

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-16-5-71-79>
УДК 633.15:[631.559:631.811.93]



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ / ORIGINAL ARTICLES

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ И КРАТНОСТИ ВНЕСЕНИЯ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА

Арсен А. Мнатсакянян, Галина В. Чуварлеева

ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»; Центральная Усадьба
КНИИСХ, г. Краснодар, 350012, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены исследования, проведенные в 2017 и 2018 годах в центральной зоне Краснодарского края на базе агротехнологического отдела ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». Целью являлось изучение дозы и кратности внесения минерального удобрения с комплексом микроэлементов НаноКремний, оказывающим стимулирующее влияние на рост, развитие, урожайность кукурузы и в итоге на качество полученной продукции. Проведенные за два года исследования выявили эффективность положительного действия изучаемого препарата на кукурузу, выращиваемую на зерно по всем изучаемым вариантам. Отмечено, что при малых или высоких дозах его внесения увеличивается ряд показателей, определяющих структуру урожая и, в конечном счете, урожайность. Выявлено, что некорневые обработки увеличивают вегетационный период кукурузы на один день. Внесение препарата способствовало формированию более высоких растений, высота которых варьировала от 201,3 до 212,4 см, когда на контроле – 184 см (фаза молочной спелости). В эту же фазу растения имели большую биологическую массу, которая на контроле составила 1010,1 г на растение, а при внесении препарата на 90,2–275,5 г на растение – выше. В конечном итоге, удобрение минеральное с микроэлементом НаноКремний во всех изучаемых дозировках оказало положительный эффект на урожайность кукурузы, а максимальное значение получено при внесении его в дозах 40/75/75 (обработка семян препаратом НаноКремний нормой 40 г/га + внесение по всходам в дозе 75 г/га + в фазу 7–8 листьев 75 г/га) и 40/100/100 (обработка семян – 40 г/га + по всходам – 100 г/га + в фазу 7–8 листьев – 100 г/га), что составило 59,9 и 59,8 ц/га, соответственно.

Ключевые слова: кукуруза на зерно, НаноКремний, микроэлементы, высота, биомасса, урожайность, качество зерна, норма внесения

Для цитирования: Мнатсакянян А.А., Чуварлеева Г.В. Урожайность и качество зерна кукурузы в зависимости от доз и кратности внесения кремнийсодержащего препарата // Новые технологии. 2020. Т. 16, № 5. С. 71–79. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-16-5-71-79>

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF CORN GRAIN DEPENDING ON DOSES AND FREQUENCY OF APPLICATION OF SILICON-CONTAINING PREPARATION

Arsen A. Mnatsakanyan, Galina V. Chuvarleeva

FSBSI «National Center of Grain named after P.P. Lukyanenko»; Central Estate of KSRIA, Krasnodar, 350012, the Russian Federation

Annotation. The article presents the studies carried out in 2017 and 2018 in the central zone of the Krasnodar Territory on the basis of the Agrotechnological Department of the FSBSI «National Center for Grain named after P.P. Lukyanenko». The purpose of the research was to study the dose and frequency of application of mineral fertilizers with a complex of NanoSilicon microelements, stimulating growth and development of corn and, ultimately, its yield and quality of the obtained products. Two year studies revealed the effectiveness of the positive effect of the studied drug on grain corn in all studied options. It was noted that at low or high doses of its application, a number of indicators that determine the structure of the crop and, ultimately, yield, decreased. It was found that foliar treatments increased the growing season of corn for a day. The introduction of the preparation promoted the formation of taller plants, the height of which varied from 201,3 to 212,4 cm, while in the control it was 184 cm (milk ripeness phase). In the same phase the plants had a large biological weight, which in the control was 1010,1 g/plant, and when the preparation was applied, it was 90,2–275,5 g/plant higher. Ultimately, mineral fertilization with the NanoSilicon microelement in all studied dosages had a positive effect on the corn yield, the maximum value, which was obtained when it was applied at doses of 40/75/75 (seed treatment with NanoSilicon with a rate of 40 g/ha + application by seedlings at a dose of 75 g/ha + in the phase of 7–8 leaves 75 g/ha) and 40/100/100 (seed treatment – 40 g/ha + seedlings – 100 g/ha + in the phase of 7–8 leaves – 100 g/ha), which amounted to 59,9 and 59,8 c/ha, respectively.

