

urozhaynost // Ukrainian Journal of Ecology. – 2018. – No. 8 (1). – S. 873-879.

9. Rozanov A.M. Osnovnye printsipy pochvenno-geograficheskogo rayonirovaniya Altayskogo kraya // Pochvy Altayskogo kraya. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. – S. 212-242.

10. Monitoring plodorodiya pochv zemel selskokhozyaystvennykh ugodiy Altayskogo kraya

(1965-2010 gody). – FGU Tsentr agrokhimicheskoy sluzhby «Altayskiy». – Barnaul, 2012. – 30 s. [Elektronnyy resurs]: <http://agrohimp22.ru/index.php/published/91-----1965-2010-> (data obrashcheniya 26.11.2018).

11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). – M.: Kolos, 1979. – 416 s.



УДК 546.28:633.1:631.55 (571.150)

И.А. Косачев, В.Н. Чернышков
I.A. Kosachev, V.N. Chernyshkov

ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА «НАНОКРЕМНИЙ» НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE INFLUENCE OF SILICON-CONTAINING PRODUCT NANOKREMNIY ON AGRICULTURAL CROP GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY UNDER THE CONDITIONS OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: элементы питания, NanoКремний, яровая пшеница, гречиха, почвенное плодородие, продуктивная кустистость, урожайность.

Применение кремниевых удобрений может стать одним из наиболее актуальных резервов повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Кремний оказывает существенное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных растений, повышает их урожайность, улучшает качество продукции, повышает иммунитет к воздействию факторов внешней среды. Целью исследований – оценить влияние кремнийсодержащего препарата «НаноКремний» на рост, развитие и продуктивность яровой пшеницы и гречихи в условиях Алтайского края. Исследования проводили в ИП КФХ «Иванов А.Н.» в Косихинском районе и в ИП КФХ «Труфанов А.А.» в Усть-Пристанском районе Алтайского края. Закладку опытов, исследования и анализ результатов проводили в соответствии с общепринятыми методиками проведения научных исследований. В результате исследований, проведенных в 2017 г., установлено положительное влияние кремнийсодержащего препарата «НаноКремний» на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур как при однократном, так и при двукратном применении. В результате применения препарата отмечается усиление роста надземной части растений, у зерновых культур повышается биологическая продуктивность (за счет увеличения длины колоса, массы семян). При применении кремнийсодержащих препаратов биологическая урожайность растений увеличивается: по яровой пшенице – от 3,55 до 4,00 ц/га, по гречи-

хе – от 1,05 до 5,59 ц/га, также у зерновых культур повышается содержание сырой клейковины.

Keywords: nutrients, NanoKremniy, spring wheat, buckwheat, soil fertility, productive tilling capacity, crop yielding capacity.

The application of silicious fertilizers may become one of the most important reserves to improve the efficiency of agricultural production. Silicon exerts a significant effect on the growth and development of agricultural crops, increases their yield, improves product quality and increases the immunity to environmental factors. The research goal was to evaluate the effect of the silicon-containing product NanoKremniy on the growth, development and productivity of spring wheat and buckwheat in the Altai Region. The field trials were carried out on the farms of the IP KFKh "Ivanov A.N." (Kosikhinskiy District) and IP "Trufanov A.A." (Ust-Pristanskiy District) of the Altai Region. The experiments and the analysis of the results were carried out in accordance with generally accepted research methodology. The research conducted in 2017 revealed a positive effect of the silicon-containing product NanoKremniy on the growth, development and productivity of crops both at single and double application. The applied product also promoted the growth of the above-ground plant part and the increase of grain crop productivity (due to the increase of ear length and seed weight). The application of silicon-containing products increases the biological yield of plants: that of spring wheat – from 0.355 to 0.40 t ha and buckwheat – from 0.105 to 0.559 t ha; cereal crops also increase crude gluten content in grain.

Косачев Иван Алексеевич, к.с.-х.н., доцент, декан агрономического фак-та, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ivankosachov@mail.ru.

Чернышков Владимир Николаевич, к.с.-х.н., доцент, зам. декана агрономического фак-та, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: chernyshkov.niko@mail.ru.

