

СЗЗ. 34

К 56

И. Г. Ковшик, А. В. Науменко

# СОЯ

В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная монография



Российская академия наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СОИ»  
(ФГБНУ ВНИИ СОИ)

И. Г. Ковшик, А. В. Наumenко

**СОЯ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*Научная монография*

Благовещенск 2018

---

УДК 633.853.52(571.61)

ББК 40.40:41/42

К 56

**Ковшик И. Г., Науменко А. В. «Соя в Амурской области».**  
Агротехника выращивания в современных условиях: научная  
монография. Благовещенск: Изд-во «Деловое Приамурье», 2018.  
248 с.

В монографии представлены результаты многолетних исследований по биологии, минеральному питанию и агротехнике возделывания основной сельскохозяйственной культуры Приамурья – сои.

Впервые полно обобщены научные данные о влиянии основных факторов жизнедеятельности растения на рост, развитие и продуктивность сои. Широкое применение радиоактивных изотопов позволило глубже изучить и установить закономерности минерального питания культуры. Всесторонне рассмотрены приёмы сортовой агротехники, обеспечивающей формирование урожайности семян сои более 2,5 т/га в почвенно-климатических условиях Амурской области.

Монография предназначена для широкого круга специалистов сельского хозяйства, руководителей коллективных, крестьянско-фермерских хозяйств, сотрудников научных учреждений, преподавателей и студентов высших и средне-специальных учебных заведений сельскохозяйственного профиля.

Рецензенты:

А. В. Крылов, доктор биологических наук

П. В. Тихончук, доктор сельскохозяйственных наук

УДК  
633.853.52(571.61)

ББК 40.40:41/42

© И. Г. Ковшик,  
А. В. Науменко, 2018

© ФГБНУ ВНИИ сои, 2018

ISBN 978-5-88570-425-0

Настоящую монографию авторы посвящают основоположнику селекции и агротехники возделывания сои в Приамурье кандидату сельскохозяйственных наук Всеволоду Александровичу Золотницкому.



### **Золотницкий Всеволод Александрович:**

*«Соя – важная техническая, продовольственная и кормовая культура; ни одно растение в мире не может произвести в сто дней столько жира и белка, сколько дает она. Ни одно растение не может соперничать с соей по количеству вырабатываемых из нее продуктов».*

Создание первых амурских сортов сои неразрывно связано с научной деятельностью талантливого селекционера кандидата сельскохозяйственных наук Всеволода Александровича Золотницкого (1891–1963 гг.), который почти всю свою жизнь посвятил селекции сельскохозяйственных культур. Но его бесценным вкладом в аграрную науку была научно-исследовательская работа по селекции сои (О. О. Клеткина, 2012. 32 с).

Выпускник естественного отделения Казанского университета (1914 г.), участник Первой мировой войны (1914–1918 гг.), преподаватель Казанского университета и научный сотрудник, а затем руководитель агротехнической лаборатории Казанской опытной станции (1919–1925 гг.), В. А. Золотницкий впервые начал исследования по сое на Амурской областной сельскохозяйственной опытной станции, куда прибыл в 1926 году.

---

В северных районах Амурской области, на водоразделе между Амуром и Зеей, им было обнаружено одиннадцать новых разновидностей дикой сои, чётко различающихся константными наследуемыми морфологическими признаками, продолжительностью вегетационного периода, крупностью семян, способностью к опадению листьев при созревании, формой опушения бобов (В. А. Золотницкий, 1962. 248 с.).

Методом отбора крупносемянных форм дикой сои и скрещивания их с культурными сортами В. А. Золотницкий создал селекционный материал – первые амурские сорта сои, приспособленной к возделыванию в суровых климатических условиях Дальнего Востока. Его задачей было сократить период вегетации этой культуры. Вместе со своими помощниками Всеволод Александрович изучал способы, время посева и норму высева семян, время вспашки почвы, инорайонные и местные образцы, селекцию сои на зерно и корм, конкурсное испытание сортов Амурской опытной станции вместе с инорайонными, определение жира, белка в зерне, питательного достоинства сена и другие вопросы.

Первые шаги по селекции сои селекционером В. А. Золотницким сделаны в 1928–1929 гг.: выведены сорта 01, 02, 016, 021 – на зерно, Амурская бурая 051, Амурская 057, Амурская чёрная 0111 – на кормовые цели (В. Токарев, 1991. С. 3). Проведено сортоиспытание на зерно: жёлтая, чёрная и бурая (Амурская опытная станция), Мандарин, Висконсинская чёрная, Харбинская 199, Ново-Харбинская 199, Минсой, Хабаровская 109, Честнот, Black Ebony, Early Group, Харбинская 111, Харбинская 118, Харбинская 231, Гунджулинская – всего 16 сортов.

В 1923–1924 гг. методом индивидуального отбора из местной коллекции сои села Козьмодемьяновки Тамбовского района Амурской области Всеволод Александрович вывел первый сорт «Амурская жёлтая популяция». В своей статье «Сорта соевых бобов в Амурском округе» о результатах сортоиспытаний 1927–1929 гг. он пишет: «... из всех испытанных сортов лучшие результаты дают местные. Возможно значительное улучшение последних как по урожайности, так и по скороспелости» (К. К. Малыш, 1963. С. 2; Н. Морозов, 1967. С. 4).