Keywords: grain corn, NanoSilicon, trace elements, height, biomass, yield, grain quality, application rate

For citation: Mnatsakanyan A.A., Chubarleeva G.V. Productivity and quality of corn grain depending on doses and frequency of application of silicon-containing preparation // *New Technologies*. 2020. Vol. 16, No 5. P. 71–79. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-16-5-71-79>

Введение

С каждым годом увеличивается количество научных работ по изучению влияния кремния на рост и развитие растений, а также на почвенное плодородие [1, 3, 4]. Ведь кремний второй элемент после кислорода по распространению в литосфере, но в свободном виде его встретить практически невозможно, в основном он присутствует в составе таких минералов, как кварц, слюда, асбест, полевые шпаты и т.д.

Растения поглощают кремний в виде иона силиката и монокремниевой кислоты. Поглощение кремния растениями селективно и не зависит от транспирационного тока, но связано с процессами гликолиза в корнях и аэробного дыхания [3, 4]. Поступая в растения, он образует двойной кутикулярный слой и используется для построения клеточных стенок, формирования прочных тканей и скелета растительного организма. Вследствие

этого он влияет на механическую прочность клеток и тканей, что препятствует полеганию растений и выпрямлению его листьев, тем самым увеличивая общую продуктивность фотосинтеза [1]. Оптимизация корневого питания растений кремнием приводит к увеличению массы и объема корневой системы на 20–50%, их адсорбирующей способности и общей поглощающей поверхности [3].

В свою очередь, кремний содержится в почве в виде SiO_2 и составляет 55% её веса, главным образом в виде зерен кварца (песка) и алюмосиликатов, составляет 63–95% неорганической части почвы, тем самым делая его довольно распространенным и доступным элементом.

Ежегодно с урожаем выносятся в мире 210–224 млн т кремния, а ведь его недостаток негативно сказывается не только на растениях, но и на почве. В Краснодарском крае чаще всего баланс кремния отрицателен, так как не все

сельхозтоваропроизводители видят в нем потребность для применения в технологии выращивания культур.

Опытным путем было обнаружено, что в растениях кукурузы больше всего кремния содержится в початке, затем в листьях и в меньшей степени в стеблях [4].

Трудно переоценить роль кукурузы в современной земледелии, в том числе и земледелии Краснодарского края [6, 7]. Для увеличения продовольственных запасов, удовлетворения потребностей в кормопроизводстве и иных целей на территории Краснодарского края ежегодно увеличиваются площади выращивания кукурузы, что на сегодняшний день составляет 700 тыс. га. При возделывании этой культуры важно повысить ее продуктивность, сохранить энергоресурсы, снизить трудовые и денежные затраты, улучшить экологическую обстановку [8]. Всё это повышает спрос на столь ценную культуру, но не всегда она может реализовать свой потенциал без должного питания.

Кремниевые соединения благотворно влияют на рост и развитие многих

сельскохозяйственных культур, исключение не составляет и кукуруза. Применение препаратов на основе кремния является экологичным, так как этот элемент не загрязняет окружающей среды, а его наличие в почве только улучшает ее свойства.

На территории Российской Федерации удобрения на основе кремния мало распространены, а их роль в интенсификации земледелия известна малому кругу специалистов.

НаноКремний – это минеральное удобрение с комплексом микроэлементов, имеющих наночастицы железа, меди, цинка, кремния, которое для сохранности помещают в полиэтиленгликоль. Для общего понимания, наночастицы элементов в 100 раз меньше бактерий, благодаря чему усваиваются растениями на клеточном уровне.

Целью исследований является изучение влияния различных доз и кратности внесения препарата НаноКремний на ростовые процессы, протекающие в кукурузе, выращиваемой на зерно, а также на ее урожайность в условиях центральной зоны южной подзоны Краснодарского края.