Kosachev Ivan Alekseyevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Dean, Agronomy Dept., Altai State Agricultural University. E-mail: ivankosachov@mail.ru.

Chernyshkov Vladimir Nikolayevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Vice Dean, Agronomy Dept., Altai State Agricultural University. E-mail: chernyshkov.niko@mail.ru.

Введение

Снижение урожайности многих сельскохозяйственных культур, а также качества продуктов их переработки во многом связано с несбалансированным питанием растений, вследствие деградации почв и снижения почвенного плодородия [1-3].

Наряду с азотом, фосфором и калием важнейшим для почвенного плодородия и наиболее распространенным почвенным элементом является кремний [4].

Однако не все формы кремния растения могут эффективно использовать для своей жизнедеятельности. К наиболее доступным для растений, в том числе и для культурных, относят мономеры кремниевой кислоты и ее анионы [5].

Каждый год культурные растения с урожаем выносят от 20 до 700 кг кремния с 1 га [6].

Еще в 1864 г. автор теории минерального питания растений Юстус фон Либих утверждал о необходимости возврата кремния, вынесенного с урожаем, поскольку данный элемент играет структурообразующую роль при формировании почв и влияет на уровень почвенного плодородия, а значительное и постоянное его отчуждение приводит к ускорению деградации почв [7].

При нехватке кремния у культурных растений снижаются урожайность, устойчивость к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, ухудшаются показатели качества производимой продукции, что приводит к необходимости в больших объемах применять химические мелиоранты и средства защиты растений при их возделывании [8].

Влияние кремния на растения многогранно. Данный элемент способствует увеличению механической прочности стенок эпидермальных клеток, благодаря чему снижается полегание посевов зерновых культур, повышается фотосинтетиче-

ская активность листьев, у растений формируется более мощная корневая система.

По данным российских и зарубежных ученых, кремний способствует усваиванию более 70 элементов питания, необходимых растению.

Кремний в значительной степени повышает засухоустойчивость растений путем изменения углов наклона листьев, обеспечивающих меньший уровень испарения влаги, увеличивает возможности антиоксидантной защиты растения [7, 9]. У культурных растений при достаточном кремниевом питании повышается устойчивость к повреждающему воздействию насекомых-вредителей [7, 10].

Дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства, внедрение экологически чистых, так называемых «зеленых» технологий выращивания растений, а значит, и обеспечение продовольственной безопасности затруднено без широкого применения кремниевых удобрений [11].

Представленные данные свидетельствуют о широком и, в первую очередь, о положительном спектре воздействия кремния на живые организмы, в том числе его участии в защитных механизмах растений, иммуностимулирующем и координирующем действии на рост и развитие растений.

Применение удобрений, содержащих кремний, может стать одним из наиболее актуальных резервов повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

На рынке кремниевые удобрения представлены в основном диатомитами и цеолитами. Однако данные кремнийсодержащие препараты содержат кремний в виде соединений, малодоступных для растений.

Сравнительно недавно фирма ООО «Нано-Кремний» начала производство инновационных кремнийсодержащих препаратов «НаноКремний» (содержит 50% чистого, биологически активного

кремния, а также железо – 6%, медь – 1, цинк – 0,5%) и «НаноКремний» + (содержит 33% чистого, биологически активного кремния, а также гуминовые кислоты – 20%, фульвокислоты – 8, железо – 3, серу – 0,5, медь – 0,1, цинк – 0,1, кальций – 0,02, бор – 0,01%). В этих препаратах кремний представлен в виде наночастиц размером 0,005 мкм, что позволяет растениям усваивать его на 100%.

Целью исследований – оценить влияние кремнийсодержащего препарата «НаноКремний» на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур в условиях Алтайского края.

Условия, объекты

и методика проведения исследований

Опыт 1. Изучение эффективности препарата «НаноКремний» при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях ИП КФХ «Иванов А.Н.».

Место проведения опыта: Алтайский край, Косихинский район, с. Контошино.

Культура: яровая пшеница, сорт Ирень; гречиха, сорт Дизайн.

Дата посева: пшеницы – 2-я декада мая, гречихи – 1-я декада июня. Норма высева: яровая пшеница – 190 кг/га; гречиха – 70 кг/га.

