

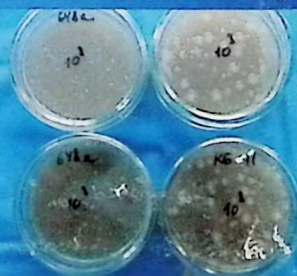
633,34
Я 45



Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт сои»

**ПОВЫШЕНИЕ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ
СОРТОВ АМУРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ЗА СЧЁТ СОВМЕСТНОГО
ПРИМЕНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ШТАММОВ РИЗОБИЙ
С КОМПОНЕНТАМИ, УСИЛИВАЮЩИМИ
СИМБИОТИЧЕСКУЮ АЗОТФИКСАЦИЮ
В СОЕВО-ЗЕРНОВЫХ СЕВООБОРОТАХ**

(методические рекомендации)



633.34
Я 45



Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт сои»

М.В. Якименко, С.А. Бегун, А.И. Сорокина

**Повышение семенной продуктивности сои
сортов амурской селекции за счёт совместного применения
коллекционных штаммов ризобий с компонентами, усиливающими
симбиотическую азотфиксацию в соево-зерновых севооборотах**

(методические рекомендации)

с/к.



ООО «ИПК «ОДЕОН»
Благовещенск 2017

УДК 576.8:631.468:633.853.52:631.52:639.1:631.153.3

ББК 41/42

П42

Коллектив авторов

лаборатории биологических исследований ФГБНУ ВНИИ сои:

М.В. Якименко, канд. биол. наук зав. лабораторией;

С.А. Бегун, канд. биол. наук вед. науч. сотр.;

А.И. Сорокина, канд. вет. наук вед. науч. сотр.

Рецензент:

А.Н. Гайдученко, канд. с.-х. наук зав. лабораторией
севооборотов и технологии возделывания сои ФГБНУ ВНИИ сои

В методических рекомендациях представлены данные многолетних исследований по поиску микроэлементов и препаратов, имеющих разностороннее влияние на рост и развитие растений и совместимых с коллекционными штаммами ризобий, с целью усиления положительного эффекта бактеризации в системе симбиотических отношений «соя-ризобии», повышения плодородия почвы без дополнительных затрат благодаря увеличению накопления вегетативно-корневой массы. В работе приводится характеристика сортов сои, препаратов и микроэлементов используемых в научных исследованиях.

Рекомендации предназначены для научных работников в области земледелия, специалистов сельского хозяйства.

Методические рекомендации опубликованы по решению ученого совета ФГБНУ ВНИИ сои (протокол №19 от 22.12.2016)

УДК 576.8:631.468:633.853.52:631.52:639.1:631.153.3
ББК 41/42

© М.В. Якименко, С.А. Бегун,
А.И. Сорокина, 2017

© ФГБНУ ВНИИ сои, 2017

Введение

Основной особенностью юга Дальнего Востока России является повсеместное распространение в почвах региона специфических для сои клубеньковых бактерий. Аборигенные ризобии сои представляют важную составляющую биологических ресурсов почв Амурской области. Благодаря жизнедеятельности аборигенных популяций клубеньковых бактерий в посевах этой культуры поддерживается нейтральный или положительный баланс азота в почве. При инокуляции ризобиями в условиях оптимальной влажности соя накапливает в почве значительное количество (40...60 кг/га) азота и является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур [1, 2].

Чтобы усилить положительный эффект бактериализации в системе симбиотических отношений «соя-ризобии», повысить плодородие почвы без дополнительных затрат благодаря увеличению накопления вегетативно-корневой массы и добиться максимальной продуктивности сои, был проведён поиск микроэлементов и препаратов имеющих разностороннее влияние на рост и развитие растений совместимых с коллекционными штаммами ризобий [3].

Сорта сои селекции ФГБНУ ВНИИ сои, использованные в научно-исследовательской работе:

Гармония (патент № 1806 от 17.03.2003), включен в Госреестр селекционных достижений в 2003 году для использования в 7 (Средне-волжский) и 12 (Дальневосточный) регионах, патентообладатель ВНИИ сои. Сорт создан методом искусственной гибридизации, с последующим многократным индивидуальным отбором, относится к маньчжурскому (*manshurica*) подвиду, апробационной группе – *flavida* Enk. Согласно международной классификации сорт относится к скороспелой группе, производственной – к среднеспелой. Продолжительность периода вегетации составляет в среднем 106 (102...107) дней. Растения средней высоты – 65...95 см, с 3...5-тью ветвями; стебель с прямым окончанием, верхушка средней выполненности. Высота прикрепления нижних бобов составляет 13...16 см. Лист узкий, копьевидный. Соцветие в виде кисти до 8 цветков, окраска цветка белая. Бобы слабоизогнутые с заострённой верхушкой, 2-, 3-, 4-семянные; окраска боба коричневая, опушения рыжая. Семена жёлтые, иногда с зеленоватым оттенком,

слабо блестящие, средней крупности. Рубчик средний, овальный, цвета семени, иногда темнее. Сорт устойчив к гербицидам Трефлан, Нитран, ГалаксиТоп. Применение других гербицидов (Пивот и его аналоги) может удлинять период вегетации. Урожайность семян сорта – 26,9...30,8 ц/га, потенциальная – 37,7 ц/га. Масса 1000 семян – 154...181 грамм. Содержание в семенах белка варьирует от 37,5 до 39,6 %, жира – от 19,3 до 22,0 %.

МК 100 (патент № 6208 от 24.11.2011), включён в Госреестр селекционных достижений в 2011 году для использования по 12 (Дальневосточный) региону, патентообладатель ВНИИ сои. Сорт создан методом педигри, относится к маньчжурскому (*manshurica*) подвиду, апробационной группе *sordida* Епк. Согласно международной классификации сорт относится к скороспелой группе, производственной – к среднеспелой. Продолжительность периода вегетации составляет 106...112 дней, в среднем – 109 дней.

Сорт МК 100 полудетерминантного типа, растения характеризуются прямым стеблем, с хорошо выполненной верхушкой и короткими междоузлиями. Форма куста сжатая, формирует до 3 веток и ветки второго порядка. Высота растений составляет 57...92 см, высота прикрепления нижних бобов – 14...20 см. Лист трёхлисточковый, его форма ланцетовидная, почти треугольная, кончик листа заострённый. Цветок фиолетовый, средней величины, количество цветков в пазушной кисти 6...10, на отдельных узлах формируются 2 кисти, верхушечная кисть состоит из 14...25 цветков. Бобы среднеизогнутые, заострённые, коричневой окраски с рыжим опушением, 2-, 3-семянные, незначительное количество составляют 4-семянные. Семена шаровидной формы, жёлтые, блестящие, поверхность семян гладкая, рубчик коричневый. Масса 1000 семян составляет 122...164 грамма. Содержание в семенах белка – 37,8...38,9 %, жира – 18,0...20,9 %. Средняя урожайность семян – 32,2 ц/га, максимальная – 39,7 ц/га. Растения данного сорта к возбудителям бактериоза и септориоза среднеустойчивы, филlostиктоза и корневых гнилей устойчивы.

Евгения (патент № 7405 от 05.06.2014), включён в Госреестр селекционных достижений в 2014 г. для использования по 12 (Дальневосточный) региону, патентообладатель ВНИИ сои. Сорт создан методом гибридизации с использованием многократного индивидуального отбора с прослеживанием по потомству (метод педигри); родительские формы ♀ Соната (ВНИИ сои), ♂ Хэйхэ 11 (КНР), относится к маньчжур-

скому (*manshurica*) подвиду, апробационной группе *communis* Enk. Согласно международной и производственной классификации относится к группе среднеспелых сортов, период вегетации в среднем составляет 112 (107...121) дней. Сорт характеризуется полудетерминантным типом роста, растения формируют от 2 до 4 веток. Форма куста полужатая, высота растений 67...78 см, высота прикрепления нижних бобов 14...19 см. Лист 3-листочковый, заострённо-яйцевидной формы, цветок фиолетовый. Бобы 2-, 3-семянные слабоизогнутые, серой окраски со светлым опушением. Семена жёлтые, блестящие, шаровидно-приплюснутые, поверхность семян гладкая, в отдельные годы наблюдается слабая морщинистость. Рубчик жёлтый, средний, овальной формы. Масса 1000 семян – 177...197 грамм. Содержание в семенах белка в среднем составляет 38,7 % (38,0...39,7 %), жира – 18,3 % (18,1...18,4 %). Растения сорта слабее поражаются бактериальными болезнями. Отмечается наименьшее проявление корневых гнилей в сравнении со стандартным сортом сои Гармония. К септориозу среднеустойчив, бактериозу, филлостиктозу, корневым гнилям устойчив. Сорт устойчив к пониженным температурам в период прорастания и при ранних сроках посева к патогенам корневых гнилей. За годы испытания на госсортоучастках Амурской области максимальная урожайность сорта сои составила 31,3 ц/га, при испытании во ВНИИ сои – 32,7 ц/га. При посеве рекомендуемая норма высева – 400 тыс./га всхожих семян, это даёт возможность формировать больше ветвей и бобов.