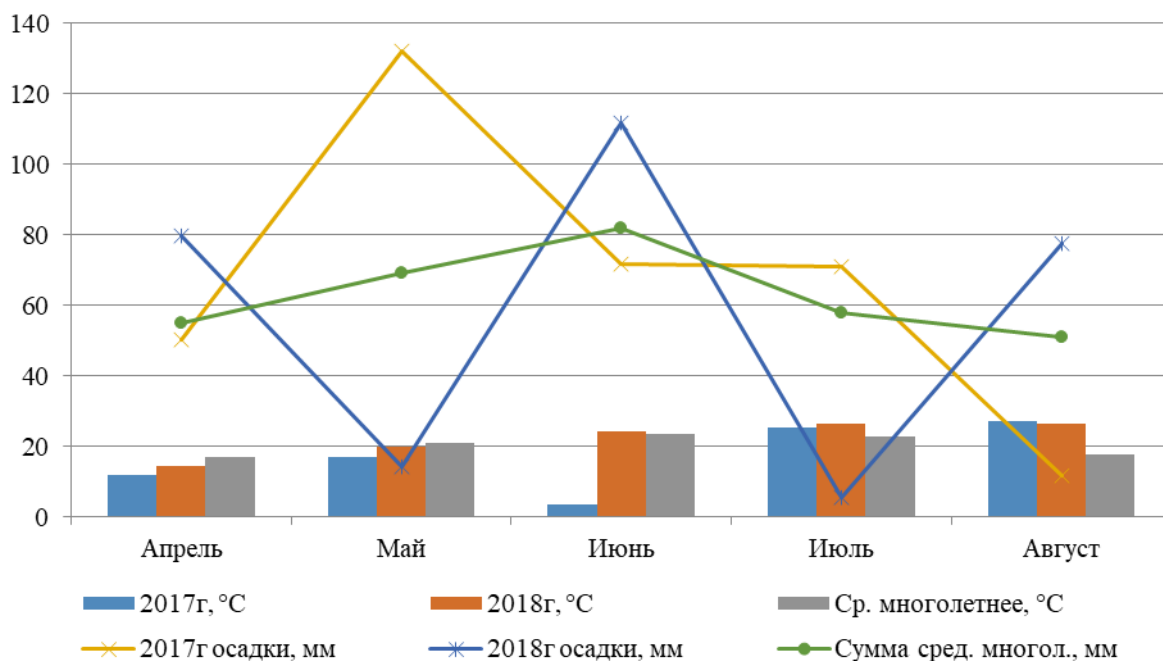


Рис. 1. Температурный режим и сумма осадков в течение вегетации кукурузы за 2017–2018 годы
Fig. 1. Temperature regime and the amount of precipitation during the corn vegetation period for 2017–2018

Материалы и методы

В лаборатории земледелия агротехнологического отдела ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», расположенного в центральной зоне Краснодарского края заложены и проведены данные исследования.

Почвы опытного участка представлены черноземом выщелоченным малогумусным сверхмощным, отличающимся большой мощностью гумусового горизонта и малым содержанием гумуса в верхних слоях почвы.

Климат центральной зоны Краснодарского края умеренно-континентальный, умеренно-засушливый, с коэффициентом увлажнения 0,30–0,40.

Погодные условия в годы исследований представлены на рисунке 1.

Апрель был теплым и сухим, отмечен недобор осадков от 5,0 до 22,6 мм в сравнении со среднемноголетней нормой. Погода в мае характеризовалась равномерным нарастанием температуры воздуха, близкой к среднемноголетним данным с выпадением осадков выше нормы.

Июнь жаркий и сухой, недобор осадков составил 10,4 и 67,7 мм, при температуре воздуха 24,2°C, что превышало среднемноголетнюю норму на 3,2°C. Июль был жарким и влажным: температура воздуха на 1,8–2,9°C выше нормы в зависимости от года исследований, осадков выпало в 2017 году на 22,6% и в 2018 году на 92,4% выше нормы.

В исследуемые годы, в августе отмечена высокая температура воздуха – выше 25°C. Недобор осадков отмечен в 2017 году на 39,3 мм, а в 2018 году осадков выпало больше на 22,6 мм, при среднемноголетней норме 51 мм. В целом исследуемые годы были благоприятными для получения хороших урожаев зерна кукурузы.

