

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «КРАСНОДАРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ П.П. ЛУКЬЯНЕНКО»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ООО «НаноКремний»

_____ М.Ю. Зотов

_____ 2016 г.

МП

УТВЕРЖДАЮ:

Директор КНИИСХ
им. П.П.Лукьяненко, д. с.-х. н.,
Академик РАН

_____ А.А. Романенко

_____ 2016 г.

МП

НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

ТЕМА:

**ИЗУЧИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ
СМЕСИ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛЬНЫХ
КОМПОНЕНТОВ (ТУ-2189-002-90478277-2015) НА
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И
КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ**

Руководитель технологического центра,
руководитель агротехнологического
отдела, доктор с.-х. наук, профессор

П.П. Васюков

Ответственный исполнитель:
ведущий н.с., кандидат с.-х. наук

Г.В. Чуварлеева

Краснодар, 2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Чуварлеева Галина Владимировна	кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник	
Лесовая Галина Михайловна	кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник	
Хлевный Дмитрий Евгеньевич	кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник	
Мнатсаканян Арсен Аркадьевич	младший научный сотрудник	

ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза – одна из основных культур современного мирового земледелия. Её продукция используется для кормовых, продовольственных и технических целей. Для удовлетворения потребностей Краснодарского края в семенном, фуражном и продовольственном зерне, силосе и зелёной массе кукурузу ежегодно высевают на площади более 700 тыс. га. При возделывании этой культуры важное значение придается повышению продуктивности, сбережению энергоресурсов, снижению трудовых и денежных затрат, улучшению экологической обстановки.

Ведущая роль кукурузы в земледелии Краснодарского края определяется высокой урожайностью зерна, зелёной массы и многогранностью её использования в пищевой промышленности, животноводстве, медицине, как источник пополнения биоэнергетики и в других отраслях экономики.

Кукуруза обладает мочковатой корневой системой, которая проникает в почву на глубину до 2 м., основная масса её размещается на глубине до 60 см., что способствует хорошему обеспечению растений питательными веществами.

В современных условиях земледелия увеличение производства зерна кукурузы в основном планируется за счёт наиболее полного использования биоклиматического потенциала зоны возделывания этой культуры с одной стороны и возможностей технологий её выращивания с другой. Одним из элементов таких технологий является оптимальная система удобрения.

Кремний относится к биоэлементам, играющим существенную роль в растительном и животном мире. Он необходим всем растениям, особенно зерновым культурам. Кремний способствует освобождению почвенного фосфора в доступную для растений форму (Самсонова Н.Е., 2005). В некоторых исследованиях была отмечена взаимозаменяемость кремния и фосфора в питании растений, способность кремния выполнять функции фосфора (Гладков К.Ф. 1982). Кремний повышает устойчивость растений к

засухе, ослабляет токсическое действие железа, ингибирует неблагоприятное влияние низких и высоких температур, воздействует на азотный, фосфорный и калийный обмен (Айлер Р. 1982).

В почве среднее содержание кремния составляет 330 м²/кг (Воронков М.Г. 1984) Основная часть его находится в виде нерастворимых веществ и является недоступной для растения.

Инновационным фактором интенсификации современного земледелия, без которого невозможно ведение высокопродуктивного и экологически чистого производства сельскохозяйственной продукции, являются кремневые удобрения. Особенно это важно для развития сельского хозяйства в современном мире: при повышении цен на минеральные удобрения, необходимости сохранения и восстановления, а также повышения почвенного плодородия, поиска альтернативы ядохимикатам.

В России кремневые удобрения остаются малоизвестными и их роль в интенсификации земледелия известна узкому кругу специалистов.

Препарат на основе смеси кремнесодержащих минеральных компонентов, в дальнейшем называемым «НаноКремний» представляет собой смесь нано частичек железа, меди, цинка и кремния помещённых для сохранности в полиэтиленгликоль. Частички компонентов имеют нано размер (тысячные доли микрон). Они меньше бактерий в 100 раз и именно это даёт возможность растению усваивать их непосредственно на клеточном уровне. Этот препарат с высоким содержанием кремния и микроэлементов в доступной форме, предназначен для предпосевной обработке семян и посадочного материала, подкормок растений в течение вегетации в целях ускорения прорастания семян и роста растений, увеличения урожайности культур, качества продукции и устойчивости к неблагоприятным условиям окружающей среды.

Цель наших исследований - изучить влияние разработанного российскими специалистами, на основе нанотехнологий, препарата «Нано

Кремний» на продуктивность кукурузы на зерно в центральной зоне Краснодарского края.

1. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА.

Исследования проводили в стационарном опыте агротехнологического отдела Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко, который находится в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края. Основным подтипом почвы является чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный.

Эти черноземы отличаются большой мощностью гумусового горизонта и сравнительно малым содержанием гумуса в верхних горизонтах почвы. Содержание общего азота в слое 0-30 см составляет 0,22-0,30%, валового фосфора в пределах 0,17-0,22%, валового калия – 1,7-2,1%.

Верхние слои почвы имеют нейтральную или слабокислую реакцию почвенного раствора.

Структура чернозема выщелоченного в пахотном слое комковато-порошистая, в подпахотном – комковато-зернистая. Механический состав почвы тяжёлый, содержание физической глины колеблется от 61 до 64%, а илистой фракции от 37 до 44%. Большое содержание ила и пыли ухудшает физические свойства черноземов выщелоченных, придает им высокую связность и способность к заплыванию, уплотнению после выпадения осадков. Объёмная масса слоя почвы 0-30 см составляет 1,0-1,3 г/см³.

Чернозём выщелоченный обладает высокой ёмкостью поглощения.

В целом эти почвы пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Климат центральной зоны умеренно-континентальный, умеренно-засушливый, с коэффициентом увлажнения 0,30-0,40. По многолетним данным среднегодовое количество осадков составляет 600-700 мм со значительными колебаниями от 351 до 882 мм. Распределение их по месяцам неравномерное.

Осень (переход среднесуточной температуры ниже 15°C) наступает в конце сентября. Начало осени характеризуется теплой, сухой погодой. Во второй половине октября преобладают обильные осадки. В середине ноября

обычно происходит устойчивый переход температуры воздуха через 5°C, прекращается вегетация сельскохозяйственных культур.

Зима (переход среднесуточной температуры через 0°C) умеренно мягкая, начинается она в центральной зоне края во второй половине декабря. Среднемесячная температура января находится в пределах – 1,5-2°C, но нередки морозы до - -20-25°C, минимальная температура в зимний период опускается до - -34°C. Снежный покров неустойчив. Зимой часто наблюдаются оттепели, которые сменяются холодными периодами, т.е. характерной особенностью зимы является неустойчивость температурного режима.

Таблица 1 – Метеорологические условия во время вегетации кукурузы, 2016 г.

Показатель	Месяц				
	апрель	май	июнь	июль	август
Среднемесячная температура воздуха, °С	14,3	17,1	22,9	25,4	26,8
	12,2*	17,0*	21,0*	23,5*	22,8*
Количество осадков, мм	36,0	83,1	117,1	13,5	39,9
	55,0*	69,0*	82,0*	58,0*	51,0*
Максимальная температура воздуха, средняя, °С	20,9	22,9	28,6	31,9	33,2
Минимальная температура воздуха, средняя, °С	8,2	12,3	17,5	19,3	20,6

Весна начинается в конце февраля – начале марта. К этому времени еще наблюдаются колебания температур от минусовых к плюсовым, что отрицательно влияет на состояние озимых. Безморозный период начинается со второй декады апреля.

Лето (переход температуры воздуха через 15°C) наступает в середине мая, обычно оно жаркое и сухое. Летние осадки носят преимущественно ливневый характер. Особенностью лета является преобладание сухих восточных

ветров, с высокими температурами воздуха (до +40°C) при очень низкой относительной влажности воздуха. Безморозный период этой зоны составляет в среднем 187 дней, среднегодовая суточная температура воздуха - +10,7°C.

Апрель был тёплым и сухим. Температура воздуха выше среднемноголетней на 2,1 °С, количество осадков на 19,0 мм. ниже нормы. Погода в мае характеризовалась равномерным нарастанием температуры воздуха, близкой к среднемноголетней с выпадением осадков на 14,1 мм. выше нормы.

В июне при высокой температуре воздуха количество осадков превышало среднемноголетнюю норму на 35, 1 мм. Июль был жарким и сухим: температура воздуха на 1,9 °С выше нормы, недобор осадков – 44,5 мм. Август характеризовался высокими температурами воздуха, особенно первая и третья декады. Следует отметить, что в первой декаде выпало 20,5 мм осадков, при норме 16 мм., в то время как в третьей только 8,5 мм., при норме 18 мм. В целом 2016 год неблагоприятен для получения высокого урожая кукурузы на зерно.