Персона (патент № 6857 от 19.03.2013), включён в Госреестр селекционных достижений в 2013 году для использования по 11 (Восточно-Сибирский) региону, патентообладатель ВНИИ сои. Сорт создан методом педигри; родительские формы ♀ [*M. Glycine ussuriensis* x *Восход* (ВНИИ сои)] x ♂ МР (мутант Румынии); относится к маньчжурскому (*manshurica*) подвиду, апробационной группе *communis* Enk. Согласно международной классификации сорт относится к скороспелой группе, производственной – к среднеспелой. Продолжительность периода вегетации составляет 103...109 дней, в среднем – 106 дней. Потенциальная урожайность семян сои – 31,8 ц/га. Масса 1000 семян – 110...139 грамм, содержание в семенах белка – 38,0...41,0 %, жира – 18,0...19,0%. Сорт характеризуется детерминантным типом роста, прямым стеблем, с ограниченным количеством веток и многоцветковой кистью. Высота растений достигает 61...98 см, высота прикрепления нижних бобов – 9...14 см. Лист 3-листочковый, форма листа ланцетовидная, цветок

фиолетовый, с многоцветковой верхушечной кистью, состоящей из 17...25 цветков. Бобы 2-, 3-, 4-семянные, слабо изогнутые, серой окраски со светлым опушением. Семена жёлтые, слабо блестящие, округлоудлиненные или шаровидные, поверхность семян гладкая. Рубчик жёлтый, средний, овальной формы. Сорт устойчив к переувлажнению, не полегает. Растения сорта Персона к возбудителям болезней бактериоза, септориоза, корневых гнилей среднеустойчивы, филлостиктоза устойчивы.

Умка (патент № 7823 от 23.04.2015), включён в 2015 г. в Госреестр селекционных достижений РФ для использования по 12 (Дальневосточному) региону, патентообладатель ВНИИ сои. Сорт создан методом ускоренного селекционного процесса (за 5 лет) и индивидуальным отбором элитного растения в F_2 ; относится к маньчжурскому подвиду. По длине вегетационного периода согласно международной и производственной классификациям сорт является носителем генов скороспелой группы. Продолжительность периода вегетации варьирует от 100 до 106 дней. Средняя урожайность семян составила 30 ц/га, потенциальная – 38,4 ц/га. Масса 1000 семян варьировала в пределах 170...198 грамм. Высота растений по годам составила от 65 до 95 см, прикрепление нижнего боба – от 13 до 17 см. Содержание белка и масла в семенах составило 38,8...41,1% и 22,6...22,8%, соответственно. Опушение растений серое, окраска гипокотилия и венчика цветка фиолетовая [4].

Характеристика препаратов и микроэлементов, рекомендуемых к применению в соево-зерновых севооборотах

Молибденовокислый аммоний (молибдат аммония) представляет собой кристаллический порошок желтого (зеленоватого) или белого цвета. Кристаллы в форме моноклинных призм, растворимые в воде (400 г / л (20 °С), растворах кислоты и щелочи, нерастворимые в спирте и ацетоне. На воздухе кристаллы выветриваются, теряя часть аммиака. При нагревании до 150 °С разлагается на оксид молибдена, воду и аммиак. Раствор молибденовокислого аммония в азотной кислоте называется молибденовой жидкостью. В сельском хозяйстве применяется как микродобавка молибдена. Молибденовокислый аммоний употребляется в основном для предпосевного опудривания семян. Вносится в основном под бобовые культуры. В виде пыли может попадать в органы

дыхания и пищеварения. Имеет свойства откладываться в костях, печени, почках [5].

Новосил – природный регулятор роста и развития растений. Действующее вещество – тритерпеновые кислоты, получаемые из хвои пихты сибирской. Применение Новосила обеспечивает повышение устойчивости растений к различным заболеваниям. Главный объект воздействия Новосила – иммунная система растения, препарат значительно повышает у культурных растений активность генов защиты и стрессоустойчивости. Новосил разлагается в растениях и почве в процессе естественного метаболизма за 10...15 дней [6].

Янтарная кислота (этан-1,2-дикарбоновая кислота), бесцветные кристаллы, растворимые в спирте, в эфире и в воде. В настоящее время в промышленности эту кислоту получают путем гидрирования малеинового ангидрида. Янтарная кислота является регулятором роста растений, стрессовый адаптоген, умеренный активатор роста, улучшает усвояемость веществ из почвы. Водные растворы янтарной кислоты применяются для замачивания семян перед посевом, черенков растений, предназначенных для укоренения, опрыскивания растений во время их вегетации. Кроме того, препарат стабилизирует жизнедеятельность естественной микрофлоры почвы. Предварительная обработка посадочного материала растворами янтарной кислоты повышает устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов. Опрыскивание зелёных растений растворами янтарной кислоты стимулирует рост у растений новых побегов, а замачивание корней в растворе на 4...6 часов стимулирует рост новых корней. Растворы янтарной кислоты применяется также при реанимации всех видов растений. Опрыскивание проводится до начала у растений фазы цветения, семена замачиваются на 12...24 часа перед посевом [7].

Максим – фунгицидный препарат контактного действия. Предназначен для защиты сельскохозяйственных культур от болезней, вызываемых грибами из классов Аскомицетов, Базидиомицетов и несовершенных грибов, которые передаются с семенами и через почву, при этом не оказывает отрицательного воздействия на полезные микроорганизмы. Входящее в его состав действующее вещество флудиоксонил относится к новому химическому классу фенилпирролов. В связи с этим, флудиоксонил обладает особым механизмом воздействия на патогены, принципиально отличным от веществ из других химических групп. Максим эффективен против штаммов (особенно грибов из рода

Fusarium), у которых снижается чувствительность к другим фунгицидам. Препарат обладает стимулирующим и иммуномодулирующим действием, повышающим устойчивость к ряду болезней во время вегетационного периода [8].

Круизер – системный инсектицид-протравитель семян от комплекса почвенных и наземных вредителей всходов. Действующее вещество – тиаметоксам. Механизм действия препарата исключает развитие перекрестной устойчивости к нему. Действующее вещество воздействует на нервную систему насекомых и блокирует движение нервных сигналов между нервными окончаниями. Результат – насекомое перестает питаться и погибает. При необходимости в период вегетации допускается применение любого из наземных инсектицидов [9].

Инозит – шестиатомный спирт циклогексана ($C_6H_{12}O_6$), известный также как витамин B_8 . Представляет собой белое порошкообразное кристаллическое вещество без запаха, хорошо растворимое в воде, плохо растворимое в спирту и практически не растворимое в органических растворителях. При воздействии щелочей и кислот потери инозита незначительны. Инозит хорошо сохраняется при обычной температуре воздуха, не разрушается под влиянием света и воздуха и негигроскопичен. Наиболее распространен изомер инозита – мезоинозит – фактор роста для некоторых дрожжей, обладающий витаминной активностью. Шестифосфорный эфир инозита называется инозитгексафосфатом или фитиновой кислотой, соли которой в виде препарата фитина давно применяются в медицинской практике [10].

Индолилуксусная кислота (ИУК) гетероауксин, $C_{10}H_9NO_2$ – органическое соединение, производное индола, обладающее высокой физиологически активностью. Один из наиболее распространенных ауксинов. Белые кристаллы с температурой плавления 168. . .169 °С, хорошо растворимые в спирте, эфире, плохо – в воде, бензине; разлагаются на свету и в присутствии неорганических кислот. Образуется в растениях и влияет на их ростовые процессы. ИУК ускоряет и улучшает образование корней; применяется при вегетативном размножении и пересадке многих растений, в т. ч. винограда. Действие ИУК усиливается при ее применении в комплексе с витаминами С и В₁ [11].

Марганец серноокислый (сульфат марганца) – неорганическое соединение, соль металла марганца и серной кислоты с химической формулой $MnSO_4$, бесцветные (до бледно-розовых) кристаллы, разлагаются при температуре 850 °С. Марганец серноокислый образует кристалло-

гидраты с 1, 4, 5 и 7-мью молекулами воды; кристаллогидрат $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ – красно-розовый, техническое название «марганцевый купорос». Хорошо растворим в воде, светло-розовая окраска раствора отвечает аквакомплексу $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$; гидролизуется по катиону. Применяется для получения Mn , MnO_2 и других соединений марганца, как микроудобрение и аналитический реагент. Марганец сернокислый получается растворением MnO или $MnCO_3$ в H_2SO_4 [12].