Кратность обработки препаратом «НаноКремний»: однократная обработка вегетирующих растений яровой пшеницы; однократная обработка вегетирующих растений гречихи. Способ применения: опрыскивание растений яровой пшеницы в фазу кущения, гречихи – в фазу 3 настоящих листьев. Контроль без обработки. Опыскивание яровой пшеницы препаратом «НаноКремний» проводилось совместно с инсектицидами Гладитор, к. э. 0,2 л/га. + Гран-при, ВДГ 20-25 г/га.

Используемая аппаратура: обработка вегетирующих растений – опрыскиватель Технома Лазер с шириной захвата 28 м, объём бака 4,2 м³. Расход рабочей жидкости: из расчета 200 л/га для опрыскивания по вегетации.

Способ уборки и учет урожая культуры: уборка осуществлялась ручным способом с 1 м² для каждой повторности каждого варианта. Дата уборки урожая яровой пшеницы и гречихи – 27 августа 2017 г.

В результате проведенных исследований было установлено, что средняя высота надземной части растений яровой пшеницы, обработанных препаратом «НаноКремний», составила 91,7 см, что превышало на 9,2 см высоту растений с контрольных участков (средняя высота – 82,5 см).

Рассматривая действие препарата на показатели структуры урожая яровой пшеницы, следует отметить, что длина колоса увеличилась на 0,25 мм, в результате чего количество зёрен в колосе возросло на 1,6 шт. и составило 20,7 шт/колос (табл. 1).

Положительным образом отразилось действие препарата как на общую, так и на продуктивную кустистость яровой пшеницы. Продуктивная кустистость на контроле составила 1,31 шт/раст., а при обработке препаратом «НаноКремний» увеличилась на 18% и составила 1,54 шт/раст.

Решающим показателем является урожайность культуры. В нашем опыте при использовании препарата «НаноКремний» биологическая урожайность яровой пшеницы увеличилась на 3,55 ц/га (11,6%) по сравнению с контролем и составила 34,06 ц/га.

Качество зерна яровой пшеницы отражено в таблице 2.

Таблица 1

Структура урожая и урожайность яровой пшеницы сорта Ирень, 2017 г.

Вариант	Колос		Кустистость		Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га
	длина, см	кол-во зерен в 1 колосе, шт.	общая	продуктивная		
Контроль	6,45	19,10	1,33	1,31	37,84	30,51
НаноКремний	6,70	20,70	1,63	1,54	41,24	34,06
НСР _{0,5}						3,26

Качество зерна яровой пшеницы сорта Ирень, 2017 г.

Вариант	Клейковина сырая, %	Растяжимость, см	Общая стекловидность, %	Ед. ИДК
Контроль	28,20	9	91	62
НаноКремний	30,08	10	87	68

На контрольном варианте растения по содержанию сырой клейковины уступали растениям, обработанным препаратом «НаноКремний». Процент сырой клейковины на контроле составил 28,20, что соответствует первому сорту, а на варианте с применением препарата «НаноКремний» – 30,08, что соответствует высшему сорту (ГОСТ Р 52189-2003 «Мука пшеничная. Общие технические условия»).

Показатели хлебопекарных качеств муки на всех вариантах опыта относятся к I группе качества.

При изучении влияния препарата «НаноКремний» на растения гречихи установлено, что высота надземной части растений при обработке препаратом увеличилась по сравнению с контролем на 23,1 см и составила 106,9 см (табл. 3).

Показатель количества зерен с 1 растения также выше при обработке растений кремнийсодержащим препаратом на 7,2 г, чем на контроле. По массе 1000 семян отличий не наблюдалось.

Биологическая урожайность оказалась выше по отношению к контролю на 1,05 ц/га при обработке вегетирующих растений гречихи препаратом «НаноКремний». В результате проведенных расчетов биологической урожайности гречихи следует отметить, что разница между вариантами не значительна и находится в пределах ошибки опыта.

Опыт 2. Изучение эффективности препарата «НаноКремний» при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях ИП КФХ «Труфанов А.А.».

Место проведения опыта: Алтайский край, Усть-Пристанский район, с. Усть-Чарышская Пристань.