2. СХЕМА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЁННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Для изучения влияния разработанного российскими специалистами препарата «НаноКремний» на продуктивность кукурузы на зерно в центральной зоне Краснодарского края был заложен опыт по схеме включающей следующие варианты:

1. Контроль (без удобрений)
2. Обработка препаратом «НаноКремний» семян нормой 100 г/га
3. Обработка препаратом «НаноКремний» семян нормой 100 г/га + растений по всходам с нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев с нормой 50 г/га.
4. Обработка препаратом «НаноКремний» семян нормой 75 г/га
5. Обработка препаратом «НаноКремний» семян нормой 75 г/га + растений по всходам с нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев с нормой 50 г/га.

Опыт заложен в четырёхкратной повторности, площадь делянки 31,5 м², учётной 20 м². Высевался гибрид Краснодарский 291 по предшественнику озимая пшеница.

Агротехника в опыте общепринятая для центральной зоны Краснодарского края. Посев провели 21 апреля, всходы получены 13 мая. Почва опытного участка содержала подвижного фосфора 61,0 мг/кг почвы, обменного калия 376 мг/кг почвы.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

3.1. Показатели фенологии и биометрии растений кукурузы в зависимости от применения препарата «НаноКремний».

Кукуруза относится к группе теплолюбивых культур. Погодные условия прошедшего сельскохозяйственного года сложились не благоприятно для развития кукурузы.

При достаточном увлажнении почвы продолжительность периода посев всходы зависит от суммы среднесуточных температур в послепосевной период. В наших условиях года третья декада апреля была тёплой, но сухой. В первой декаде мая выпало осадков несколько выше нормы на (7,5 %) и это позволило получить всходы 11 мая (таблица 2). Различий по вариантам опыта не наблюдалось. Через четыре дня провели обработку препаратом «НаноКремний». Фаза 7-8 листьев наступила 6 июня, в это время провели вторую обработку растений кукурузы препаратом «НаноКремний» согласно схемы.

Таблица 2 – Даты наступления фаз вегетации кукурузы, в зависимости от варианта, 2016 г.

Вариант	Фаза вегетации				
	всходы	7-8 листьев	вымётывание метёлки	молочно-восковая спелость	восковая спелость
Контроль (без удобрений)	11.05	06.06	30.06	16.07	27.08
Обработка препаратом семян нормой 100 г/га	11.05	06.06	30.06	16.07	27.08
Обработка препаратом семян с нормой 100 г/га + растений по всходам нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 50 г/га	11.05	06.06	31.06	17.07	28.08
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га	11.05	06.06	30.06	16.07	27.08
Обработка препаратом семян с нормой 75 г/га + растений по всходам нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 50 г/га.	11.05	06.06	31.06	17.07	28.08

Критическим периодом в росте и развитии кукурузы является период вымётывание – цветение, который длится около 10 дней. Высокие температуры воздуха и низкая относительная влажность губительно сказываются на жизнеспособности пыльцы. В прошедшем году именно такие условия сложились в этот период, что отрицательно сказалось на урожайности.

Следует отметить, что с этого периода наступление фаз развития на вариантах с применением препарата «НаноКремний» запаздывает на 1 день.

Высота растений важный показатель для кукурузы на который оказывают влияние условия внешней среды и условия питания. Наши исследования показали, что изучаемый препарат способствует формированию более высокорослых растений кукурузы (таблица 3).

Таблица 3 – Высота растений кукурузы в зависимости от применения препарата «НаноКремний», см.

Вариант	Фазы вегетации		
	7-8 листьев	вымётывание метёлки	молочная спелость
Контроль (без удобрений)	62,3	186,0	199,0
Обработка препаратом семян нормой 100 г/га	63,0	213,0	219,0
Обработка препаратом семян нормой 100 г/га + растений по всходам нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев с нормой 50 г/га	63,6	217,0	226,0
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га	63,3	209,0	217,0
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га + растений по всходам нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев с нормой 50 г/га.	63,8	214,0	224,0

В фазу 7-8 листьев действие препарата на этот показатель не просматривается: высота растений составляет 62,3 – 63,8 см. В фазу вымётывания метёлки на контроле сформировались растения, высота

которых составляет 186 см, что на 23,0-31,0 см. ниже, чем у растений на вариантах с применением препарата «НаноКремний». В фазу молочно-восковой спелости растения кукурузы достигают максимальной высоты. Так как в период от вымётывания до молочно-восковой спелости стояла жаркая и сухая погода, высота растений изменилась незначительно, при этом на контроле она также была ниже, чем на обработанных вариантах. Наглядно это видно на рисунке (приложение 1)

Одним из обобщающих биометрических показателей, характеризующих действие изучаемого показателя является накопление сырой биомассы (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика накопления сырой биомассы растениями кукурузы в зависимости от применения препарата «НаноКремний», г/растение.