Сульфат магния, эпсомит – белый кристаллический порошок. Технический продукт, выпускаемый Карабогазским сульфатным заводом на удобрение под названием эпсомит, по техническим условиям должен содержать не менее 84% $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ и не более 8% $NaCl$. Получается он путем переработки природных солей, осажденных в заливе Каспийского моря КараБогаз. Содержание окиси магния в удобрении не менее 13,7%. Магний входит в состав хлорофилла, активизирует в тканях ряд важных ферментов дыхания и фотосинтеза. При недостатке его разрушается хлорофилл, у растений появляется «мраморность» листьев они бледнеют и становятся пестрыми. Это свидетельствует о магниевом голодании [13].

Сульфат железа, железный купорос, железо сернокислое семи-водное (химическая формула $FeSO_4 \cdot 7H_2O$). Внешний вид – зеленовато-голубые кристаллы. В промышленности железный купорос получают как побочный продукт на металлообрабатывающих заводах из травильных растворов, получаемых в процессе обработки стальных изделий с целью удаления с них окислы перед дальнейшей обработкой поверхности. Железный купорос – популярное инсектицидное и фунгицидное средство, а также хорошее удобрение. Железо, входящее в него, находится в растворимой, и потому легко доступной для растений форме. Он является составной частью окислительных ферментов, играет важную роль в системе дыхания. Хлороз листьев, медленный рост новых побегов, недоразвитие плодов – все это, как правило, бывает следствием нехватки именно железа [14].

Препараты производства АО Аметис (Амурское предприятие по комплексной переработке древесины лиственницы даурской с последующим извлечением уникальных природных субстанций):

Лариксин – биологический регулятор роста и развития растений, индуктор иммунитета к грибковым заболеваниям. Действующее вещество – биофлавоноид дигидрокварцитин (ДКВ), получаемый из древе-

сины лиственницы сибирской. Способен усилить устойчивость культурных растений к болезням, вредителям и к неблагоприятным климатическим условиям. Кроме того, он оказывает стимулирующее действие на иммунную систему растений, предотвращая и снижая в значительной степени поражение растений грибковыми и бактериальными болезнями. Применение препарата Лариксин позволяет свести к минимуму необходимость обработки посевов фунгицидами, а также повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Может быть использован как компонент баковых смесей с большинством распространенных пестицидов и растворимых удобрений. При протравливании семян препарат Лариксин позволяет сократить норму протравителя до 50%, что уменьшает уровень химической нагрузки, а также способствует более качественной обработке семян, так как имеет свойства прилипателя.

ЭкоЛарикс – регулятор роста растений. Действующее вещество: дигидрокверцетин (экстракт лиственницы Даурской). Препаративная форма: водорастворимый порошок. Выступает не только как регулятор роста, но и как фунгицид за счет того, что в нем в оптимальном соотношении соединены два вещества – дигидрокверцетин и арабиногалактан. Препарат оказывает комплексное положительное воздействие на сою, увеличивает урожайность, защищает от ряда болезней: фузариоза, церкоспороза, корневой гнили, бактериоза. Кроме того, он улучшает качество продукции, повышая содержание белка и жира в семенах; увеличивает полевую всхожесть и сохранность растений к моменту уборки.

Микробиологическое удобрение «БиоБеСтА» – результат совместной научной работы компании «Аметис» и ФГБНУ ВНИИ сои. В основе препарата коллекционные штаммы ризобий сои (селекции ФГБНУ ВНИИ сои) *Sinorhizobium fredii*, которые обладают высокой адаптивной возможностью, а также быстро наращивают биомассу в условиях, отличных от оптимальных. Препарат позволяет получать экологически безопасную продукцию без использования азотных удобрений [15].

Совместимость коллекционных штаммов с рекомендуемыми препаратами

Одним из важных элементов технологии, усиливающих симбиотическую азотфиксацию в посевах сои, является применение молибдено-

вых удобрений для предпосевной обработки семян [16]. Однако применение рекомендуемых доз этого микроэлемента может отрицательно влиять на выживаемость чистых культур ризобий сои.

На первом этапе научных исследований изучили влияние возрастающих доз молибдата аммония в питательной среде МРС на интенсивность роста чистых культур ризобий сои видов *B. japonicum* (648a и СМ-42) и *S. fredii* (ББ-49 и МБ-85). Установили, что невысокие дозы соли молибдена (0,2 и 1 г/л) не угнетали интенсивность роста чистых культур штаммов ризобий сои (таблица 1). Доза соли молибдена 10 г/л в питательной среде вызывала гибель ризобий сои вида *B. japonicum* и несколько тормозила рост штаммов быстрорастущего вида *S. fredii*. Доза соли молибдена (25 г/л) в питательной среде вызывала гибель не только штаммов *B. japonicum*, но и штамма ББ-49, отнесенного к виду *S. fredii*.

Таблица 1

Интенсивность роста штаммов ризобий сои на агаризованной среде МРС с возрастающими концентрациями соли молибдена

Доза соли молибдена, г/л	Штамм			
	<i>B. japonicum</i>		<i>S. fredii</i>	
	648a	СМ-42	ББ-49	МБ-85
0	4	4	4	4
0,2	4	4	4	4
1	3	4	4	4
10	0	0	3	3
25	0	0	0	1

Примечание: 0 – нет роста; 1 – скудный рост; 2 – умеренный рост;
3 – хороший рост; 4 – обильный рост

В последующих лабораторных опытах провели изучение и отбор штаммов ризобий сои видов *B. japonicum* и *S. fredii* устойчивых к дозам молибдена, используемых в производстве для предпосевной обработки семян сои (таблицы 2, 3).

В результате изучения установили, что повышенные концентрации соли молибдена в питательной среде снижают интенсивность роста чистых культур ризобий видов *B. japonicum* и *S. fredii*. Культурами, способными расти при концентрации соли молибдена 25 г/л, определены штаммы АС-26 и ТА-125 (*B. japonicum*) и ТБ-643, ТБ-508, ТБ-490, ББ-90 (*S. fredii*).

Таблица 2

Интенсивность роста штаммов ризобий сои (*B. japonicum*) в баллах на агаризованной среде МРС с маннитом и различными концентрациями соли молибдена

Штамм <i>B. japonicum</i>	Концентрация соли молибдена, г/л			Штамм <i>B. japonicum</i>	Концентрация соли молибдена, г/л		
	0	10	25		0	10	25
648а	3	0	0	ТМ-437	2	1	1
АС-17	3	1	0	639а	3	3	1
ММ-117	3	1	0	БМ-99	2	1	0
ТА-40	3	1	0	ТА-125	2	2	2
ТА-125р	2	1	1	ВМ-8	2	1	1
БМ-85	3	1	0	ЕМ-7	3	2	0
АС-26	3	2	2	БМ-58	2	1	0
Буд-63	3	2	1	ЗМ-75	2	1	0
Мид-10	3	1	1	СМ-42	3	0	0

Таблица 3

Интенсивность роста штаммов ризобий сои (*S. fredii*) в баллах на агаризованной среде МРС с маннитом и различными концентрациями соли молибдена

Штамм <i>S. fredii</i>	Концентрация соли молибдена, г/л			Штамм <i>S. fredii</i>	Концентрация соли молибдена, г/л		
	0	10	25		0	10	25
ЗБ-73	3	1	0	ТБ-642	3	1	0
071	3	3	1	ТБ-643	4	2	2
ББ-55	4	2	0	ТБ-508	4	3	2
КБ-24	3	2	0	ТБ-467	3	2	1
СБ-51	1	1	0	ТБ-490	3	2	2
КБ-11	3	2	0	ББ-49	4	4	1
МБ-85	4	2	1	ББ-90	3	3	2
ББ-87	3	2	1	БД-32	3	0	0

Так как доза соли молибдена 25 г/л вызывает в большинстве случаев гибель коллекционных штаммов клубеньковых бактерий сои, подбор штаммов устойчивых к производственным дозам соли молибдена продолжили в варианте с внесением в питательную среду МРС молибдата аммония в количестве 10 г/л.

При внесении в питательную среду МРС 10 г/л молибдата аммония резко снижается количество штаммов ризобий сои обоих видов, дающих хороший рост штриха бактериальной массы. Из 30 штаммов ризобий вида

B. japonicum 63% культур гибнут или дают скудный рост штриха бактериальной массы на среде МРС с 10 г/л молибдата аммония. Кроме того, у ряда штаммов ризобий сои вида *B. japonicum* отмечено изменение окраски и консистенции бактериальной массы при внесении в агаризованную среду соли молибдена. В тоже время штаммы ризобий сои 639а, 648а, АС-17, 044, ТА-125, ТМ-464, БМ-68, БМ-83, БМ-91, ВМ-13, ОМ-38 незначительно снизили интенсивность роста на среде с солью молибдена (таблица 4).