Культура: яровая пшеница, сорт Грани; гречиха, сорт Дружина.

Дата посева: пшеницы – 21 мая, гречихи – 3 июня. Норма высева: яровая пшеница – 180 кг/га; гречиха – 57 кг/га.

Кратность обработки препаратом «НаноКремний»: двукратная обработка растений яровой пшеницы и растений гречихи. Способ применения: первая обработка проведена при протравливании семян (300 г/т), вторая – опрыскивание растений яровой пшеницы в фазу кущения-выхода в трубку, гречихи – в фазу цветения (75 г/га). Контроль без обработки.

Используемая аппаратура: обработка вегетирующих растений – опрыскиватель Джон Дир 47.10 с шириной захвата 30 м, объём бака 3,0 м³. Расход рабочей жидкости: из расчета 200 л/га для опрыскивания по вегетации.

На яровой пшенице не удалось проанализировать продуктивность растений и определить расчетную урожайность. Имеются данные урожайности только при комбайновой уборке в бункерном весе.

Биометрические показатели и урожайность гречихи, сорт Дизайн, 2017 г.

Вариант	Высота растения, см	Количество зерен с 1-го растения, г	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га
Контроль	83,8	23,3	32,5	18,93
НаноКремний	106,9	30,5	32,7	19,98
НСР _{0,5}				5,30

Показатели продуктивности растений гречихи, сорт Дружина, 2017 г.

Вариант	Высота растения, см	Количество зерен с 1 растения, г (среднее)	Масса		Биологическая урожайность, ц/га
			зерен с 1 растения, г	1000 семян, г	
Контроль	103,19	51,61	1,54	29,8	17,69
НаноКремний	83,82	57,83	2,02	34,9	23,28

В результате двукратной обработки препаратом «НаноКремний» растений яровой пшеницы получена урожайность 60 ц/га. Без применения препарата урожайность составила 56 ц/га. Прибавка от применения кремнийсодержащего препарата составила 4 ц/га (6,7%).

Образцы растений гречихи для анализа были отобраны 26.08.2017 г. В результате исследования получены следующие данные (табл. 4).

Высота растений гречихи в данном хозяйстве оказалась выше на 20% по сравнению с контрольным вариантом.

Все показатели продуктивности растений гречихи при применении препарата «НаноКремний» превышают контрольный вариант.

По количеству зерен с 1 растения на 24%, по массе 1000 семян – на 15%.

Прибавка к контролю по биологической урожайности от применения препарата «НаноКремний» составила 5,59 ц/га.

Заключение

В результате исследований, проведенных в 2017 г. по препарату «НаноКремний», можно сделать предварительные выводы:

1) кремнийсодержащий препарат оказал положительное влияние на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур как при однократном, так и при двукратном применении;

2) в результате применения препарата у растений отмечается усиление роста надземной части, повышается биологическая продуктивность (за счет увеличения длины колоса, массы семян);

3) при применении кремнийсодержащих препаратов биологическая урожайность растений увеличивается: по яровой пшенице – от 3,55 до 4,00 ц/га, по гречихе – от 1,05 до 5,59 ц/га, также в

зерне яровой пшеницы повышается содержание сырой клейковины.

Библиографический список

1. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений и применения удобрений в агроэкосистемах / под ред. В.Г. Минеева. – М.: ЦИНАО, 2000. – 524 с.
2. Безуглов В.Г., Гогмачадзе Г.Д. Применение удобрений в сельском хозяйстве Российской Федерации // АГРОЭКОИНФО. – 2008. – № 2. – С. 4.
3. Курганова Е.В. Динамика плодородия и продуктивности дерново-подзолистых почв в условиях интенсивного земледелия: дис. ... докт. с.-х. наук. – пос. НИИСХ (Моск. обл.): НИИСХ центр. р-нов Нечернозем. зоны РФ, 2004.
4. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
5. Yoshida, S. (1975). The physiology of silicon in rice. Tech. Bull. No. 25, Food Fert. Tech. Center. Taipei, Taiwan.
6. Базилевич Н.И., Родин Л.Е., Розов Н.Н. Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах // Ресурсы биосферы. – 1975. – Вып. 1. – С. 5-33.
7. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Пущино, 2008. – 34 с.
8. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. – Ульяновск: Изд-во Ульяновской ГСХА, 2012. – 167 с.
9. Элинсон Г.В. Миллион вопросов – одно решение // Теплицы России. – 2011. – № 1. – С. 27-28.