Под руководством Золотницкого сотрудники станции путём отбора улучшили популяцию данной культуры, заставили давать бобы с полными желтыми зернами за 115 дней – на полмесяца раньше, чем привозные культурные сорта сои. Вывели новые сорта сои: Амурская 41, Амурская 42, Амурская 45 и кормовой сорт Амурская бурая 57, посеvy которой имели большое агротехническое значение. Выделили

---

ряд сортообразцов, вызревающих в местных условиях (К. К. Малыш, 1961. С. 2).

В 1934 г. был включён в конкурсное сортоиспытание сорт сои Амурская 42, скороспелый, средняя урожайность составляла 1,26 т/га. В 1939 г. его районировали в северных районах Амурской области (Л. Кулик, 2004. С. 4-5). В 1935 г. В. А. Золотницкий добился разрешения на постройку одной теплицы по своему проекту (М. И. Золотницкая, 1967. С. 2).

В период с 1924 по 1941 гг. методом гибридизации были созданы сорта, обладающие высокой урожайностью, скороспелостью, хорошим качеством зерна.

С 1941 года селекционную работу В. А. Золотницкий продолжил в Дальневосточном НИИ земледелия и животноводства (В. А. Золотницкий, 1962. 248 с.). Под его руководством и при участии дальневосточные селекционеры создали 26 сортов зерновых и крупяных культур, люцерны, картофеля, сахарной свеклы, а также выведенные методом индивидуального отбора из сложной гибридной популяции сорта сои: средне-спелый Салют 216 (1940 г., совместно с К. К. Малыш и Т. П. Рязанцевой, районирован в 1949 г.) и раннеспелый сорт Хабаровская 4 (1947 г.).

Изучение особенностей сои, выведение её сортов, приспособленных к суровым дальневосточным условиям, стало смыслом жизни Всеволода Александровича Золотницкого. Он был научным руководителем селекционеров Дальневосточного региона и не только по селекции сои, но и по многим полевым культурам. За годы своей научной деятельности селекционером им изучен генофонд Дальневосточного края по пшенице и сое (исключительно дикой), послуживший исходным материалом для селекции и непосредственного использования в семеноводстве; построена простая и удобная классификация сои по оригинальной системе; выведен ряд высокоурожайных и устойчивых сортов пшеницы и сои, значительно превосходящих стандарты по комплексу ценных признаков. Созданные им скороспелые сорта сои разрешили вопрос с устойчивыми севооборотами как в южных районах Амура, так и в северных – районах вечной мерзлоты, разработаны технологические основы и методы селекции данной культуры. Результаты своих исследований он воплотил в таких научных трудах, как «Сорта соевых бобов в Амурском округе» (1930 г.), «Соя в Хабаровском крае» (1951 г.), «Возделывание и сорта сои на Дальнем Востоке» (1945 г.) «Соя на Дальнем Востоке» (1962 г.) и другие.

За большой вклад в научную и трудовую деятельность на Дальнем Востоке, создание ценных высокоурожайных сортов сои В. А. Золот-

---

ницкий в 1943 году был удостоен звания «Лауреат Сталинской премии третьей степени за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы»; награждён орденом Трудового Красного Знамени, двумя орденами «Знак Почёта», медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», серебряной медалью ВСХВ. Его имя ещё в 30-е годы занесено в справочник, изданный Академией наук СССР «Научные работники СССР», а также в справочник «Указатель ботаников», выпущенный Датским биологическим институтом.

Научные достижения Всеволода Александровича Золотницкого стали важным результатом отечественной селекции, успехом научной мысли. Его дело продолжают амурские аграрии. В настоящее время соя получила статус важной не только кормовой, но и пищевой культуры и становится одним из основных видов сырья для многих отраслей сельскохозяйственного производства.

---

## ВВЕДЕНИЕ

Дальний Восток является основной зоной возделывания сои в нашей стране. В настоящее время его посевные площади под данной культурой занимают около 1056 тыс. га, что составляет 45% от общероссийского показателя. Лидирующие позиции по площади посева и объемам производства сои в России многие годы сохраняет Амурская область. В 2016 году площади посева под соей в области составили 43% от общероссийского объема и 73% от объема в Дальневосточном Федеральном округе.

Народнохозяйственное значение сои определяется высокой ценностью её семян, обладающих весьма богатым химическим составом. В семенах сои содержится 34–45% белка, 18–24% жира, до 25% углеводов и ряд важных биологических веществ. Основным компонентом белка сои – глицин является почти единственным растительным белком, который содержит все необходимые для нормального роста и развития живого организма аминокислоты: цистин, триптофан, лизин.

Соя является основной экономически значимой сельскохозяйственной культурой в Амурской области. В 50–60-е гг. прошлого столетия основной прирост валового производства сои осуществлялся за счет расширения её посевных площадей, которые составляли 590–616 тыс. га, удельный вес данной культуры в структуре посевных площадей достигал 35–40%. Чрезмерное насыщение севооборотов соей при отсутствии гербицидов приводило к сильному засорению посевов и снижению урожайности. К 1990 г. площади посева стабилизировались на уровне 425 тыс. га.