Таблица 4

Оценка устойчивости штаммов ризобий сои вида *B. japonicum* по показателям интенсивности роста штриха на агаризованной среде МРС с маннитом и молибдатом аммония

№ п/п	Штамм	Молибдат аммония, г/л		№ п/п	Штамм	Молибдат аммония, г/л	
		0	10			0	10
1	639а*	3	2	16	ТМ-464	4	3
2	648а*	4	3	17	ТМ-570	3	1
3	АС-17*	3	3	18	ТМ-578	3	1
4	СМ-42**	3	1	19	БД-43	4	1
5	БМ-85**	3	1	20	БМ-68	3	2
6	ММ-117**	4	1	21	БМ-83	4	3
7	044	3	2	22	БМ-91	4	2
8	052	1	0	23	ВМ-6	3	1
9	854	3	1	24	ВМ-13	3	2
10	092	4	1	25	АС-26	2	1
11	095	3	0	26	СМ-40	3	1
12	ТА-40	4	1	27	ЗМ-72	1	0
13	ТА-125	2	2	28	ЗМ-80	1	1
14	ТМ-412	3	1	29	ОМ-38	4	2
15	ТМ-455	3	1	30	ММ-123	4	1

Примечание: *получены авторские свидетельства на штаммы в 1982–1989 годах; ** получены патенты на штаммы в 2014–2016 годах

В среднем, при внесении в питательную среду 10 г/л соли молибдена, интенсивность роста штаммов ризобий сои вида *B. japonicum* снизилась в 2,2 раза.

При анализе интенсивности роста 29 штаммов ризобий сои вида *S. fredii* на агаризованной среде МРС с 10 г/л соли молибдена установлено, что в среднем показатели роста бактериальной массы снизились в 2 раза. Если на агаризованной среде МРС без молибдата аммония 79% штаммов ризобий вида *S. fredii* давали обильный рост бактериальной

массы, то при внесении в среду 10 г/л соли молибдена штаммов с обильным ростом не оказалось, а 38% штаммов ризобий этого вида дали скудный рост штриха бактериальной массы. Штамм ББ-55 погиб на агаризованной среде МРС с 10 г/л соли молибдена. 9 штаммов ризобий сои *S. fredii* (БД-32, ББ-49, ТБ-508, ТБ-643, ТБ-490, 061, 062, 071, ББ-90) оказались способными давать хороший рост бактериальной массы на агаризованной среде МРС с 10 г/л молибдата аммония (таблица 5).

Таблица 5

Оценка устойчивости штаммов ризобий сои вида *S. fredii* по показателям интенсивности роста штриха на агаризованной среде МРС с маннитом и молибдатом аммония

№ п/п	Штамм	Молибдат аммония, г/л		№ п/п	Штамм	Молибдат аммония, г/л	
		0	10			0	10
1	БД-32*	3	3	16	ТБ-518	4	1
2	ББ-49**	4	3	17	ТБ-640	4	2
3	КБ-11**	4	1	18	ТБ-642	3	1
4	ББ-55**	4	0	19	061	3	3
5	ТБ-467**	4	1	20	062	3	3
6	ТБ-508**	4	3	21	065	4	2
7	ТБ-643**	4	3	22	071	4	3
8	ТБ-372	4	1	23	ББ-90	4	3
9	ТБ-376	4	1	24	ЗБ-73	2	1
10	ТБ-407	4	2	25	ЗБ-75	4	1
11	ТБ-461	4	2	26	СБ-39	4	2
12	ТБ-498	4	2	27	СБ-51	2	1
13	ТБ-488	4	2	28	МБ-85	4	2
14	ТБ-490	4	3	29	МБ-139	4	2
15	ТБ-496	4	1	Сумма баллов		108	55

Примечание: *первый активный коллекционный штамм;
** запатентованные штаммы в 2014–2016 гг.

В 2013 году в серии лабораторных опытов испытывали 173 штамма ризобий сои вида *B. japonicum* и 96 штаммов ризобий сои вида *S. fredii* на агаризованной среде МРС с внесением 5 г/л молибдата аммония. Все изучаемые штаммы ризобий обоих видов показали обильный и хороший рост штриха бактериальной массы на среде МРС без соли молибдена. При внесении в питательную среду МРС 5 г/л молибдата аммония выявлено, что 50 % штаммов ризобий сои вида *B. japonicum* дают хороший рост бактериальной массы.

В тоже время, 18% штаммов ризобий этого вида погибли, а 32% – резко затормозили рост штриха бактериальной массы. Причём, ряд штаммов ризобий вида *B. japonicum* показали усыхающий рост бактериальной массы (таблица 6).

Таблица 6

Характеристика роста коллекционных штаммов ризобий сои разных видов на среде МРС без молибдена и с 5 г/л молибдата аммония

Вид ризобий сои	Интенсивность роста штаммов	Количество штаммов в испытании на МРС без молибдена, шт.	% штаммов при концентрации соли молибдена в среде, г/л	
			0	5
<i>B. japonicum</i>	Нет роста	0	0	18
	Скудный	0	0	10
	Умеренный	0	0	22
	Хороший	163	94	50
	Обильный	10	6	0
	Всего штаммов	173	100	100
<i>S. fredii</i>	Нет роста	0	0	3
	Скудный	0	0	5
	Умеренный	0	0	19
	Хороший	18	19	73
	Обильный	78	81	0
	Всего штаммов	96	100	100

Анализ быстрорастущего вида ризобий *S. fredii* показал, что на контрольной среде МРС без соли молибдена 81% штаммов давали обильный рост штриха бактериальной массы, а остальные 19% – хороший рост. При внесении в среду МРС 5 г/л соли молибдена интенсивность роста штаммов вида *S. fredii* замедляется.

Исчезли штаммы ризобий дающие обильный рост штриха бактериальной массы. Однако 73% штаммов этого вида показали хороший рост штриха бактериальной массы. Всего 3% штаммов ризобий вида *S. fredii* погибли или дали скудный рост штриха на среде МРС с 5 г/л соли молибдена. Выявлена группа штаммов *S. fredii*, дающих усыхающий штрих через 10...15 суток после посева, хотя на 3...7-е сутки эти штаммы давали хороший рост без признаков усыхания бактериальной массы.

В 2016 году в серии лабораторных опытов испытывали 24 штамма ризобий сои вида *B. japonicum* и 18 штаммов ризобий сои вида *S. fredii* на агаризованной среде МРС с внесением 1 г/л молибдата аммония. Установили, что 88% штаммов ризобий сои вида *B. japonicum* обладают хорошим ростом бактериальной массы на контрольной среде МРС без молибдена. На среде МРС с 1 г/л соли молибдена отмечено замедление роста бактериальной массы анализируемых штаммов ризобий вида *B. japonicum*. 94% проанализированных штаммов вида *S. fredii* на контрольной среде МРС без молибдена давали обильный и хороший рост штриха бактериальной массы (таблица 7). На среде МРС с 1 г/л соли молибдена выявлено замедление роста бактериальной массы штаммов. 17 штаммов ризобий вида *S. fredii* дали умеренный или хороший рост штриха на этой среде, а один штамм сохранил обильный рост штриха бактериальной массы.

Таблица 7

Характеристика роста коллекционных штаммов ризобий сои разных видов на среде МРС без молибдена и с 1 г/л молибдата аммония

Вид ризобий сои	Интенсивность роста штаммов	Количество штаммов в испытании на МРС без молибдена, шт.	% штаммов при концентрации соли молибдена в среде, г/л	
			0	1
<i>B. japonicum</i>	Нет роста	0	0	0
	Скудный	0	0	8
	Умеренный	2	8	63
	Хороший	21	88	29
	Обильный	1	4	0
	Всего штаммов	24	100	100
<i>S. fredii</i>	Нет роста	0	0	3
	Скудный	0	0	5
	Умеренный	1	6	39
	Хороший	9	50	55
	Обильный	8	44	6
	Всего штаммов	18	100	100

Таким образом, изучена интенсивность роста штаммов ризобий сои видов *B. japonicum* и *S. fredii* на агаризованных питательных среда МРС с 25; 10; 5 и 1 г/л молибдата аммония. Установлено, что чем ниже доза молибдата аммония в среде, тем выше сохранность показателей роста бактериальной массы. Наиболее безопасная доза молибдата аммония для интенсивности роста штаммов ризобий сои видов *B. japonicum* и *S. fredii* является 1 г/л. Для использования более высоких доз молибдата аммония в питательных средах МРС необходимо проводить отбор устойчивых штаммов ризобий сои. Штаммы ризобий сои вида *S. fredii* являются более устойчивыми к внесению соли молибдена в среду, чем *B. japonicum*.