Для изучения влияния удобрения минерального с микроэлементами НаноКремний на урожайность и качество зерна кукурузы в центральной зоне Краснодарского края был заложен опыт, схема которого включала следующие варианты:

Вариант исследований	Обработка		
	семян	по всходам	в фазу 7–8 листьев
Контроль (обработка водой)	–	–	–
НаноКремний 40/0/0	40 г/т	–	–
НаноКремний 40/50/50	40 г/т	50 г/га	50 г/га
НаноКремний 40/75/75	40 г/т	75 г/га	75 г/га
НаноКремний 40/100/100	40 г/т	100 г/га	100 г/га
НаноКремний 40/125/125	40 г/т	125 г/га	125 г/га

При предпосевной обработке семян кукурузы применяли 2 кг/т препарата НаноКремний, что соответствует 40 г/га, норма рабочей жидкости составила 10 л/т. Обработку растений изучаемым минеральным удобрением с микроэлементами НаноКремний проводили ранцевым опрыскивателем «Ogion» – в фазы всходы и 7–8 листьев. Расход рабочей жидкости – 250 л/га.

Были использованы все агротехнические приемы, общепринятые для выращивания кукурузы на зерно в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Под предпосевную культивацию внесли аммиачную селитру в дозе N₃₅. Посев провели в III декаде апреля, всходы получены во II декаде мая. Почва опытного участка содержала: подвижный фосфор – 59,0 мг/кг почвы, обменный калий – 373 мг/кг почвы.

Опыт заложен в четырехкратной повторности, площадь делянки 48 м², учетная 30 м². Расположение делянок систематическое. Высевался гибрид Краснодарский 291 (оригинатор ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко») по предшественнику – озимая пшеница. В статье

приводятся средние данные, полученные за два года исследований в 2017 и 2018 гг.

Объект исследований – гибрид Краснодарский 291 АМВ. Гибрид среднеранний, среднеспелый (ФАО 290), вегетационный период 106–110 дней. Отличается хорошей засухоустойчивостью.

Характеристика изучаемого препарата. Удобрение минеральное с микроэлементами НаноКремний – это минеральное удобрение с комплексом микроэлементов, изготовленное на основе биологически активного кремния, имеющего размер 0,005 мкм (наноразмер). Препаративная форма – жидкая, в

состав входит кремний – 50%, железо – 6%, медь – 1%, цинк – 0,5%, рН 7,8.

Учеты и наблюдения в опытах

Все учеты и наблюдения, проводимые в опыте, выполнялись согласно методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой. Статистическую обработку полученных данных проводили согласно методике, предложенной Б.А. Доспеховым [2, 3].

Результаты и обсуждение

В проведенных исследованиях было выявлено, что исследуемые дозировки влияли на дату наступления фаз вегетации (таблица 1).

Таблица 1

Даты наступления фаз вегетации кукурузы (среднее за 2017–2018 гг.) в зависимости от доз внесения препарата НаноКремний, дд. мм

Table 1

Dates of the onset of the corn vegetation phases (average for 2017–2018), depending on the doses of NanoSilicon application, dd. mm

Вариант	Фаза вегетации				
	всходы	7–8 листьев	выметывание метелки	молочно-восковая спелость	восковая спелость
Контроль (обработка водой)	10.05.	05.06.	29.06.	15.07.	26.08.
НаноКремний 40/0/0	10.05.	05.06.	29.06.	15.07.	26.08.
НаноКремний 40/50/50	10.05.	05.06.	30.06.	16.07.	27.08.
НаноКремний 40/75/75	10.05.	05.06.	30.06.	16.07.	27.08.
НаноКремний 40/100/100	10.05.	05.06.	30.06.	16.07.	27.08.
НаноКремний 40/125/125	10.05.	05.06.	30.06.	16.07.	27.08.

В период от всходов до образования 7–8 листьев изменений не выявлено. Дальнейшие наблюдения показали, что в фазы выметывания метелки молочно-восковая и восковая спелость на вариантах с применением препарата НаноКремний в качестве некорневой обработки наступили на один день позднее.

Условия внешней среды и условия питания непосредственно влияют на высоту растений кукурузы. Проведенные исследования выявили, что удобрение минеральное с микроэлементами НаноКремний способствовало формированию более высоких растений кукурузы по сравнению с контролем (таблица 2).