За годы перестройки посевные площади сои сократились до 197,5 тыс. га, а валовый сбор зерна снизился с 469 тыс. т до 168,7 тыс. т при урожайности 0,85 т/га. В последние годы положение в соеводстве стало меняться в лучшую сторону. Только в 2010 году площади посева этой культуры достигли среднего уровня 1979–1981 годов. Урожайность увеличилась в 2–3 раза, валовый сбор семян – в 2 раза. Вместе с тем общая продуктивность сои по-прежнему остается низкой.

Опыты научно-исследовательских учреждений, сортоучастков и результаты передовых хозяйств свидетельствуют о том, что в южной зоне Амурской области почвенно-климатические условия позволяют получать урожайность 1,9–2,3 т/га, в центральной и северной – 1,2–1,5 т/га, а в среднем по области – 1,5–1,6 т/га. Получение таких урожаев становится возможным в связи с увеличением безморозного периода, внедрением более урожайных сортов, оснащением хозяйств производительной

---

сельскохозяйственной техникой, широким ассортиментом используемых высокоэффективных препаратов для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сои.

Поступательный рост урожайности сои возможен на основе совершенствования базовых технологий возделывания культуры. В различных зонах и подзонах области, характеризующихся большим разнообразием почвенно-климатических условий, необходимо внедрять модификации технологий, обеспечивающих реализацию потенциальных возможностей новых высокопродуктивных сортов сои.

В условиях меняющихся климатических и материально-технических факторов необходимы совершенно новые подходы и элементы агротехники возделывания культуры на основе новых знаний биологии сои.

Авторы надеются, что эта книга поможет соеводам области, руководителям и специалистам хозяйств всех уровней в освоении современных приемов выращивания сои с учетом новых достижений научных исследований и передового опыта в решении задач отрасли соеводства.

Авторы признательны коллегам-исследователям – кандидатам сельскохозяйственных наук М. Д. Салтанову и М. С. Кузьмину, принимавшим участие в изучении минерального питания сои. Выражают искреннюю благодарность всем научным сотрудникам и лаборантам Всероссийского НИИ сои, которые в разные годы принимали участие и внесли весомый вклад в выполнение аналитических и экспериментальных работ, а также благодарят директора ГК «Дальневосточный аграрий» П. И. Ковшика за помощь, оказанную в подготовке и издании данной монографии.

---

## 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТА И ПОЧВ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Амурская область расположена в юго-западной части Дальнего Востока и занимает площадь 363,7 тыс. км<sup>2</sup>, это около 12% площади всего российского Дальнего Востока. Территория её в геоморфологическом отношении представляет сочетание гор и равнинных поверхностей.

Наибольшее сельскохозяйственное значение имеет Зейско-Буреинская равнина, занимающая 15% территории области. Отметки высоты над уровнем моря поверхности равнины повышаются от 500 на севере и до 200 метров на юге и юго-востоке. Земледелие в основном развито в южной части области, где находится 80–85% всей пашни Амурской области.

Кроме того, между реками Амуром и Зеей, хребтами Тукурингра – Джагды расположено Амуро-Зейское плато, равнинная поверхность которого удобна для сельскохозяйственного использования.

Развитие сельского хозяйства Приамурья определяется своеобразным сочетанием почвенно-климатических условий.

### 1.1. Климат

Климат Амурской области относится к муссонному по характеру формирования и к резко континентальному по температурным признакам. Он создается под влиянием азиатского континента и Тихого океана, имеющих различную температуру поверхности летом и зимой. Влияние материка проявляется главным образом зимой, а Тихого океана – летом.

Климат характеризуется неустойчивым гидротермическим режимом, коротким безморозным периодом, поздним возвратом холодов весной и ранним понижением температур осенью, неравномерным распределением по периодам вегетации тепла и влаги, резкими комбинациями дневных и ночных температур.

Среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца года января в сельскохозяйственных районах колеблется от –24°С до –46°С. Количество осадков в зимний период незначительно и составляет 3–4% годовой суммы. Высота снежного покрова колеблется от 10–12 см на юге, до 20–22 см на севере. Низкие температуры при небольшом количестве снега обуславливают глубокое промерзание почвы – от 2,5 до 3,5 метра.

Весна, как правило, сухая и холодная. Количество осадков в марте составляет 50–70 мм или 11–18% от годового количества. Весной влажность почвы определяется летне-осенними запасами предыдущего

---

года. Эти особенности климата необходимо учитывать при разработке технологий возделывания сои с учетом типа почвы и рельефа поля.

Лето теплое и влажное. С июля по сентябрь выпадает 286–350 мм осадков (66–76% годового количества), что нередко вызывает в июле–августе периодическое переувлажнение почвы. Самый теплый месяц – июль, среднемесячная температура 20–21°C (приложение 1–5). Высокая относительная влажность и температура воздуха способствуют развитию грибных, бактериальных и вирусных заболеваний растений.