В серии лабораторных опытов изучили влияние минимальных доз молибдата аммония (0,1 и 1,0 г/л) при внесении их в питательную среду для растений, на вирулентность штамма 648а, интенсивность клубенькообразования и состояние растений сои сорта Гармония. Установили, что в контролируемых условиях внесение в питательную среду минимальных доз молибдата аммония вызывает резкое ухудшение развития растений сои (таблица 8).

Таблица 8

Показатели состояния растений сои на агаризованной среде МРС с возрастающими концентрациями соли молибдена

Показатель	Вариант					
	без Мо		Мо, 0,1 г/л		Мо, 1,0 г/л	
	кон- троль	штамм	кон- троль	штамм	кон- троль	штамм
Длина проростка на 7-е сутки	5,8	6,8	3,4	5,9	1,3	2,1
Наблюдения на 20-е сутки после всходов						
Высота надземной части сои, см	27,0	26,8	15,8	15,5	2,9	2,5
Длина корня сои, см	18,0	17,6	11,7	12,7	3,7	3,3
Количество клубеньков, шт/раст.	0	2,3	0	0,2	0	0
Состояние корневой системы сои	корни белые, без повреждений		корни светло-коричневые, повреждены		корни тёмные, сильно повреждены	

Так, в контрольных вариантах без молибдена (с инокуляцией штаммом 648а и без неё) длина проростка на 7-е сутки, а также высота надземной части и длина корня сои на 20-е сутки были в очень близких пределах. В варианте с инокуляцией на корнях сои образовались клубеньки. Состояние корневой части сои было хорошее. При внесении в питательную среду молибдата аммония 0, 1 г/л показатели развития растений (длина проростка, высота надземной части, длина корня, количество клубеньков) в сравнении с контрольным вариантом (без молибдена) заметно снизились. Корневая система сои, в вариантах с инокуляцией и без неё, приобрела светлорыжевую окраску с явными признаками деформации. В варианте с внесением в питательную среду 1 г/л молибдата аммония все показатели развития растений сои снизились в 3...10 раз. В варианте с инокуляцией клубеньки на корнях сои не образовались. Корневая система сои на 20-е сутки выращивания растений приобрела тёмную окраску с сильными повреждениями и деформацией.

Таким образом, минимальные дозы молибдата аммония в контролируемых условиях, помимо заметного ухудшения развития растений, вызывают резкое угнетение корневой системы сои.

В последние годы для предпосевной обработки семян сои всё шире используются стимуляторы и протравители нового поколения. С целью изучения возможности совместного применения новых штаммов ризобий сои и некоторых препаратов были проведены лабораторные опыты. Изучали влияние Янтарной кислоты, Новосила, протравителей Виалтраст, Фундазол, Скарлет, Максим в производственных дозах на интенсивность роста штаммы чистых культур ризобий сои двух видов. Изучаемые препараты вносили в агаризованную питательную среду МРС и в течение 7...12 суток штаммы чистых культур ризобий сои видов *B. japonicum* и *S. fredii* выращивали в термостате при температуре +27...+28 °С.

Установили, что наиболее мягкое действие на интенсивность роста штаммов ризобий оказывает производственная доза Янтарной кислоты. Большинство штаммов ризобий сои обоих видов сохранили интенсивность роста бактериальной культуры при внесении в питательную среду МРС 23 мг/л Янтарная кислота. В ряде случаев Янтарная кислота стимулировала рост бактериальной массы штаммов (таблица 9).

Таблица 9

Оценка устойчивости штаммов ризобий сои по показателям интенсивности роста штриха на среде МРС с маннитом и различными препаратами (на 10–12-е сутки после посева)

Интенсивность роста штаммов ризобий	Количество штаммов ризобий, %					
	Янтарная кислота, мг/л		Новосил, мл/л		Максим, мл/л	
	0	23	0	10	0	82,5
<i>Bradyrhizobium japonicum</i> , 49 штаммов						
Скудный	16	16	10	22	8	51
Умеренный	31	35	47	47	43	34
Хороший	37	39	37	31	47	15
Обильный	16	10	6	0	2	0
<i>Sinorhizobium fredii</i> , 40 штаммов						
Скудный	2	7	9	9	0	16
Умеренный	7	19	5	12	8	16
Хороший	19	12	31	34	29	34
Обильный	72	62	55	45	63	34

При внесении производственной дозы (10 мл/л) биологического препарата Новосил в питательную среду МРС отмечено незначительное замедление роста бактериальной массы исследуемых штаммов. Протравитель семян Максим снижал интенсивность роста изучаемых штаммов. Так, например, при выращивании ризобий вида *B. japonicum* на агаризованной среде МРС без препарата 90% штаммов давали умеренный и хороший рост штриха, а при внесении в среду протравителя у 85% культур оказался скудный и умеренный рост бактериальной массы. Аналогичная картина по виду *S. fredii*. В целом, при внесении препарата Максим в агаризованную среду МРС в объеме 82,5 мл/л 68% изучаемых штаммов сохранили обильный и хороший рост штриха.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов выяснили, что испытываемые препараты Янтарная кислота, Новосил, Максим не вызывают гибели чистых культур ризобий сои и могут быть использованы при совместном их применении для предпосевной обработки семян сои.

Протравители семян Виалтраст, Фундазол снижали интенсивность роста штаммов видов *B. japonicum* и *S. fredii*, но не вызывали их гибели. Препарат Скарлет не повлиял на интенсивность роста штаммов быстрорастущего вида *S. fredii* (КБ-11, ББ-55, ББ-49), но вызвал гибель коллек-

ционных штаммов медленнорастущего вида *B. japonicum* (648а, БМ-85, СМ-42) (таблица 10).

Таблица 10

Интенсивность роста штаммов ризобий сои
на агаризованной МРС с различными протравителями

Штамм	Контроль	Виалтраст	Фундазол	Скарлет
648а	3	3	1	0
БМ-85	3	2	1	0
СМ-42	3	2	2	0
КБ-11	4	4	3	4
ББ-55	4	4	3	4
ББ-49	4	4	3	4

Ряд лабораторных экспериментов был посвящен изучению влияния препаратов Лигногумат и Гидромикс на интенсивность роста коллекционных штаммов. Эти препараты снизили интенсивность роста штаммов 648а (*B. japonicum*) и ТБ-508 (*S. fredii*), не повлияли на интенсивность роста штаммов СМ-42 (*B. japonicum*) и ТБ-643 (*S. fredii*), на штамм ББ-49 (*S. fredii*) повлиял только Гидромикс, снизив интенсивность роста штриха чистой культуры этого штамма (таблица 11).

Таблица 11

Влияние Лигногумата и Гидромикса на интенсивность роста штаммов
видов *B. japonicum* и *S. fredii* в баллах

Штамм	Вариант		
	Без препарата	Лигногумат	Гидромикс
648а	3	2	2
СМ - 42	2	2	2
ББ - 49	4	4	3
ТБ - 508	4	3	3
ТБ - 643	4	4	4

Установлено, что коллекционные штаммы ризобий сои устойчивы к изучаемым препаратам Виалтраст, Фундазол, Лигногумат, Гидромикс могут быть использованы при совместном применении для предпосевной обработки семян сои. Препарат Скарлет совместим только со штаммами быстрорастущего вида *S. fredii*.

На минимальной агаризованной среде с возрастающими концентрациями дигидрохверцетина изучали интенсивность роста коллекционных штаммов ризобий различного происхождения (таблица 12).

Таблица 12

Изучение роста штаммов ризобий на минимальной агаризованной среде с различными концентрациями дигидрохверцетина, на 7-е сутки после посева

Штаммы	Интенсивность роста штаммов на среде с различной концентрацией ДКВ, г/л			
	0	0,1	1,0	5,0
648a	2	2	1	1
639a	2	2	2	1
B-1967	2	2	2	1
CM-42	2	2	1	1
AC -17	2	2	1	1
TM-455	2	3	1	1
MM-117	2	2	2	1
TM-469	3	3	2	2
BM-85	2	2	2	1
BB-90	2	2	1	1
KB-11	3	3	3	1
BB-49	3	3	2	1
MB-135	3	3	2	1
TB-490	3	3	3	1
TB-508	3	2	2	1
TB-643	3	3	3	2
071	3	3	2	1
TB-467	2	2	2	1
MB-85	2	2	2	1
BB-55	3	3	2	1

При использовании в агаризованной среде 0,1 г/л ДКВ интенсивность роста изучаемых штаммов ризобий не изменялась. При увеличении концентрации ДКВ до 1 г/л у 55 % штаммов ризобий снизилась интенсивность роста. Таким образом, наиболее безопасной концентрацией ДКВ при совместном использовании со штаммами ризобий является 0,1 г/л. В тоже время, ряд штаммов оказались устойчивыми и к более высоким концентрациям стимулятора дигидрохверцетина.