Наблюдения, проведенные в течение вегетации кукурузы, выявили, что какой-либо закономерности в зависимости от кратности или доз внесения препарата НаноКремний не наблюдалось. За вегетационный период кукурузы на зерно стабильной и неизменной остается высота растений на контроле, которая уступала растениям, в технологии которой применялся препарат НаноКремний. Измерения, проведенные в фазу 7–8 листьев, показали, что растения в контрольном варианте отставали в росте на 0,7–1,5 см от вариантов с внесением НаноКремния. В варианте с обработкой посевного материала, а также в вариантах

**Высота растений кукурузы в зависимости от доз внесения препарата НаноКремний, см
(среднее за 2017–2018 гг.)**

Table 2

**The height of corn plants depending on the doses of NanoSilicon application, cm
(average for 2017–2018)**

Вариант	Фазы вегетации		
	7–8 листьев	выметывание метелки	молочная спелость
Контроль (обработка водой)	52,0	176,3	184,0
НаноКремний 40/0/0	52,7	203,5	201,3
НаноКремний 40/50/50	53,3	207,7	212,4
НаноКремний 40/75/75	53,0	205,2	206,7
НаноКремний 40/100/100	53,5	203,5	208,9
НаноКремний 40/125/125	52,9	199,8	201,5
НСП ₀₅	0,6	4,2	6,3

с последующими некорневыми обработками в дозах 40/50/50, 40/75/75 и 40/125/125 высота растений доминировала над контролем. А при внесении в дозе 40/100/100 превышала не только контроль (+1,5 см), но и вариант с обработкой только посевного материала (+ 0,8 см).

К фазе молочная спелость в среднем по опыту высота растений составила 202,5 см. К этой фазе в вариантах с внесением препарата НаноКремний в дозах 40/75/75; 40/125/125 и только с обработкой семян данные по высоте не имели существенных отличий и превосходили контроль на 17–23 см. Следует отметить, что перечисленные дозы внесения удобрения минерального НаноКремний уступали вариантам с дозой внесения 40/50/50, где получена максимальная высота растений 212,4 см.

Одним из обобщающих биометрических показателей, характеризующих действие изучаемого фактора, является накопление сырой биомассы растениями кукурузы (таблица 3).

В ранние фазы развития (7–8 листьев) сырая масса растений кукурузы существенно изменялась по вариантам опыта и варьировала от 57,1 до 69,6 г/раст. В фазу выметывания метелки масса растений увеличилась и наибольшей была в вариантах с обработками

препаратом НаноКремний в дозах 40/100/100; 40/125/125 – 768,1 г и 750,3 г/растение, что в среднем на 10,3% выше, чем в других вариантах опыта. Интенсивное нарастание массы продолжается до фазы молочно-восковой спелости. К этой фазе растения кукурузы сформировали максимальную сырую массу за весь вегетационный период. Следует отметить, что применение препарата НаноКремний позволило сформировать более мощные растения, сырая масса одного растения на 90,2–257,5 г/раст. выше, чем на контроле.

В дальнейшем идет снижение сырой массы одного растения, в среднем по опыту она составила 648 г/раст., однако изменения по вариантам опыта сохранились.

Как уже отмечалось, погодные условия прошедшего года сложились неблагоприятно для получения высоких урожаев зерна кукурузы. Снижение урожайности ее при засухе связано с подавлением ростовых процессов, протекающих в растениях, из-за образования дефицита между потребностью во влаге надземной части и подачей ее корнями. Растения попадают в стресс, это нарушает обмен веществ и ряд других процессов, что в конечном итоге сказывается на урожайности. В таблице 4 представлены данные по урожайности и качеству полученной продукции.

Таблица 3

Динамика накопления сырой биомассы растениями кукурузы в зависимости от доз внесения препарата НаноКремний, г/растение (среднее за 2017–2018 гг.)

Table 3

Dynamics of the accumulation of raw biomass by corn plants depending on the doses of NanoSilicon preparation, g/plant (average for 2017–2018)

Вариант	Фазы вегетации			
	7–8 листьев	выметывание метелки	молочно-восковая спелость	восковая спелость
Контроль (обработка водой)	57,1	620,9	1010,1	566,8
НаноКремний 40/0/0	62,0	680,2	1100,3	620,2
НаноКремний 40/50/50	65,8	706,2	1144,7	641,5
НаноКремний 40/75/75	67,9	744,6	1210,0	670,0
НаноКремний 40/100/100	68,3	768,1	1267,6	699,1
НаноКремний 40/125/125	69,6	750,3	1256,4	690,4
НСР ₀₅	2,0	21,8	35,3	19,8

Таблица 4

Урожайность и качество зерна кукурузы в зависимости от доз внесения препарата НаноКремний (среднее за 2017–2018 гг.)