Осень обычно сухая и теплая. Среднесуточная положительная температура воздуха в южных и центральных районах области удерживается до конца третьей декады октября, а в северной – до конца второй декады. Осадков выпадает 75–90 мм, или 16–19% годовой нормы. Безморозный период в южной части области составляет около 130 дней, в центральной – 113, а в северной 92–100 дней. Сумма активных температур воздуха выше 10° в южной зоне составляет 2100–2300°C, в центральной – 1900–2100°C, северной – 1700–1900°C.

В Амурской области, как и на всей планете, отмечается потепление климата. Если за столетний период (1910–2009 гг.) температура воздуха в апреле, мае и июне повышалась на 0,80–0,22°C, а в сентябре и октябре – на 0,01°C, то за последние 25 лет скорость повышения температуры увеличилась: в апреле и мае она составила 0,066°C в год, в июне и августе – 0,050, в сентябре – 0,040°C в год.

Сумма активных температур выше 10°C в г. Благовещенске и с. Садовом увеличилась на 170°C. Средняя продолжительность безморозного периода увеличилась по г. Благовещенску на 9 дней, по с. Садовому на 11 дней, а по Тамбовскому району примерно на 5–6 дней.

Сумма осадков за сто лет практически не изменилась. За последние годы среднегодовая норма осадков увеличилась всего на 5 мм. Поэтому гидротермический коэффициент (ГТК) Г. Т. Селянинова за последние 25 лет снизился на 0,1. В условиях повышения температуры при неизменном увеличении количества осадков отмечается повышение иссушения почвы в наиболее теплые периоды (В. В. Рачук, 2010. С. 37-44).

Решающее значение в формировании урожайности сои имеют погодные условия вегетационного периода. В большей мере на показатели урожайности оказывают погодные условия, складывающиеся в период всходов – цветения сои. Коэффициент парной корреляции между показателями урожайности и суммы температур в этот период составил 0,564, суммы осадков и ГТК, который учитывает и увлажнение

---

почвы, – 0,469 и 0,582 соответственно (И. Г. Ковшик, А. В. Науменко, 2015. С. 8-13).

## 1.2. Почвы

Почвы основных земледельческих районов Амурской области весьма разнообразны и отличаются рядом особенностей почвообразования. Б. А. Зимовец (1967) отмечал, что аналогичных почвенных условий в нашей стране нет.

Основными типами почв сельскохозяйственного использования являются: луговые черноземовидные, бурые лесные, луговые, лугово-бурые, бурые лесные глеевые и аллювиальные. Агрохимические свойства их освещены в работах А. И. Качияни (1954), Э. И. Шконде (1959), А. Т. Терентьева (1969), В. С. Онищука (2010), В. Т. Кураева (1978), Г. И. Иванова (1976), В. Ф. Прокопчук (2003), Г. В. Голова (1971) и других авторов.

*Луговые черноземовидные почвы* изучены наиболее полно. Расположены они на плоских водоразделах и слабопологих склонах Зейско-Буреинской низменности. Распространены в Тамбовском, Константиновском, Ивановском, части Михайловского, Белогорского, Октябрьского и Благовещенского районов.

Почвообразующие породы – покровные глины, реже делювиальные глины и суглинки, содержащие до 40% илистых частиц при почти полном отсутствии песчаных. Характерной особенностью этих почв является очень низкое содержание фракции песка – не более 3–4% (В. С. Онищук, 2010. 324 с.). Тяжелый гранулометрический состав неблагоприятно сказывается на водно-воздушном режиме этих почв. В период обильных дождей они заплывают и уплотняются. Верхние слои из-за низкой фильтрующей способности легко переувлажняются и плохо прогреваются, что ухудшает питание растений (В. В. Голубев, 1961. 32 с.).

Луговые черноземовидные почвы по мощности гумусового и переходного горизонтов делятся на мощные (А+АВ более 30 см), среднемощные (А+В до 30 см) и маломощные (А до 20 см). Мощные луговые черноземовидные почвы занимают неглубокие понижения и нижнюю часть склонов. Они отличаются высоким естественным плодородием. Содержание гумуса колеблется от 8 до 10%, сумма поглощенных оснований составляет 35–45 мг-экв на 100 г почвы. Реакция почвенной среды слабокислая и близкая к нейтральной. Обменная кислотность невысокая (рН<sub>сол</sub> 5,5–5,8).

Наиболее распространены среднемоштные луговые черноземовидные почвы. Естественное плодородие их ниже, чем мощных, содержание гумуса от 4 до 6%, сумма поглощенных оснований – 25–30 мг-экв на 100 г почвы, рН<sub>сол</sub> 5,0–5,8.

Маломощные луговые черноземовидные почвы отличаются пониженным содержанием гумуса (до 3%), которое резко падает в подпахотном слое. Сумма поглощенных оснований 20–30 мг-экв на 100 г почвы, рН солевой суспензии – 5,2–5,6. Особенностью луговых черноземовидных почв является повышенная гидролитическая кислотность, однако в известковании они не нуждаются (В. Т. Куркаев, 1965. 72 с.; Г. В. Голов, 1971. С. 108-151).