В других лабораторных экспериментах испытывали ростстимулирующие препараты ЭкоЛарикс, Арабиногалактан, Дигидрохверце-

тин, Премикс в концентрации 10 мг/л на агаризованной среде МРС при изучении интенсивности роста коллекционных штаммов ризобий (таблица 13).

Таблица 13

Интенсивность роста штаммов на агаризованной среде МРС с некоторыми стимуляторами в концентрации 10 мл/л, на 5-е сутки

Штаммы	ЭкоЛарикс (ДКВ+АГ=1:3)	Арабиногалактан (АГ)	Дигидрохверцетин (ДКВ)	Премикс
В-1967	2	2	2	2
648а	3	3	3	3
ББ-49	3	3	3	3
БМ-85	3	3	3	3
ММ-117	3	3	3	3
ТБ-508	3	3	3	3
ББ-55	4	4	4	4
СМ-42	3	3	3	3
КБ-11	4	4	4	4
ТБ-643	4	4	4	4
ТБ-490	3	3	3	3
ББ-90	3	3	3	3
ТБ-467	4	4	4	4
ТБ-469	3	3	3	3
639а	3	3	3	3
АС-17	3	3	3	3
БД-32	4	4	4	4
МБ-85	4	4	4	4
071	4	4	4	4
ТБ-518	3	3	3	3
МБ-135	4	4	4	4
ТМ-455	3	3	3	3

Все штаммы ризобий на питательной среде МРС со стимуляторами показали одинаковые результаты интенсивности роста, которые зависели только от свойств штамма ризобий и не зависели от разновидности ростостимулятора.

Таким образом, биологические препараты ЭкоЛарикс, Арабиногалактан, Дигидрохверцетин, Премикс, обладающие стимулирующим действием на развитие растений, можно вводить в питательные среды при выращивании чистых культур ризобий разных видов.

Все исследуемые препараты могут быть использованы для совместного применения с коллекционными штаммами при предпосевной обработке семян.

Эффективность применения рекомендуемых препаратов и микроэлементов

В 2009–2010 годах в условиях юга Амурской области изучали влияние некоторых препаратов, способных в той или иной степени стимулировать симбиотическую азотфиксацию в посевах сои сорта Гармония. Препараты Инозит, Янтарная кислота, Индолилуксусная кислота использовали для предпосевной обработки семян сои в дозах 0,01 %, Максим, Круйзер и Новосил – в рекомендованных производственных дозах. Микроэлементы FeSO_4 , MnSO_4 и MgSO_4 использовали в дозах 0,01 % для опрыскивания посевов сои в фазы конец цветения и начало плодообразования (таблица 14).

Таблица 14

Влияние изучаемых препаратов на урожайность семян сои сорта Гармония, 2009–2010 годы

Вариант	Урожайность семян, ц/га			Прибавка урожайности семян	
	2009 г.	2010 г.	в среднем	ц/га	в % к контролю
Контроль	19,5	28,9	24,2	–	–
Инозит	21,1	31,0	26,0	1,8	7
Максим	21,8	30,1	25,9	1,7	7
Круйзер	22,7	31,2	26,9	2,7	11
Новосил	21,4	29,3	25,3	1,1	4
Янтарная кислота	22,8	33,8	28,3	4,1	17
ИУК	21,5	31,5	26,5	2,3	9
MgSO_4	23,3	30,4	26,8	2,6	11
FeSO_4	21,3	33,3	27,3	3,1	13
MnSO_4	21,5	31,6	26,5	2,3	9
В среднем от препаратов	21,9	31,3	26,6	2,4	10
HCP_{05}	1,2	1,8			

В 2009 году все изучаемые препараты достоверно повысили урожайность семян сои в среднем на 2,4 ц/га. Наиболее высокие

прибавки урожайности семян сои в 2009 году показали Круйзер, Янтарная кислота и $MgSO_4$. Прибавка урожайности семян сои в этих вариантах колебалась от 3,2 до 4,1 ц/га.

В 2010 году препараты в среднем повысили семенную продуктивность до 31,3 ц/га. Янтарная кислота и $FeSO_4$ повысили урожай семян сои на 4,4...4,9 ц/га.

В среднем за 2009–2010 годы наиболее высокие прибавки урожайности семян сои (2,6...4,1 ц/га) были получены от применения Круйзера, Янтарной кислоты, $MgSO_4$ и $FeSO_4$. Остальные препараты (Инозит, Максим, Новосил, ИУК и $MnSO_4$) повысили семенную продуктивность сои на 4...9 %.

В 2010 году в фазу налива бобов проводили учёт прироста надземной массы, корней и клубеньков у сои сорта Гармония (таблица 15). Было выявлено, что все изучаемые препараты, приведённые в таблице 15, повысили не только прирост надземной массы, корней и клубеньков, но и их количество.

Препараты Инозит, Новосил, Индолилуксусная кислота (ИУК), а также микроэлементы $MgSO_4$ и $FeSO_4$ повысили массу надземной части сои на 47...88 %. Все изучаемые препараты усилили нарастание корневой системы и симбиотического аппарата сои. Так, препараты Инозит, Новосил, Индолилуксусная кислота, микроэлементы ($MgSO_4$ и $FeSO_4$) повысили нарастание корневой системы на 50...133 %, и клубеньков на 92...212 %. Препараты Максим, Круйзер, Янтарная кислота и микроэлемент $MnSO_4$ усилили прирост корневой системы на 17...42 % и массы клубеньков на 65...123 %. Наиболее обильное клубенькообразование у сои отмечено в вариантах с микроэлементами $MgSO_4$ и $FeSO_4$. Здесь количество клубеньков на корнях сои практически удвоилось.

Таким образом, изучаемые препараты на фоне искусственной инокуляции штаммом ББ-49 способствовали усилению нарастания надземной и корневой части сои, а также формированию симбиотического аппарата.

Нарастание массы корней и клубеньков у сои за счёт использования стимуляторов симбиотической азотфиксации усилило накопление в почве органики и повышение содержания в ней азота. Масса сухого вещества корней в вариантах со стимуляторами увеличилась в среднем на 58 %.

Таблица 15

Прирост надземной массы, корней и клубеньков у сои сорта Гармония в фазу налива бобов, 2010 год

№ п/п	Вариант	Масса сухого вещества в среднем 1 растения						Количество клубеньков 1 растения			
		Надземная часть		Корни		Клубеньки		на глав- ном корне	на боко- вых кор- нях	всего	
		г	%	г	%	мг	%			шт.	%
1	Контроль	12,6	100	1,2	100	411	100	8	119	127	100
2	Инозит	18,5	147	1,8	150	892	217	8	220	228	179
3	Максим	14,3	113	1,7	142	708	172	13	158	171	135
4	Круйзер	16,8	133	1,4	117	678	165	13	137	150	118
5	Новосил	20,3	161	1,9	158	807	196	10	173	183	144
6	Янтарная кислота	15,3	121	1,7	142	746	181	6	163	169	133
7	ИУК	22,4	178	2,8	233	788	192	7	160	167	131
8	MgSO ₄	21,8	173	2,2	183	1036	252	6	241	247	194
9	FeSO ₄	23,7	188	2,2	183	1283	312	6	288	294	231
10	MnSO ₄	16,3	129	1,4	117	917	223	3	175	178	140

Наибольшее накопление корневой массы сои отмечено в вариантах с Индолилуксусной кислотой и микроэлементами ($MgSO_4$ и $FeSO_4$). В результате применения указанных препаратов масса клубеньков сои удвоилась и составила в среднем 32 % от общей массы (корни + клубеньки) органики, поступившей в почву (таблица 16).

Таблица 16

Влияние некоторых стимуляторов на накопление органики в почве и содержание азота

Вариант	Масса сухого вещества, г/м ²			Содержание органики в почве относительно контроля, %	Накопление азота в органике, г/м ²
	Корни	Клубеньки	Всего		
Контроль	43,4	14,9	58,3	100	1,13
Инозит	65,2	32,3	97,5	167	2,07
Максим	61,5	25,6	87,1	149	1,77
Круйзер	50,7	24,5	75,2	129	1,58
Новосил	68,8	29,2	98,0	168	2,00
Янтарная кислота	61,5	27,0	88,5	152	1,82
ИУК	101,4	28,5	129,9	223	2,43
$MgSO_4$	79,6	37,5	117,1	201	2,46
$FeSO_4$	79,6	46,4	126,0	216	2,78
$MnSO_4$	50,7	35,9	86,6	148	2,00

В среднем содержание органики, поступившей в почву за счёт стимуляторов, повысилось на 72 %. При этом, если в контрольном варианте накопление азота в органической массе составило 1,13 г/м², то в среднем по всем изучаемым вариантам содержание азота в органике увеличилось до 2,10 г/м², или на 86 %.