Вариант	Фазы вегетации			
	7-8 листьев	вымётывание метёлки	молочно-восковая спелость	восковая спелость
Контроль (без удобрений)	65,0	620,0	1011,3	568,1
Обработка препаратом семян нормой 100 г/га	66,7	700,0	1203,5	673,6
Обработка препаратом семян нормой 100 г/га + растений по всходам с нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 50 г/га	65,9	770,0	1216,2	682,8
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га	67,0	740,0	1200,7	669,6
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га + растений по всходам с нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 50 г/га.	66,8	780,0	1220,1	686,3

Как видно из таблицы, в ранние фазы развития (7-8 листьев) сырая масса растений кукурузы существенно не изменялась по вариантам опыта и составила 65,0-67,0 г одно растение. В фазу вымётывания метёлки масса растений увеличилась и наибольшей была на вариантах с двумя обработками вегетирующих растений кукурузы препаратом «НаноКремний» - 770 г и 780 г растение, что на 150-160 г выше чем на контроле. Интенсивное нарастание

массы продолжается до фазы молочно-восковой спелости. К этой фазе растения кукурузы сформировали максимальную сырую массу за весь период вегетации. Следует отметить, что применение препарата «НаноКремний» способствовало формированию более мощных растений сырая масса одного растения на 192,2 – 208,8 г. выше чем на контроле.

В дальнейшем идёт снижение сырой массы одного растения, однако изменения по вариантам опыта сохранились.

3.2. Урожайность кукурузы в зависимости от применения препарата «НаноКремний».

Как уже отмечалось, погодные условия прошедшего года сложились не благоприятно для получения высокого урожая зерна кукурузы. Снижение урожайности кукурузы при засухе обуславливается, прежде всего, подавлением ростовых процессов из-за образования дефицита между потребностью во влаге надземной части растений и подачей её корнями. Растение попадает в стресс, что нарушает обмен веществ, подавляет ростовые процессы, замедляет отток из листьев продуктов фотосинтеза, снижает интенсивность фотосинтеза, уменьшает накопление сухого вещества при формировании зерна и в конечном итоге снижает урожайность. Полученная в опыте урожайность представлена в таблице 5.

Исследования, показали, что обработка семян препаратом «НаноКремний» нормой 100 г/га позволила увеличить урожайность на 6,6 ц/га, снижение этой нормы до 75 г/га не привело к существенному изменению урожайности.

Дополнительное внесение препарата «НаноКремний» по всходам и в фазу 7-8 листьев не привело к дальнейшему росту урожайности. Выявлена лишь тенденция к увеличению урожайности на этих вариантах. Возможно это объясняется анамально высокой температурой воздуха во второй декаде июля (на 3,6 °С выше нормы) и низкой относительной влажностью воздуха (48 %). Это замедлило отток из листьев продуктов фотосинтеза для

построения зерновки, растение пережило стресс, что и сказалось в дальнейшем на урожайности.

Следует отметить, что применение препарата «НаноКремний» на кукурузе на зерно в среднем увеличило урожайность на 12,9 % по сравнению с контролем

Таблица 5 – Урожайность и качество зерна кукурузы в зависимости от применения препарата «НаноКремний»

Вариант	Урожайность		Масса 1000 зёрен, г.	Содержание белка, %	Крахмал, %
	ц/га	+/- прибавка к контролю			
Контроль (без удобрений)	52,7	-	281,4	9,8	75,0
Обработка препаратом семян нормой 100 г/га	59,3	+ 6,6	279,2	9,6	75,9
Обработка препаратом семян с нормой 100 г/га + растений по всходам нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 50 г/га	59,9	+ 7,2	276,4	9,7	75,0
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га	58,6	+ 5,9	278,8	9,8	75,1
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га + растений по всходам нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев нормой 50 г/га.	60,2	+ 7,5	285,3	9,9	75,9

Анализ данных по массе 1000 зёрен кукурузы показал, что в прошедшем году сформировалось типичное по крупности для гибрида Краснодарский 291 зерно. Однако различия между вариантами по этому показателю были не существенны. Содержание белка и крахмала в зерне кукурузы генетически обусловленные признаки, которые изменяются от условий произрастания незначительно. В нашем опыте содержания белка в зерне составило 8,6-9,0 %, крахмала 75,0-75,9%.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ.

