammed G.J., Qi Z.Y., Zhou J. Melatonin alleviates low-sulfur stress by promoting sulfur homeostasis in tomato plants // Scientific Reports. – 2018. – I: 8. Номер статьи: 10182 DOI: 10.1038/s41598-018-28561-0
- 31 Tisdale S.L. Secondary nutrients in liquid fertilisers: Sulphur: Part 1. An introduction // Fert. Solut. – 1974. – V. 18. – P. 8-18.
- 32 Шкель М.П. Применение серосодержащих удобрений. – Минск: Ураджай, 1979. – 63 с.
- 33 Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. Справочник. – М.: Агропромиздат. – 1990. – 235 с.
- 34 Шевякова Н.И. Метаболизм серы в растениях. – М.: Наука, 1979. – 167 с.
- 35 Archer M.B.I. A sand culture experiment to compare the effects of sulphur on five wheat cultivars (*T. aestivum L.*) // Austral. J. Agric. Res. – 1974. – V. 25 – № 3. – P. 369-380.
- 36 Светлов В.А., Шамсутдинов И.Ш., Вальников И.У. Эффективность серосодержащих удобрений // Химия в с.-х. – 1987. – №9. – С. 38-40.

References

- 1 Alykov N.M. (2003) Vlijanie serosoderzhashhih udobrenij na vshozhest' semjan i rost kornevoj sistemy podsolnechnika, pshenicy i soi [Effect of sulfur-containing fertilizers on the germination of seeds and growth of the root system of sunflower, wheat and soybean]. *Agrohimija* 12, pp. 38-41.
- 2 Adamson, A., Jarvan, M. (2006) The Effect of Sulphur on Yield Structure Elements and Yield of Winter Wheat. *Transactions of ERLA* 71, Saku, pp. 61-66.
- 3 Archer M.B.I. (1974) A sand culture experiment to compare the effects of sulphur on five wheat cultivars (*T. aestivum* L.). *Austral. J. Agric. Res.* V. 25, № 3, pp. 369-380.
- 4 Cerling V.V. (1990) Diagnostika pitanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Spravochnik [Diagnosis of nutrition of crops. Directory]. Moscow, Agropromizdat, pp. 235.
- 5 Dimkpa C.O., Latta D.E., McLean J.E., Britt D.W., Boyanov M.I., Anderson A.J. (2013) Fate of CuO and ZnO Nano- and Microparticles in the Plant Environment. *Environmental science & technology*. V.: 47. I: 9. P: 4734-4742. DOI: 10.1021/es304736y
- 6 Einfluss der Schwefeldüngung auf die quantitative Zusammensetzung der Kleberproteine in Weizenmehl. *Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Jahresbericht* (2001) <http://dfa.leb.chemie.tu-muenchen.de/DJahr2001.html>, 10.01.03.
- 7 Flæte N.E.S., Hollung K., Rund L., Sogn T., Faergestad E.M., Skarpeid H.J., Magnus E.M., Uhlen A.K. (2005) Combined nitrogen and sulphur fertilisation and its effect on wheat quality and protein composition measured by SE-FPLC and proteomics. *Journal of Cereal Science* 41, 3, pp. 357-369.
- 8 Flaten D. (2004) Effects of Sulphur Nutrition on Grain Quality of Wheat. *ARDI Project Results*, University of Manitoba, Winnipeg, 7 pp.
- 9 Geiger F.M. (2009) Second harmonic generation, sum frequency generation, and (3): dissecting environmental interfaces with a nonlinear optical Swiss Army knife. *Ann. Rev. Phys. Chem.*, vol. 60, pp. 61-83.
- 10 Golov V.I. (2000) Sera i osnovnye mikroelementy v pochvah Dal'nego Vostoka pri mnogoletnem primenenii udobrenij [Sulfur and basic microelements in soils of the Far East with long-term application of fertilizers] ed. by V.I. Golov, C.B. Tepljakova. *Agrohimija* 10, pp. 20-27.
- 11 Grebennikov A.M. (2009) Izmenenie soderzhaniya obmennyyh form kal'cija i magnija v tipichnom chernozome CChO pod vlijaniem faktora smeshivaniya posevov [The change in the content of calcium and magnesium exchange forms in typical chernozem of the Central Chernozem region under the influence of the mixing factor of crops]. *Agrohimija* 3, pp. 45-53.
- 12 Györi Z. (2005) Sulphur content of winter wheat grain in long term field experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36, 1/3, pp. 373-382.
- 13 Hasan M.K., Liu C.X., Pan Y.T., Ahammed G.J., Qi Z.Y., Zhou J. (2018) Melatonin alleviates low-sulfur stress by promoting sulfur homeostasis in tomato plants. *Scientific Reports*. I: 8 . Номер статьи: 10182 DOI: 10.1038/s41598-018-28561-0
- 14 Honermeier B., Simioniu F. (2004) Qualitätsmanagement von Backweizen. *Gewerbe Magazin*, 4, 212-215.
- 15 Ivanickij Ja. V. (2011) Vlijanie sery i kal'cija na zernovuju produktivnost' i kachestvo zerna ozimoj pshenicy [Effect of sulfur and calcium on grain productivity and quality of winter wheat grain]. AVTOREFERAT [ABSTRACT]. Krasnodar, 40 pp.
- 16 Karimi J., Mohsenzadeh S. (2015) Rapid, green, and eco-friendly biosynthesis of copper nanoparticles using flower extract of Aloe vera. *Synth. React. Inorg., Met. Org., Nano-Met. Chem.*, vol. 45, no. 6, pp. 895-898.
- 17 Kuktaite R. (2004) Protein Quality in Wheat. Changes in Protein Polymer Composition during Grain Development and Dough Processing. *Doctoral Thesis*, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 39 pp.
- 18 Marschner H. (1997) Sulfur supply, plant growth, and plant composition. In: *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, Cambridge, pp. 261-265.
- 19 Maslova I.Ja. (1993) Diagnostika i regulacija pitanija jarovoj pshenicy seroj [Diagnosis and regulation of spring wheat nutrition]. Novosibirsk: Nauka, 124 pp.
- 20 Maslova I.Ja. (1998) Vlijanie pozdnih nekornevyyh podkormok na soderzhanie sery v zerne jarovoj pshenicy [Effect of late root foliar fertilization on the sulfur content in the grain of spring wheat]. *Agrohimija* 3, pp. 2126.
- 21 Maslova I.Ja. (2004) Rol' sery v produktionnom processe i usvoenii azota v period naliva zerna jarovoj pshenicy [The role of sulfur in the production process and the assimilation of nitrogen during the period of grain spring wheat]. *Agrohimija* 7, pp. 22-32.
- 22 Maslova I.Ja. (2008) Vozdejstvie soderzhashhih seru ajerotekhnogenyyh veshhestv na nekotorye agrohimicheskie znachimye processy i svojstva pochv [The impact of sulfur-containing aerotechnogenic substances on some agrochemical processes and soil properties]. *Agrohimija* 6, pp. 80-94.
- 23 Maslova I.Ja. (2008) Osobennosti popolnenija fonda dostupnoj rastenijam sery v posevah s raznoj konservativnost'ju gu-musa [Features of fund replenishment available to plants of sulfur in crops with different conservativeness of humus]. *Agrohimija* 3, pp. 5-14.
- 24 McGrath S.P. (2003) Sulphur: A secondary nutrient? Not anymore! *New AG International*, March 2003, pp. 70-76.
- 25 Ruiter J.M. de, Martin R.J. (2001) Management of nitrogen and sulphur fertilizer for improvement bread wheat (*Triticum aestivum*) quality. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 29, pp. 287-299.
- 26 Ryant P., Hřivna, L. (2004) The effect of sulphur fertilisation on yield and technological parameters of wheat grain. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska*, Sec. E. 59, 4, 1669-1678.
- 27 Sahota T.S. (2006) Importance of Sulphur in Crop Production. *Northwest Link*, pp. 10-12.
- 28 Shevjakova N.I. (1979) Metabolizm sery v rastenijah [Metabolism of sulfur in plants]. Moscow: Nauka, 167 pp.
- 29 Shkel' M.P. (1979) Primenenie serosoderzhashhih udobrenij [Application of sulfur-containing fertilizers]. Minsk: Uradzhaj, 63 pp.