Таким образом, по накоплению органики в почве и повышению содержания азота лучшими стимуляторами можно считать Инозит, Новосил и особенно ИУК, и микроэлементы ($MgSO_4$ и $FeSO_4$). Другие препараты также стимулировали накопление органики в почве, но на меньшую величину [17].

В условиях 2012 года, когда появление всходов сои было растянуто на 1,5 месяца во времени из-за недостаточной влажности почвы, изучаемые препараты положительно повлияли на продуктивность сои.

**Эффективность совместного применения стимуляторов
и штаммов ризобий на сорте сои Гармония в условиях 2012 года**

Варианты	Урожайность в среднем из 6-ти повторностей, ц/га		Варианты	Урожайность в среднем из 6-ти повторностей, ц/га	
	Надземная масса	Семена		Надземная масса	Семена
Контроль	68,1	26,4	Штамм СМ - 42 + янтарная кислота	63,9	26,4
Штамм СМ – 42 + Новосил	65,8	26,7	Штамм ББ – 49 + янтарная кислота	61,1	23,6
Штамм ББ – 49 + Новосил	68,5	27,9	Штамм БМ – 85 + янтарная кислота	67,1	27,4
Штамм БМ – 85 + Новосил	61,5	27,2	Штамм ТБ – 643 + янтарная кислота	69,5	27,5
Штамм ТБ – 643 + Новосил	67,6	26,9	Штамм Ч – 13 + янтарная кислота	65,5	26,1
НСР ₀₅ –1,5					

При совместном применении штаммов СМ-42, ББ-49, БМ-85 и Новосила общая урожайность надземной массы сои возросла на 0,9...3,4 ц/га, а урожайность семян – на 0,7...1,5 ц/га. При совместном применении этих же штаммов и Янтарной кислоты урожайность надземной массы сои увеличился на 0,9...4,9 ц/га, а урожайность семян – на 1,3...2,8 ц/га. Наиболее высокие прибавки урожайности семян сои в условиях 2013 года были получены от совместного применения штамма БМ-85 с Новосилом и Янтарной кислотой, соответственно 1,5 и 2,8 ц/га (таблица 18).

В 2013 году получены очень близкие данные, как по густоте стояния растений сои, так и эффективности испытываемых препаратов (таблицы 22 и 23).

В 2013 году испытывали совместное применение штаммов ризобий, протравителя и соли молибдена (таблица 19). Наилучшие показатели урожайных данных были получены в вариантах со штаммом СМ-42 и Максимом. Так, при совместном применении штамма СМ-42 + Максим урожайность надземной массы сои увеличилась на 7,7 ц/га, а урожайность семян – на 2,4 ц/га. При совместном применении штамма СМ-42, Максима и соли молибдена урожайность надземной массы сои увеличилась на 7,4 ц/га, а урожайность семян – на 2,5 ц/га. Еще в одном варианте при одновременном применении штамма ТБ-643, Максима и

соли молибдена наблюдалось увеличение урожайности надземной массы сои на 8,9 ц/га и урожайности семян на 3,2 ц/га (таблица 19).

Таблица 18

Показатели полевых испытаний совместного применения стимуляторов и штаммов ризобий на сорте сои Гармония, 2013 г.

Вариант	После всходов, 18 июня		Перед уборкой, 26 сентября		Урожайность в среднем, ц/га	
	густота стояния, шт/м ²	полевая всхо- жесть, %	густота стояния, шт/м ²	сохран- ность растений сои, %	надземной массы растений	се- мян
Контроль	42,9	97	30,0	70	49,7	18,2
СМ-42+ Новосил	41,0	92	30,3	74	51,5	18,9
ББ-49+Новосил	41,3	93	31,6	76	50,6	19,6
БМ-85+Новосил	41,1	93	30,3	74	53,1	19,1
ТБ-643+Новосил	40,1	90	25,7	64	47,5	17,6
СМ-42+Янтарн. к-та	42,7	96	28,9	68	50,6	19,5
ББ-49+Янтарн. к-та	41,9	94	31,7	76	53,6	19,6
БМ-85+Янтарн. к-та	41,3	93	33,8	82	54,6	21,0
ТБ-643+Янтарн. к-та	42,3	95	27,6	65	45,9	16,5
СМ-42+ББ-49+БМ- 85+Янтарн. к-та	40,1	90	28,4	71	54,0	20,1
НСР ₀₅ – 1,3						

Таблица 19

Показатели полевых испытаний совместного применения протравителя Максим, молибдата аммония и штаммов ризобий на сорте сои Гармония, 2013 г.

Вариант	После всходов, 18 июня		Перед уборкой, 26 сентября		Урожайность в среднем, ц/га	
	густота стояния, шт/м ²	полевая всхо- жесть, %	густота стояния, шт/м ²	сохран- ность растений сои, %	надземной массы растений	се- мян
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	42,6	96	18,9	44	42,3	16,1
СМ-42+ Максим	43,0	97	22,8	53	50,0	18,5
ББ-49+ Максим	42,2	95	23,0	54	45,9	17,3

1	2	3	4	5	6	7
ТБ-643+ Максим	42,2	95	22,0	52	44,6	18,0
СМ-42+ соль Мо	42,9	97	21,5	50	45,7	17,7
ББ-49+ соль Мо	42,0	95	22,4	53	41,0	15,8
ТБ-643+ соль Мо	43,0	97	27,4	64	46,5	16,6
СМ-42+ Максим+ соль Мо	43,6	98	26,1	60	49,7	18,6
ББ-49+ Максим+ соль Мо	42,5	96	21,5	51	45,7	17,0
ТБ-643+ Максим+ соль Мо	42,5	96	32,0	54	51,2	19,3
НСР ₀₅ – 1,3						

В 2014 году продолжили изучение эффективности совместного применения протравителя Максим и молибдата аммония со штаммами ББ-49 и СМ-42 на сорте сои МК 100 (таблица 20).

Таблица 20

Показатели полевых испытаний совместного применения штаммов ризобий и некоторых химикатов на сое сорта МК100, 2014г.

Вариант	После всходов, 23 июня		Перед уборкой, 20 сентября		Урожайность семян	
	густота стоя- ния, шт/м ²	полевая всхо- жесть, %	густота стоя- ния, шт/м ²	сохран- ность расте- ний сои, %	ц/га	в % к контро- лю
Контроль	44,9	100	41,9	93	30,5	100
Максим + штамм ББ-49	45,2	100	41,8	93	32,3	106
Максим + штамм СМ-42	45,2	100	41,8	93	32,7	107
Соль Мо + штамм ББ-49	43,9	99	40,3	92	33,7	111
Соль Мо + штамм СМ-42	42,8	96	39,2	92	32,7	107
НСР ₀₅ – 1,8						

При совместном применении протравителя Максим и штаммов ризобий урожайность семян сои достоверно повысилась на 1,8...2,2 ц/га. Наиболее высокие прибавки урожайности семян сои (2,2...3,2 ц/га) были получены от совместного применения молибдата аммония (10 г/л) и штаммов ризобий ББ-49 и СМ-42.

Таким образом, при совместном применении протравителя Максим, соли молибдена с коллекционными штаммами ризобий, в условиях 2014 года, достоверно повысилась семенная продуктивность сои на 1,8...3,2 ц/га.

В 2014 году на луговых чернозёмовидных почвах Амурской области проводилось испытание совместного применения препаратов Лариксин, ДКВ с запатентованными штаммами ризобий ББ-49 и СМ-42 на сорте сои МК 100 (таблицы 21, 22).

Таблица 21

Показатели полевых испытаний совместного применения штаммов ризобий и стимуляторов роста на сое сорта МК100, 2014 г.

Вариант	После всходов, 23 июня		Перед уборкой, 20 сентября		Урожайность семян	
	густота стояния, шт/м ²	полевая всхо- жесть, %	густота стояния, шт/м ²	сохран- ность растений сое, %	ц/га	в % к контро- лю
Контроль	44,3	100	41,3	93	31,0	100
Лариксин, 10 г/л	44,2	100	40,9	93	31,2	101
ДКВ, 0,1 г/л	44,2	100	40,7	92	33,8	109
Лариксин + ББ-49	42,6	96	40,4	95	33,0	106
Лариксин + СМ-42	44,1	99	42,5	95	32,8	106
ДКВ + ББ-49	43,4	98	41,5	96	32,2	104
ДКВ + СМ-42	43,8	99	40,0	91	32,1	103
НСР ₀₅ – 1,2						

При совместном применении коллекционных штаммов ризобий ББ-49 и СМ-42 с Лариксином урожайность семян сои увеличился на 1,8...2,0 ц/га в сравнении с контролем, с Дигидрокверцетином (ДКВ) – на 1,1...1,2 ц/га (таблица 21).