Гумусовый горизонт луговых черноземовидных почв содержит значительные валовые запасы азота, фосфора и калия. Содержание валового азота колеблется от 0,3 до 0,5%, общего фосфора – в пределах 0,2–0,3%, причем половина его приходится на органические формы и 40% – на труднорастворимые почвенные фосфатсодержащие минералы. Запасы калия весьма велики и составляют 2,0–2,5% от веса почвы (Г. В. Голов, 1971. С. 108-151).

По данным Э. И. Шконде (1959), из валового запаса азота на долю легкорастворимых минеральных форм приходится около 2%, а органических – 98%.

*Бурые лесные почвы* распространены отдельными массивами во многих районах области. Они приурочены преимущественно к высоким водоразделам и их склонам с выходом пород легкого гранулометрического состава суглинков, супесей и песков. Обычно они формируются на третичных песчаных и песчано-галечниковых отложениях под покровом бело-березовых лесов с примесью дуба (А. Т. Терентьев, 1969. 275 с.). По данным А. Н. Фирсова (1959), среди бурых лесных почв могут встречаться супеси, супесчанники и легкие глины.

Легкий гранулометрический состав обуславливает хорошие водно-воздушные свойства этих почв, они меньше переувлажняются, но при выпадении обильных осадков их пахотный слой подвержен эрозии. Общая площадь пашни бурых лесных почв составляет около 400 тыс. га или 30% общего пахотного фонда Амурской области.

Основной вклад в изучение агрохимических свойств бурых лесных почв внесли такие исследователи, как Э. И. Шконде (1959), А. Н. Фирсов (1959), В. Т. Куркаев (1965, 1972), А. Т. Терентьев (1969), В. С. Онищук (1969, 1970). По данным этих авторов в естественном состоянии почвы

имеют небольшую (5–10 см) мощность гумусового горизонта. В результате вспашки он перемешан на глубину 16–18 см и более, а содержание гумуса в пахотном слое снижается до 2–3%. В верхнем горизонте этих почв выражено биологическое накопление фосфора 0,04–0,40%, кальция 0,7–1,2%, магния 0,4–1,1% и в значительных количествах полуторных окислов железа и алюминия.

Сумма поглощенных оснований составляет 20–25 мг-экв на 100 г почвы, насыщенность основаниями 75–80% в связи с этим выборочно требуется известкование.

Подвижными формами элементов питания бурые лесные почвы обеспечены слабо: на легкогидролизуемые формы азота приходится 4%, на подвижные формы фосфора – 3% от валового показателя. По содержанию калия они относятся к среднеобеспеченным. В хозяйствах, где на этих почвах не применяются фосфорные удобрения в течение 8–12 лет, содержание подвижного фосфора, определяемого по методу А. Т. Кирсанова, составляет 4–9 мг/кг почвы.

*Бурые лесные глеевые почвы* распространены главным образом в Ромненском, Мазановском, Октябрьском, Серышевском и Белогорском районах. Почвы этого подтипа изучены слабее бурых лесных. Они занимают в основном плосковершинные водоразделы и слабовсхолмленные участки третьей надпойменной террасы реки Амур. Почвообразующие породы – тяжелые суглинки и глины.

По данным В. Ф. Ключевой (1982), почва относится к иловато-крупнопылеватым легким глинам. Гумусовый горизонт имеет кислую реакцию. Мощность гумусового горизонта в естественном состоянии составляет 10–12 см, на пашне она увеличена до 16–20 см. Содержание гумуса в пахотном слое – 2–6 %, в подпахотном резко снижается.

Бурые лесные глеевые почвы отличаются высокой кислотностью и очень низким содержанием подвижного фосфора (14–17 мг/кг почвы). Гидролитическая кислотность составляет 8–10 мг-экв на 100 г почвы (рН сол. суспензии 4,3–5,0). При такой кислотности требуется обязательное их известкование, которое снижает кислотность почвенного раствора и повышает доступность фосфора почвы и удобрений для сельскохозяйственных культур.

Тяжелый гранулометрический состав, кислая реакция, почти полное отсутствие водопроходной структуры способствуют заплыванию и уплотнению этих почв. Небольшие осадки, вызывают появление сплошной корки, резко ухудшающей водно-воздушные свойства почвы.

*Луговые почвы* формируются в условиях периодического избыточного переувлажнения, на пологих склонах и плоских вершинах водоразделов первой и второй надпойменных террас Амура. Материнские породы – плотные тяжелые некарбонатные глины (В. С. Онищук, 2010. 324 с.). Почвы отличаются невысоким плодородием. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3–4% и резко снижается в подпахотном.

Реакция почвенного раствора – от среднекислой до близкой к нейтральной (рН сол. суспензии 4,8–5,4). Гидролитическая кислотность пахотного слоя колеблется в больших пределах – от 5 до 11 мг-экв на 100 г почвы. Сумма поглощенных оснований – 17–28 мг-экв на 100 г почвы. Луговые почвы выборочно нуждаются в известковании.

