

**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 СОИ**

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**

Соя – уникальная сельскохозяйственная культура многогранного использования. По богатству и разнообразию содержания в зерне полезных компонентов ей нет равных среди других культур, возделываемых человеком

Соевые зёрна используются в хлебопекарной, мясной, консервной и других видах пищевой промышленности. Их перерабатывают на крупу, муку, макаронные изделия, какао, конфеты, медицинские препараты. Белок сои добавляют в колбасные изделия, что повышает их питательные свойства и снижает себестоимость производства. Соевая мука добавляется при выпечке ржаного и пшеничного хлеба, что предохраняет его от быстрого очерствения и крошения. По количеству жира в семенах (18-20 %) соя наряду с подсолнечником, рапсом и льном считается одним из ведущих масличных растений мира. Около 30 % производимого в мире растительного масла приходится на соевое, а из применяемых в кулинарии оно составляет около 80 %. Его содержат многие виды жиров и маргаринов, добавляемых в тесто. Из всех растительных масел соевое обладает самой высокой биологической активностью и усваивается организмом на 98 %.

В нашей стране, несмотря на наличие реальных условий для развития возделывания сои, эта культура ещё не нашла должного распространения. Но в последние годы лидером по производству сои становится Краснодарский край. Однако урожайность соевого зерна в крае не высокая. Причиной низких урожаев её в последние годы является не только засушливые погодные условия, но и нарушение агротехнических требований при её возделывании (Баранов В.Ф., Кочегура А.В. 2009).

Соя как бобовая азотфиксирующая, улучшающая плодородие почвы культура играет большую роль в севообороте, способствуя формированию экологически устойчивых агроландшафтов. Соя характеризуется специфичностью питания как в количественном, так и в качественном отношении. Благодаря её способности ассимилировать азот из воздуха посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями и использованию из

почвы фосфора и калия из труднорастворимых соединений и реутилизировать их запасы из стеблей в семена, соя, как правило, не нуждается в минеральных удобрениях. Тем не менее, выявлено положительное действие удобрений на культуры семейства бобовых.

Основной функцией кремния в растении является увеличение устойчивости организма к неблагоприятным условиям, выражающееся в утолщении эпидермальных тканей (механическая защита), ускорении роста и развития корневой системы (физиологическая защита), связывании токсичных соединений (химическая защита) и увеличении биохимической устойчивости к стрессам (биохимическая защита), снижении действия высоких температур (тепловая защита).

Кремний способствует устойчивости растений к физиологическим болезням, возникающим при комплексном воздействии пестицидов, сероводорода, анаэробноза и возбудителей грибковых и бактериальных болезней.

По выносу кремния все растения делятся на 2 группы: растения с невысоким выносом (как правило двудольные – картофель, гречиха, клевер и т.д.) и растения с повышенным выносом (в основном однодольные семейства – злаковые и др.) Все растения выносят кремния несколько больше, чем других макроэлементов.

Из сельскохозяйственных культур типичными кремнефилами являются подсолнечник, сахарный тростник, сахарная свёкла, зерновые колосовые, особенно рис, пшеница и ячмень, а так же некоторые ягодные культуры (Самсонова Н.Е. 2005).

Мировой опыт показывает, что кремниевые удобрения являются инновационным фактором интенсификации современного земледелия, без которого невозможно ведение высокопродуктивного, стрессоустойчивого и экологически чистого производства растениеводческой продукции.

В России роль кремниевых удобрений в интенсификации земледелия известна малому кругу специалистов. Кремниевые удобрения используются в Японии, Южной Корее, Колумбии, Мексике, США, Австралии, Бразилии.

Отечественный препарат «НаноКремний» на основе биологически активного кремния предназначен для предпосевной обработки семян и растений в вегетационный период в целях ускорения прорастания семян и роста растений, повышения устойчивости их к неблагоприятным условиям выращивания.

Цель наших исследований – изучить влияние нового, созданного на основе нанотехнологий препарата «НаноКремний» на урожайность и качество зерна сои 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.