- 31 Singh B.R. (2003) Sulfur and Crop Quality — Agronomical Strategies for Crop Improvement. *Abstracts of COST Action 829 Meetings*, Braunschweig, Germany (May 15–18, 2003), pp. 35–36.
- 32 Svetlov V.A., Shamsutdinov I.Sh., Val'nikov I.U. (1987) Jeffektivnost' serosoderzhashhih udobrenij [Effectiveness of sulfur-containing fertilizers]. *Himija v s.-h.* 9, pp. 38–40.
- 33 Tea I., Genter T., Naulet N., Lummerzheim M., Kleiber D. (2007) Interaction between nitrogen and sulfur by foliar application and its effects on flour bread-making quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87, pp. 2853–2859.
- 34 Tisdale S.L. (1974) Secondary nutrients in liquid fertilisers: Sulphur. Part 1. An introduction. *Fert. Solut.* 18, pp. 8–18.
- 35 Volynkin V.I. (2007) Vlijanie intensifikacii vozdeleyanija pshenicy na urozhaj i kachestvo zerna [Effect of intensification of wheat cultivation on crop and grain quality]. Agrohimiya 7, pp. 28–31.
- 36 Whitesides G.M. (2005) Nanoscience, nanotechnology, and chemistry, Small., vol. 1, pp. 172–179.
- 37 Zhao F.J., Hawkesford M. J., McGrath, S.P. (1999) Sulphur Assimilation and Effects on Yield and Quality of Wheat. *Journal of Cereal Science* 30, Issue 1, pp. 1–17.