При низком содержании подвижного фосфора (15–30 мг/кг почвы) и высокой гидролитической кислотности в этих почвах целесообразно проводить их фосфоритование, используя фосфориты местных месторождений.

*Лугово-бурые почвы* имеют ограниченное распространение среди массивов луговых черноземовидных почв Зейско-Буреинской равнины. Формируются на вершинах средних увалов и на шельфах сопок высоких равнин при близком залегании под четвертичными глинами третичных песков (В. Ф. Прокопчук, 2003. 58 с.).

Лугово-бурые типичные почвы по физико-химическим свойствам близки к луговым черноземовидным, но содержат меньше гумуса – 3,0–3,5% резко убывающего с глубиной. Эти почвы характеризуются слабокислой реакцией (рН сол. 5,3–5,9). Обменная кислотность в гумусовом горизонте незначительная (0,05–0,10 мг-экв на 100 г почвы). Гидролитическая кислотность значительно ниже, чем в луговых темных почвах и колеблется в пределах 1,7–2,9 мг-экв. Сумма поглощенных оснований – 24–25 мг-экв на 100 г почвы. Степень насыщенности почв основаниями составляет до 90% (В. С. Онищук, 2010. 324 с.).

По уровню потенциального плодородия лугово-бурые почвы уступают луговым черноземовидным почвам: содержание общего азота составляет 2,0–2,5%, фосфора 0,2–0,3%, а подвижного – до 20 мг/кг почвы. Как правило, почвы не нуждаются в известковании и применении калийных удобрений, отмечается высокая потребность сои на этих почвах в фосфоре.

*Аллювиальные почвы* распространены в поймах рек Амура, Зеи и их притоков, формируются на современных аллювиальных отложениях и отличаются легким гранулометрическим составом, обеспечивающим хорошие водно-физические свойства.

---

Аллювиальные почвы весьма разнообразны по мощности гумусового горизонта и агрохимическим показателям. Так, содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 1,4 до 5 %. Сумма поглощенных оснований 9,8–27,6 мг-экв на 100 г почвы. Кислотности почв – сильнокислая, слабокислая и близкая к нейтральной (рН сол. 3,8–5,8). Отдельные участки аллювиальных почв нуждаются в известковании. Большим разнообразием отличаются эти почвы и по содержанию подвижных форм элементов питания.

Анализ краткой агрохимической характеристики, используемых под пашню почв Амурской области подтверждает низкое содержание в них подвижного фосфора, что обуславливает высокую эффективность применения фосфорных удобрений под ведущую культуру – сою. Разнообразие почв и необходимость в целях повышения эффективности применения на них фосфорных удобрений при возделывании сои требуют более полного учета состава почвенных фосфатов, сорбционных свойств почв и трансформации в них фосфорных удобрений.

## 2. СОРТА СОИ, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Высокоурожайные сорта, обладающие в местных условиях наиболее ценными биологическими и хозяйственными свойствами, являются основным элементом любой технологии возделывания культуры.

В Амурской области возделывают в основном сою сортов маньчжурского подвида. Большая часть посевов занята сортами сои селекции Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (ВНИИ сои), это более 600 тыс. га или 85% от всей посевной площади (Каталог сортов сои Всероссийского НИИ сои, 2015. 96 с.; Н. Д. Фоменко, 2011. С. 57-60; 2013. С. 19-25).

При оценке сортов сои особое внимание уделяется таким хозяйственно важным показателям, как урожайность, продолжительность периода вегетации и его отдельных фаз, высота растений и прикрепления нижних бобов, растрескивание бобов при созревании, дробление семян при уборке, содержание жира и белка в семенах.

Продолжительность периода вегетации является одним из основных показателей сорта сои, определяющих возможность его выращивания в определенных экологических условиях. В настоящее время в области ежегодно возделывается более 30 сортов сои, которые, согласно производственной классификации, делят на 4 группы по скороспелости (И. Г. Ковшик, 2013. 20 с.):

1. Ультраскороспелая – 90 и менее дней.
2. Скороспелая – 91–102 дня.
3. Среднеспелая – 103–114 дней.
4. Позднеспелая – 115 и более дней.

В числе возделываемых в Амурской области сортов сои – Алёна, Аннушка, Бонус, Вега, Веретейка, ВНИИС 1, Гармония, Грация, Даурия, Евгения, Закат, Кардоба, Кофу, Лазурная, Лидия, Луч Надежды, Максус, Малага, Марината, МК 100, Нега 1, Октябрь 70, Оресса, Персона, Соер 4, Соната, Терек, Тундра, Умка, Черемош, Юрна – девять из которых занимают в общей площади посева культуры более 1% (рис. 2.1).



**Рисунок 2.1.** Доля сортов в общих посевах сои в Амурской области

В Амурской области доля сортов сои скороспелой группы в общих посевах составляет 31,1%, среднеспелой – 49,6% и позднеспелой – 7,6%. Такое соотношение между сортами, различающимися по продолжительности периода всходов–созревания, можно считать близким к оптимальному. Однако в отдельных хозяйствах набор сортов различных групп по скороспелости во многих случаях не соответствует гидротермическим условиям и хозяйственным возможностям. Значительные площади (11–14%) засевают несортовыми семенами.