Настоящий подтип почвы отличается большой мощностью гумусового горизонта и сравнительно малым содержанием гумуса в верхних горизонтах. 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/см<sup>3</sup>. Чернозём выщелоченный обладает высокой ёмкостью поглощения. В целом эти почвы пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Климат центральной зоны Краснодарского края 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 сои, 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 высокой температурой воздуха, особенно в первой и третьей декадах. Следует отметить, что в первой декаде выпало 20,5 мм осадков, при норме 16 мм., а в третьей только 8,5 мм., при норме 18 мм. В целом 2016 год был неблагоприятным для получения высокого урожая сои.



## 2. СХЕМА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЁННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Для изучения влияния нового препарата «НаноКремний» на урожайность и качество зерна сои в центральной зоне Краснодарского края был заложен опыт по схеме включающей следующие варианты:

1. Контроль
2. Обработка семян препаратом «НаноКремний» нормой 100 г/га
3. Обработка семян препаратом «НаноКремний» нормой 100 г/га + всходы 50 г/га + фаза бутонизации 50 г/га
4. Обработка семян препаратом «НаноКремний» нормой 75 г/га
5. Обработка семян препаратом «НаноКремний» нормой 75 г/га + всходы 50 г/га + фаза бутонизации 50 г/га

Высевался сорт сои Селекта 101, предшественник озимая пшеница. Общая площадь делянки 31,5 м<sup>2</sup>, учётная 20 м<sup>2</sup>. Опыт заложен в четырёхкратной повторности. Агротехника в опыте общепринятая для сои в центральной зоне Краснодарского края. Почва опытного участка содержала 60,3 мг/кг почвы P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 385 мг/кг почвы K<sub>2</sub>O.

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Соя – культура высокотехнологичная, адаптированная к различным условиям возделывания.

В опыте посев сои провели 28 апреля. Всходы получили 8 мая. Обработку по всходам провели через 7 дней, когда растения сои перешли на автотрофное питание, т.е. 15 мая. Фаза бутонизации наступила 6 июня, обработку провели 8 июня. До фазы ветвления надземная масса растёт медленно, активный рост стебля происходит в фазу бутонизации и цветения. Вегетативный рост растений прекращается в фазе налива семян.

Наблюдения в течение вегетации по вариантам опыта за ростом и развитием растений сои показали, что до начала бутонизации различий не наблюдалось. Анализ растений сои в начале цветения показал, что растения на контроле ниже чем на вариантах с обработкой семян на 3 см., при дополнительной обработке вегетирующих растений высота их увеличилась по сравнению с контролем на 8 см. (приложение 1). Сырая масса одного растения сои в этот период колебалась от 80 г до 140 г и наибольшей была на варианте с обработкой семян и вегетирующих растений.

В наших условиях урожайность в значительной степени зависит от количества осадков в период цветения – бобообразование и налив семян, протекающих обычно в июле-августе. В прошедшем году в этот период стояла жаркая и сухая погода, что негативно сказалось на урожайности, которая составила 19,0-21,2 ц/га, в зависимости от варианта опыта (таблица 2). На всех изучаемых вариантах получена достоверная прибавка урожайности. При обработке семян сои препаратом «НаноКремний» нормой 100 г/га получена прибавка 1 ц/га. Проведение дополнительного внесения его по вегетирующим растениям позволило получить дополнительно 0,8 ц/га зерна сои. Следует отметить, что снижение нормы препарата при обработке семян до 75 г/га существенно не влияло на урожайность сои, более того прослеживается тенденция к росту урожайности на этих вариантах опыта. Наибольшая урожайность получена при обработке семян препаратом

«НаноКремний» нормой 75 г/га и дополнительном внесении его по всходам в фазу бутонизации – 21,2 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность и качество зерна сои в зависимости от применения препарата «НаноКремний».

Вариант	Урожайность	
	ц/га	± к контролю
Контроль (без удобрений)	19,0	-
Обработка препаратом семян нормой 100 г/га	20,0	+ 1
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	20,8	+ 1,8
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га	20,5	+ 1,5
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.	21,2	+ 2,2

Элементы структуры урожая сои закладываются в течение вегетации (таблица 3).