10. Wang L., Nie Q., Li M., Zhang F., Zhuang J., Yang W., et al. (2005). Biosilicified structures for cooling plant leaves: a mechanism of highly efficient midinfrared thermal emission. *Applied Physics Letters*. 87:194105.

11. Матыченков И.В. Взаимное влияние кремниевых, фосфорных и азотных удобрений в системе почва-растение: дис. ... канд. биол. наук. – М., 2014. – 136 с.

References

1. Aristarkhov A.N. Optimizatsiya pitaniya rasteniy i primeneniya udobreniy v agroekosistemakh / pod. red. V.G. Mineeva. – М.: TsINAO, 2000. – 524 s.

2. Bezuglov V.G., Gogmachadze G.D. Prime-nenie udobreniy v selskom khozyaystve Rossiyskoy Federatsii // AGROEKOINFO. – 2008. – No. 2. – S. 4.

3. Kurganova Ye.V. Dinamika plodorodiya i produktivnosti dernovo-podzolistykh pochv v usloviyakh intensivnogo zemledeliya: dis. ... dokt. s.-kh. nauk. – pos. NIISKh (Mosk. obl.): NIISKh tsentr. r-nov Nechernozem. zony RF, 2004.

4. Kovda V.A. Biogeokhimiya pochvennogo pokrova. – М.: Nauka, 1985. – 263 s.

5. Yoshida, S. (1975). The physiology of silicon in rice. *Tech. Bull. No. 25, Food Fert. Tech. Center. Taipei, Taiwan.*

6. Bazilevich N.I., Rodin L.Ye., Rozov N.N. Biologicheskaya produktivnost i krugovorot khimicheskikh elementov v rastitelnykh soobshchestvakh // *Resursy biosfery*. – 1975. – Vyp. 1. – S. 5-33.

7. Matychenkov V.V. Rol podvizhnykh soedineniy kremniya v rasteniyakh i sisteme pochva – rastenie: avtoref. diss. ... dokt. biol. nauk. – Pushchino, 2008. – 34 s.

8. Kulikova A.Kh. Kremniy i vysokokremnistye porody v sisteme udobreniya selskokhozyaystvennykh kultur. – Ulyanovsk: Izd-vo Ulyanovskoy GSKhA, 2012. – 167 s.

9. Elinson G.V. Million voprosov – odno reshenie // *Teplitsy Rossii*. – 2011. – No. 1. – S. 27-28.

10. Wang L., Nie Q., Li M., Zhang F., Zhuang J., Yang W., et al. (2005). Biosilicified structures for cooling plant leaves: a mechanism of highly efficient midinfrared thermal emission. *Applied Physics Letters*. 87:194105.

11. Matychenkov I.V. Vzaimnoe vliyanie kremnievykh, fosfornykh i azotnykh udobreniy v sisteme pochva – rastenie: diss. ... kand. biol. nauk. – М., 2014. – 136 s.



УДК 632.9

В.Н. Марущак, Л.М. Дорофеева, С.А. Максимов
V.N. Marushchak, L.M. Dorofeyeva, S.A. Maksimov

ОПЫТ БОРЬБЫ С КАЛИФОРНИЙСКИМ ТРИПСОМ НА ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУРАХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

THE EXPERIENCE OF CONTROLLING FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS ON FLORICULTURAL CROPS IN PROTECTED GROUND

Ключевые слова: декоративные цветочные культуры, защищенный грунт, клематисы, интродукция, оранжерейные вредители, калифорнийский трипс, борьба с калифорнийским трипсом, испытание инсектицидов, препараты «Спинтор» и «Вертимек», комбинация препаратов «Спинтор» и «Вертимек», уничтожение калифорнийского трипса.

Keywords: floricultural crops, protected ground, species of Clematis, introduction, greenhouse pests, western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*), western flower thrips control, insecticide testing, Spintor and Vertimec insecticides, combination of Spintor and Vertimec insecticides, western flower thrips elimination.