За последние годы неоправданно сократились посевы скороспелых сортов сои (от 40,6% в 2010 г. до 31,1% в 2015 г.). Незначительные площади занимают перспективные сорта, такие как Умка, Лазурная, МК 100, Вега, Нега 1 и другие.

### 2.1. Краткая характеристика основных сортов сои

**Сорт Вега** относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *flavida* Enk. Согласно производственной классификации, сорт среднеспелый, период вегетации 104–114 дней. Высота растений 65–86 см, высота прикрепления нижних бобов 18,7–21,1 см. Форма куста полусжатая, формирует 2–4 высокорослые ветки, стебель с прямым окончанием, верхушка стебля средней выпуклости. Листья широкояйцевидные, с заостренным окончанием, цветок фиолетовый. Бобы 2–3-семянные, коричневые, опушение рыжее. Семена желтые, рубчик цвета семени. Сорт среднеустойчив к возбудителям бактериоза, септориоза, филлостиктоза, устойчив к корневым гнилям.

Урожайность семян – 2,5–3,0 т/га. Масса 1000 семян – 210–227 г. Содержание в семенах белка 38,5–40,0 %, содержание жира – 18,3–20,4%.

По данным китайских агрономов семена сои этого сорта, полученные в Михайловском районе, содержат до 43% белка, что привлекает покупателей из соседней страны (КНР). Несмотря на это – соя данного сорта занимает небольшие площади посева в области. Сортовая агротехника в производственных условиях отработана недостаточно. Ситуация не совсем положительная и заслуживает особого внимания. В условиях вегетационного опыта соя сорта Вега сформировала самую высокую урожайность. Это свидетельствует о том, что у сорта высокий потенциал.

В условиях вегетационного опыта высота растений сои сорта Вега достигает 66 см, прикрепления нижнего боба – 16 см; количество веток 3,1 шт., бобов – 37 шт.; средняя урожайность 16,0 г на 1 растение, в том числе на ветках 7,63 г (48%) и на стебле 8,33 г (52%), урожайность соломы 12,3 г на 1 растение, соотношение зерна к соломе 1,3 (рис. 2.2).



Рисунок 2.2. Сорт сои Вега

Продолжительность периода всходов-цветения составляет в среднем 30 дней, цветения – 19 дней, периода цветения-созревания – 49 дней, вегетации – 98 дней.

**Сорт Гармония** относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *flavida* Епк. Согласно производственной классификации, сорт среднеспелый. Период вегетации – 102–107 дней. Растение средней высоты – 65–86 см, высота прикрепления нижних бобов 13–16 см. Растения формируют 3–5 веток. Форма куста полусжатая, стебель с прямым окончанием, верхушка средней выполненности. Листья узкие (ланцетовидные), цветок белый. Бобы 2–4-семянные, коричневые, опушение рыжее. Бобы не растрескиваются, однако требуется своевременная уборка. Сорт среднеустойчив к распространенным болезням сои. Устойчив к гербицидам Трефлан, Нитран, Галакси Топ, применение других гербицидов (Пивот и его аналоги) может удлинить период вегетации.

Урожайность семян 2,7–3,4 т/га. Масса 1000 семян 154–181 г. Содержание в семенах белка 37,5–39,6%, жира – 19,3–22,0%.



**Рисунок 2.3.** Сорт сои Гармония

По данным Тамбовского сортоучастка, за 13 лет испытаний средняя урожайность 2,37 т/га, с колебаниями по годам 1,05–3,77 т/га. Период вегетации – 106 дней с колебаниями по годам – 99–119 дней. Высота прикрепления нижних бобов 10–15 см. Масса 1000 семян 137,5–190,8 г.

В условиях вегетационного опыта высота растений сорта Гармония достигает 64 см, прикрепления нижнего боба – 17 см; количество веток 3,3 шт., бобов 38 шт.; средняя урожайность 14,7 г на 1 растение, в том числе на ветках 7,23 г (49%) и на стебле 7,43 г (51%), урожайность соломы 11,9 г на 1 растение, соотношение зерна к соломе 1,24 (рис. 2.3).

Продолжительность периода всходов-цветения – 33 дня, цветения – 16 дней, цветения-созревания – 52 дня, вегетации – 101 день.

Сорт Алёна относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *communis* Enk; создан путем многократного индивидуального отбора из местной сортовой популяции во ВНИИ сои.

Согласно производственной классификации, сорт позднеспелый. Продолжительность периода вегетации 110–125 дней, в среднем 117 дней. Средняя урожайность семян 3,56 т/га. Масса 1000 семян 152–200 г. Содержание в семенах белка 38,1–38,7 %, жира 18,0–19,9 %. (Каталог сортов сои селекции ВНИИ сои, 2015. 96 с.).

По данным Тамбовского сортоучастка, за 6 лет испытаний средняя урожайность – 2,56 т/га (колебания по годам 1,87–3,32 т/га), период вегетации 119 дней (106–129 дней).