Table 4

Yield and quality of corn grain depending on the doses of NanoSilicon preparation, (average for 2017–2018)

Вариант	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка, %	Крахмал, %
Контроль (обработка водой)	50,0	262,5	9,7	74,9
НаноКремний 40/0/0	54,6	256,1	9,5	75,3
НаноКремний 40/50/50	56,7	264,8	9,6	75,3
НаноКремний 40/75/75	59,9	280,0	9,7	75,2
НаноКремний 40/100/100	59,8	279,7	9,7	75,3
НаноКремний 40/125/125	57,4	267,5	9,9	75,2
НСР ₀₅	1,7	8,3	0,3	0,4

В зависимости от факторов, изучаемых в опыте, и сложившихся погодных условий за годы исследований в среднем урожайность по опыту составила 56,4 ц/га. На контроле она составила 50,0 ц/га, что существенно уступает другим исследуемым вариантам. Так, при обработке семян кукурузы перед посевом в дозе 40 г/га отмечено увеличение урожайности на 4,6 ц/га по отношению к контролю, а некорневая обработка по вегетирующим растениям с нормой 40/50/50 увеличила

урожайность на 2,1 ц/га, в сравнении с вариантом, где обрабатывались только семена. Необходимо отметить, что при максимальной дозе препарата НаноКремний (40/125/125) получена аналогичная урожайность – 57,4 ц/га.

Применяемое в технологии выращивания кукурузы на зерно удобрение минеральное с микроэлементами НаноКремний в дозах 40/75/75 и 40/100/100 способствовало формированию урожайности 59,9 и 59,8 ц/га, что существенно

– на 9 ц/га превышает контроль и от 2 до 5 ц/га другие варианты в опыте.

Анализ данных по массе 1000 зерен кукурузы показал, что в прошедшие годы сформировалось типичное по крупности для гибрида Краснодарский 291 АМВ зерно. В среднем по опыту масса 1000 семян составила 268,4 г, минимальное значение по данному показателю получено при обработке препаратом НаноКремний только семян – 256,1 грамм. Высокая масса 1000 зерен, превышающая контроль на 6,7%, получена в вариантах с применением препарата в дозах 40/75/75 и 40/100/100 – 280,0 и 279,7 г, соответственно. Содержание белка и крахмала в зерне кукурузы – генетически обусловленные признаки, которые изменяются в зависимости от условий произрастания незначительно. В проведенных исследованиях содержание белка в зерне кукурузы варьировало от 9,5 до 9,9%, а содержание крахмала от 74,9 до 75,3%, исследуемый препарат на данные показатели существенно не влиял.

Выводы

Удобрение минеральное с микроэлементами НаноКремний при включении в технологию возделывания кукурузы в условиях Краснодарского края увеличивает

ее вегетационный период на 1–2 дня. Отмечено повышение высоты растений по отношению к контролю, так к фазе молочная спелость наибольшая высота получена при обработке семян препаратом НаноКремний нормой 40 г/га + растений по всходам нормой 50 г/га + растений в фазу 7–8 листьев нормой 50 г/га, где высота составила 212,4 см. НаноКремний в технологии выращивания кукурузы также увеличивает и сырую массу, что прослеживается в течение ее вегетации. Уже к фазе восковая спелость разница с контролем варьировала от 53,2 (обработка семян в дозе 40 г/га) до 132,3 г (обработка семян и растений в дозе 40/100/100 г/га).