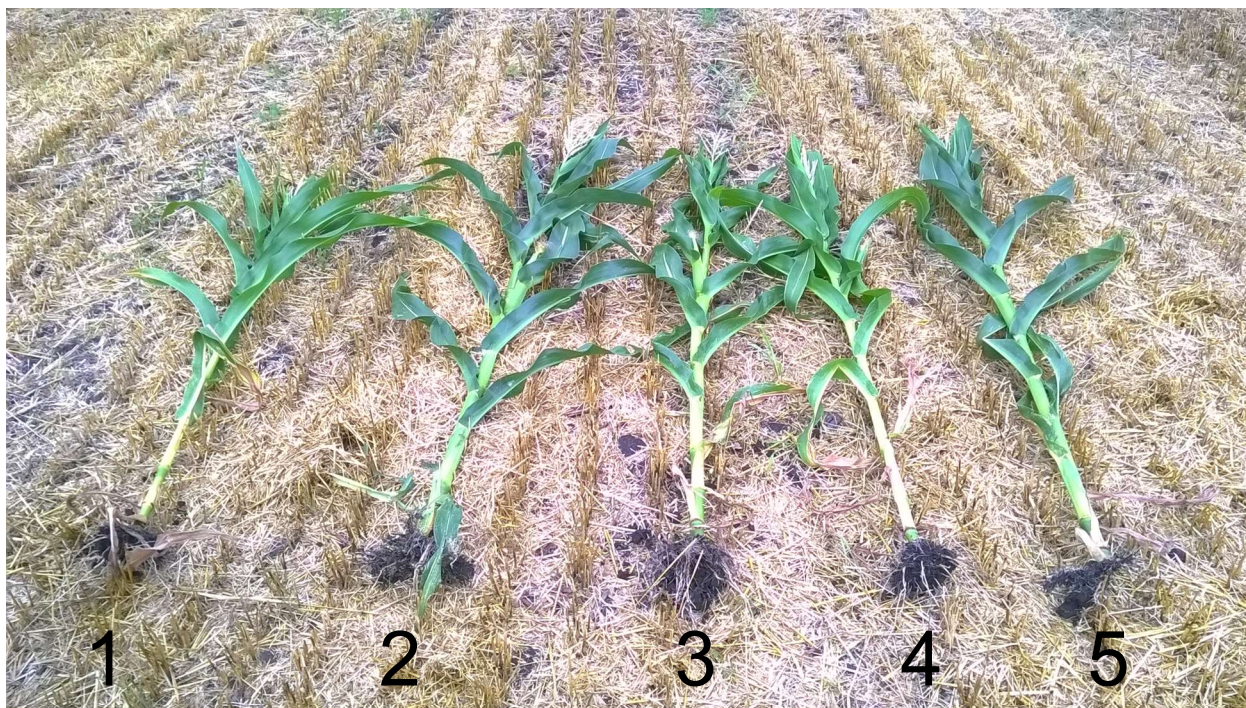
Исследования, проведённые в 2016 сельскохозяйственном году по изучению влияния препарата «НаноКремний» на урожайность и качество зерна кукурузы показали, что использование его для обработки семян нормой 100 г/га позволило получить 6,6 ц/га прибавки по отношению к контролю. Снижение нормы препарата до 75 г/га не привело к существенному снижению урожайности. Дополнительное внесение «НаноКремния» по вегетирующим растениям не оказало существенного влияния на урожайность кукурузы на зерно, прослеживается лишь тенденция к её увеличению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айлер Р. Химия кремнезёма / Р.Айлер // «Мир» - М.: 2 Т., 1982.-1127 с.
2. Самсонова Н.Е. Роль кремния в формировании фосфатного режима дерново-подзолистых почв / Н.Е.Самсонова// Агрохимия, 2005.,№8., С. 11-18.
3. Гладков К.Ф. Роль кремния в фосфорном питании растений / К.Ф.Гладков// Агрохимия, 1982, №3., с 133-140.
4. Воронков М.Г. Кремний в живой природе / М.Г.Воронков, И.Г. Кузнецов// Новосибирск.: Наука (Сиб. отд.-ние). 1984, 154 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 - Влияние препарата «НаноКремний» на высоту растений кукурузы



1. Контроль (без удобрений)
2. Обработка препаратом «НаноКремний» семян нормой 100 г/га
3. Обработка препаратом «НаноКремний» семян нормой 100 г/га + растений по всходам с нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев с нормой 50 г/га.
4. Обработка препаратом «НаноКремний» семян нормой 75 г/га
5. Обработка препаратом «НаноКремний» семян нормой 75 г/га + растений по всходам с нормой 50 г/га + растений в фазу 7-8 листьев с нормой 50 г/га.