Анализ полученных данных показал, что повышение урожайности сои под влиянием применения препарата «НаноКремний» связано с увеличением количества бобов на растение: на контроле 24,8 шт. При обработке семян нормой 100 г/га количество бобов увеличилось на 0,8 шт., а при норме 75 г/га на 1,6 шт. При проведении дополнительных обработок по вегетации сои количество бобов увеличилось на 1,2 и 2,3 шт. по сравнению с контролем.

Масса зерна с 1-го растения варьировала от 6,9 до 8,8 г. Следует отметить что, наиболее продуктивными были растения на вариантах с обработками не только семян, но и растений.

По величине семена сои делятся на крупные, с массой 1000 зёрен более 200 г, средние 100-200 г и мелкие менее 100 г. Семена сои сорта

Селекта 101 относятся к средним по крупности. Масса 1000 зёрен в наших исследованиях составила 139,6-141,7 г и не различалась существенно по вариантам опыта.

Таблица 3 – Влияние препарата «НаноКремний» на формирование элементов структуры урожая.

Вариант	Количество бобов на растении, шт.	Количество семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса зерна с 1-го растения, г
Контроль (без удобрений)	24,8	2,0	139,6	6,9
Обработка препаратом семян нормой 100 г/га	25,6	2,1	141,6	7,6
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	26,0	2,2	141,0	8,0
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га	26,4	2,1	141,1	7,2
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.	27,1	2,3	141,7	8,8

Основной компонент соевого зерна – белок, который характеризуется более благоприятным по сравнению с другими культурами аминокислотным составом. Содержание белка в сое может колебаться от 28,0 до 50,0 % в зависимости от сорта и условий выращивания.

В наших опытах содержания белка составило 30,0-30,4 %, то есть не зависимо от применения препарата «НаноКремний» (таблица 4).

Сбор белка взаимосвязан с урожайностью. По сбору белка с гектара преимущество имели варианты с более высокой урожайностью. В нашем случае - это вариант с обработкой семян нормой 75 г/га и двумя обработками вегетирующих растений с нормой 25 г/га. – 647,0 кг/га, на контроле сбор белка составил 570,0 кг/га или на 13,5 % ниже.

Соевое масло также характеризуется высокими достоинствами по жирно-кислотному составу и занимает первое место в мире как пищевое растительное.

В нашем опыте содержание масла в зерне на вариантах с применением препарата «НаноКремний» составило 26,3-26,5 %, то есть выше, чем на контроле на 0,6 – 0,8 % .

Таблица 4 – Содержание белка и жира в семенах сои и их сбор с 1 га в зависимости от применения препарата «НаноКремний».

Вариант	Белок		Масличность	
	%	сбор с 1 га, кг	%	сбор с 1 га, кг
Контроль (без удобрений)	30,0	570,0	25,7	488,0
Обработка препаратом семян нормой 100 г/га	30,2	604,0	26,3	526,0
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	30,2	628,0	26,5	549,0
Обработка препаратом семян нормой 75 г/га	30,3	621,0	26,4	514,0
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.	30,4	647,0	26,4	560,0

Сбор масла зависит от урожайности. Наименьшим этот показатель получен на контроле – 488,0 кг/га, на варианте с обработками семян нормой 75 г/га и растений по вегетации – наибольшим – 560 кг/га.

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ**

Исследования проведенные в 2016 сельскохозяйственном году по применению нового, разработанного отечественными учёными нанопрепарата «НаноКремний» показали:

- при обработке семян сои нормой 100 г/га и 75 г/га различий урожайности не наблюдалось;

- дополнительная обработка препаратом всходов и растений в фазу бутонизации позволили увеличить урожайность на посевах с нормой обработки семян 100 г/га на 0,8 ц/га, на посевах с нормой обработки семян 75 г/га на 0,7 ц/га.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Баранов В.Ф. Соя на Кубани / В.Ф.Баранов, А.В.Кочегура, В.М.Лукомец// Краснодар, -2009, 321 С.
2. Самсонова Н.Е. Кремний в почве и растениях / Н.Е.Самсонова // Агрохимия. 2005. №6. – С. 76-86.