Изменение качественных показателей зерна кукурузы в зависимости от применения препарата НаноКремний не выявлено. Но отмечено существенное увеличение урожайности, которая изменялась от 54,6 до 59,9 ц/га, максимальное значение которой получено при обработке в дозе 40/75/75, то есть достоверная прибавка в сравнении с контролем составила 9,9 ц/га. Нами также выявлено, что с повышением дозы вносимого препарата до 40/125/125 уменьшается урожайность на 2,5 ц/га в сравнении с обработкой в дозе 40/75/75.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Варламова Л.Д. Оценка эффективности кремнийсодержащих минералов при внесении под полевые культуры / Л.Д. Варламова, А.В. Бахарев // *Агротехнический вестник*. 2017. № 2. С. 21–24.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований): учебник. 6-е изд. М.: Альянс, 2011. 352 с.
3. Немцова Е.В. Влияние аморфного диоксида кремния и его золя на параметры роста некоторых зерновых культур / Е.В. Немцова, А.В. Харин // *Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований Брянского государственного университета*. 2018. С. 41–44.
4. Самсонова Н.Е. Роль кремния в формировании фосфатного режима дерново-подзолистых почв // *Агротехника*. 2005. № 8. С. 11–18.
5. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск, 1980. 56 с.
6. Матыченков В.В. Урожайность кукурузы и содержание хлорофилла в растениях при внесении в почву кремниевых удобрений / В.В. Матыченков // *Агротехника*. 2013. № 5. С. 25–30.
7. Неверов А.А., Воскобулова Н.И., Верещагина А.С. Влияние обработки семян регулятором роста растений Мивал-Агро на формирование урожая зерна кукурузы в различных погодных условиях // *Животноводство и кормопроизводство*. 2018. № 2. С. 209–217.

8. Таразанова Т.В. Влияние стимулятора роста Симбионт-3.1. на начальный рост растений кукурузы сахарной (*Zea Mays* l) // Известия ТСХА. 2019. № 2. С. 49–59.

REFERENCES:

1. Varlamova L.D. Evaluation of the effectiveness of silicon-containing minerals when applied under field crops / L.D. Varlamova, A.V. Bakharev // *Agrochemical Bulletin*. 2017. No 2. P. 21–24.
2. Dospekhov B.A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research): a textbook. 6th ed. Moscow: Alliance, 2011. 352 p.
3. Nemtsova E.V. The influence of amorphous silicon dioxide and its sol on the growth parameters of some grain crops / E.V. Nemtsova, A.V. Kharin // *Yearbook of the Research Institute of Fundamental and Applied Research of Bryansk State University*. 2018. P. 41–44.
4. Samsonova N.E. The role of silicon in the formation of the phosphate regime of sod-podzolic soils // *Agrochemistry*. 2005. No 8. P. 11–18.
5. Methodical recommendations for conducting field experiments with corn. Dnepropetrovsk, 1980. 56 p.
6. Matychenkov V.V. Productivity of corn and chlorophyll content in plants when applying silicon fertilizers to the soil / V.V. Matychenkov // *Agrochemistry*. 2013. No 5. P. 25–30.
7. Neverov A.A., Voskobulova N.I., Vereshchagina A.S. Influence of seed treatment with plant growth regulator Mival-Agro on the formation of corn grain yield in different weather conditions // *Animal husbandry and forage production*. 2018. No 2. P. 209–217.
8. Tarazanova T.V. The influence of Symbiont-3.1. growth stimulator on the initial growth of sugar corn plants (*Zea Mays* l) // *Izvestiya TAA*. 2019. No 2. P. 49–59.

Информация об авторах / Information about the authors:

Арсен Аркадьевич Мнатсаканян,
заведующий лабораторией земледелия,
старший научный сотрудник ФГБНУ
«Национальный центр зерна имени
П.П. Лукьяненко», кандидат сельскохо-
зяйственных наук

newagrotech2015@mail.ru

Галина Владимировна Чуварлеева,
ведущий научный сотрудник ФГБНУ
«Национальный центр зерна имени П.П.
Лукьяненко», кандидат сельскохозяй-
ственных наук

newagrotech2015@mail.ru

Arsen Arkadievich Mnatsakanyan,
head of the Agriculture Laboratory, a senior
researcher of the FSBSI «National Grain
Center named after P.P. Lukyanenko», Can-
didate of Agricultural sciences.

newagrotech2015@mail.ru

Galina Vladimirovna Chubarleeva, a
leading researcher of the FSBSI «National
Grain Center named after P.P. Lukyanen-
ko», Candidate of Agricultural sciences.

newagrotech2015@mail.ru