Таким образом, совместное применение изучаемых стимуляторов и штаммов ризобий сои (ББ-49 и СМ-42) положительно влияет на повышение семенной продуктивности сои сорта МК 100.

В 2015 году полевые испытания совместного применения штаммов ризобий и препаратов ЭкоЛарикс и Молибдат аммония проводили на сое сорта Умка (таблица 22).

Таблица 22

Показатели полевых испытаний совместного применения штаммов ризобий и стимуляторов в посевах сои сорта Умка, 2015 г.

Вариант	Густота стояния растений сои, шт/м ²		Средняя урожайность, ц/га		Прибавка урожайности, ц/га	
	после всходов	перед уборкой	надземной массы	семян	надземной массы	семян
Контроль	36,8	34,1	58,7	28,8	-	-
ЭкоЛарикс, 1 г/л	32,5	29,7	64,7	30,0	6,0	1,2
Молибдат аммония, 10 г/л	31,5	30,2	68,6	30,8	9,9	2,0
ЭкоЛарикс + ББ-49	34,6	31,8	64,0	29,9	5,3	1,1
ЭкоЛарикс + КБ-11	28,3	26,2	64,7	29,7	6,0	0,9
ЭкоЛарикс + СМ-42	33,4	31,3	68,9	31,7	10,2	2,9
ББ-49	37,4	33,7	63,9	30,0	5,2	1,2
Соль Мо + ББ-49	38,6	36,2	69,1	31,6	10,4	2,8
Соль Мо + КБ-11	29,8	28,3	65,4	30,8	6,7	2,0
Соль Мо + СМ-42	35,0	32,0	78,0	34,7	19,3	5,9
НСР ₀₅ – 1,5						

При совместном применении ЭкоЛарикса и штаммов для предпосевной обработки семян сои сорта Умка наилучшие показатели урожайных данных были достигнуты от применения ЭкоЛарикса и штамма ризобий СМ-42. В этом варианте урожайность фитомассы сои возросла на 10,2 ц/га, а семенная продуктивность сои достоверно увеличилась на 2,9 ц/га.

Наиболее высокие прибавки урожая были получены от совместного применения Соли Молибдена и штамма ризобий СМ-42. В этом варианте урожайность фитомассы и семян сои увеличилась на 19,3 и 5,9 ц/га, соответственно.

Таким образом, совместное применение изучаемых стимуляторов и штаммов ризобий сои положительно влияет на повышение семенной продуктивности сои сорта Умка [18].

Технология применения рекомендуемых препаратов и микроэлементов

Технология предназначена для усиления симбиотической азотфиксации в посевах сои. Технология включает этапы приготовления рабочего раствора препаратов заданной концентрации и обработку либо семян сои, либо вегетирующих растений в зависимости от используемых препаратов. Обработку семян сои следует проводить в складе или под навесом, не допуская попадания прямого солнечного света. Расход рабочей жидкости – 6 л/т.

В день посева семена сои обрабатывались бактериальной суспензией (из расчёта 100 000 клеток бактерий на семя, на основе коллекционных штаммов ризобий, например, препарат БиоБеСтА) и активаторами симбиоза. Препараты Инозит, Янтарная кислота, Индолилуксусная кислота, Молибдат аммония, Лариксин, Дигидрокверцетин (ДКВ), Эко-Ларикс, Максим, Круйзер и Новосил – использовали для предпосевной обработки семян сои в рекомендованных производственных дозах. Микроэлементы FeSO_4 , MnSO_4 , MgSO_4 использовали в дозах 0,01 % для опрыскивания посевов сои в фазы конец цветения и начало плодообразования.

Использование технологии обеспечивает увеличение продуктивности и качества продукции, позволяет отказаться от протравителей семян и азотных удобрений. Систематическое применение этой технологии улучшает плодородие почв, снижая вынос почвенного азота на 10%.

Список литературы

1. Каримова Л.З., Каримов Х.З. Разработка экологических приемов повышения урожайности сои // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 1. – С. 123–125.
2. Якименко М.В., Основные направления исследований дальневосточных природных популяций ризобий / М.В. Якименко, С.А. Бегун // Вестник ДВО РАН. – 2016. – № 2. – С. 45–49.
3. Влияние новых изолятов клубеньковых бактерий на рост и развитие белого люпина сорта Детер 1 / Зулцэцэг Чадраабал, О.В. Селицкая, А.С. Цыгуткин, Г.В. Степанова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 56–58.
4. Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои: Коллективная научная монография / Н. Д. Фоменко, В. Т. Синеговская, Н. С. Слободяник, О. О. Клеткина, Г. Н. Беляева, Е. Н. Мельникова, А. Я. Ала // ФГБНУ ВНИИ сои. – Благовещенск: ООО «Издательско-полиграфический комплекс «ОДЕОН», 2015. – 96 с.
5. Аммоний молибденовокислый (молибдат аммония) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.reachem.ru/catalog/a/ammonij_molibdenovokislj/, свободный. – Загл. с экрана.
6. Новосил [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://novosil.com/instrukciya.html>, свободный. – Загл. с экрана.
7. Янтарная кислота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biocentr.org/yantarnaya-kislota.html>. – Загл. с экрана.
8. Протравители. Максим,КС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrouslugi.ru/ProtraviteliMaksimKS.html>. – Загл. с экрана.
9. Протравитель Круизер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dobrodej.com.ua/p2818096-protravitel-kruizer.html>. – Загл. с экрана.
10. Инозит [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bono-esse.ru/blizzard/RPP/O/Vitamin/vit_infa_inozit.html. – Загл. с экрана.
11. Индолилуксусная кислота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sortov.net/vino/indoliluksusnaya-kislota.html>. – Загл. с экрана.
12. Железный купорос [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://indasad.ru/ukhod-za-sadom/3323-zheleznyj-ku>. – Загл. с экрана.
13. Марганец сернокислый (сульфат марганца) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://volgograd.flagma.ru/marganec-sernokisly-sulfat-marganca-o35584.html>. – Загл. с экрана.

14. Магний сернокислый 7-водный (сульфат магния) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nevinnomysk.flagma.ru/magniy-sernokisly-7-vodny-sulfat-magniya-o2388960.html>. – Загл. с экрана.

15. Удобрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ametis.ru/production/fertilizer>. – Загл. с экрана.

16. Куркаев В.Т., Голов В.И. 1964. Эффективность молибдена под сою на почвах Дальнего Востока // Труды Конф. почвоведов Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск. – С. 474–477.

17. Разработать приёмы интенсификации, обеспечивающие усиление адаптации биологических процессов и насыщение почвы органикой в соево-зерновых севооборотах за счет штаммов ризобий сои с улучшенными свойствами: отчёт о НИР (заключительный) / Всероссийский ин-т сои (ВНИИ сои); рук. В. А. Тильба. – Благовещенск, 2010. – 53 с. – № ГР 01.2.006.07625.

18. Изучить свойства вновь выделенных штаммов, обеспечивающих повышение продуктивности возделываемой культуры для создания растительно-микробных систем: отчёт о НИР (заключительный) / Всероссийский ин-т сои (ВНИИ сои); рук. М. В. Якименко, 2016. – 93 с. – № ГР 01201180011.

Содержание

Введение	3
Сорта сои селекции ФГБНУ ВНИИ сои, использованные научно-исследовательской в работе	3
Характеристика рекомендуемых препаратов и микроэлементов	6
Совместимость коллекционных штаммов с рекомендуемыми препаратами	10
Эффективность применения рекомендуемых препаратов и микроэлементов	23
Технология применения рекомендуемых препаратов и микроэлементов	32
Список литературы	33

Повышение семенной продуктивности сои сортов амурской селекции за счёт совместного применения коллекционных штаммов ризобий с компонентами, усиливающими симбиотическую азотфиксацию в соево-зерновых севооборотах / М.В. Якименко, С.А. Бегун, И.А. Сорокина // Методические рекомендации ФГБНУ ВНИИ сои. – Благовещенск: ООО «ИПК «ОДЕОН», 2017. – 36 с.

Научное издание

**Повышение семенной продуктивности сои
сортов амурской селекции за счёт совместного применения
коллекционных штаммов ризобий с компонентами,
усиливающими симбиотическую азотфиксацию
в соево-зерновых севооборотах**

Ответственный за выпуск:

руководитель инф.-ред. группы О.О. Клеткина

Набор и верстка: А.С. Трофимушкина

Подписано в печать 19.04.2017 г. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times New Roman. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 2,1.

Заказ ПВ-17-223. Тираж 50 экз. 2017 г.

Отпечатано: ООО «ИПК «ОДЕОН».

675000, Амурская обл., г. Благовещенск, ул. Вокзальная, 75. Тел. 51-75-75.