Сорт Даурия относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *communis* Enk. Среднеспелый, период вегетации 104–110 дней. Рекомендован для возделывания в зонах с суммой активных температур 2200–2700 °С. Высота растений 70–100 см, высота прикрепления нижних бобов 15,7–17,9 см. Куст компактный, количество веток ограничено, стебель прямой с выполненной верхушкой, листья крупные широкоовальные с заостренным окончанием, цветок фиолетовый. Бобы 2–3-семянные, серые, опушение светлое. Созревание бобов дружное. Данный сорт сои устойчив к гербицидам Трефлан, Нитран, Пивот, Базагран, к бактериальным и грибным болезням сои.

Урожайность сорта 2,8–3,5 т/га. Масса 1000 семян 182–215 г. Содержание в семенах белка 37,3–40,3%, жира 19,9–21,9%.

Сорт является стандартом для среднеспелой группы. По данным Тамбовского сортоучастка, средняя урожайность за 13 лет испытаний соста-

вила 2,57 т/га (с колебаниями по годам 1,27–3,64 т/га), период вегетации – 111 дней. Высота прикрепления нижних бобов 11–14 см. Масса 1000 семян 164–194 г.

В условиях вегетационного опыта высота растений сои сорта Даурия достигает 66 см, прикрепления нижнего боба – 17 см; количество веток 2,0 шт., бобов 40 шт.; средняя урожайность 14,4 г на 1 растение, в том числе на ветках 3,73 г (26%) и на стебле 10,7 г (74%), урожайность соломы 13,3 г на 1 растение, соотношение зерна к соломе 1,08 (рис. 2.4).

Продолжительность периода всходов-цветения – 36 дней, цветения – 21 день, периода цветения-созревания – 47 дней, вегетации – 104 дня.



Рисунок 2.4. Сорт сои Даурия

Сорт Лазурная относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *soyminis* Епк. Согласно производственной классификации, сорт среднеспелый, продолжительность периода вегетации 104–116 дней. Высота растений 60–90 см, высота прикрепления нижних бобов 13–18 см. Растения формируют от 2 до 4 веток, ветки высокие. Форма куста полусжатая, верхушка стебля с прямым окончанием, листья крупные

широкоовальные, с заострённым окончанием, цветок фиолетовый. Бобы 2–3-семянные, серые, опушение светлое. К бактериальным и грибным болезням среднеустойчив.

Урожайность семян 2,1–3,3 т/га. Масса 1000 семян 193–203 г. Содержание в семенах белка 38,7–41,4%, жира 19,4–20,9%.

По данным Тамбовского сортоучастка, за 8 лет испытаний средняя урожайность составила 2,5 т/га с колебаниями по годам 1,24–3,64 т/га. Период вегетации 110 дней с колебаниями по годам 100–125 дней. Высота прикрепления нижних бобов 13–17 см, масса 1000 семян 181–187 г.

В условиях вегетационного опыта высота растений сои сорта Лазурная достигает 70 см, прикрепления нижнего боба – 17 см (рис. 2.5).

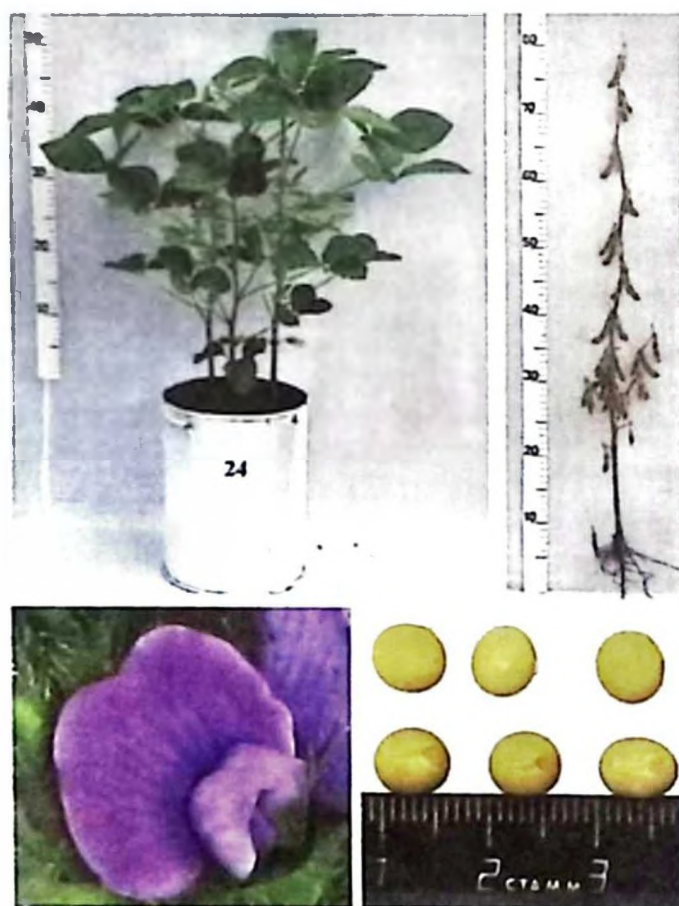


Рисунок 2.5. Сорт сои Лазурная

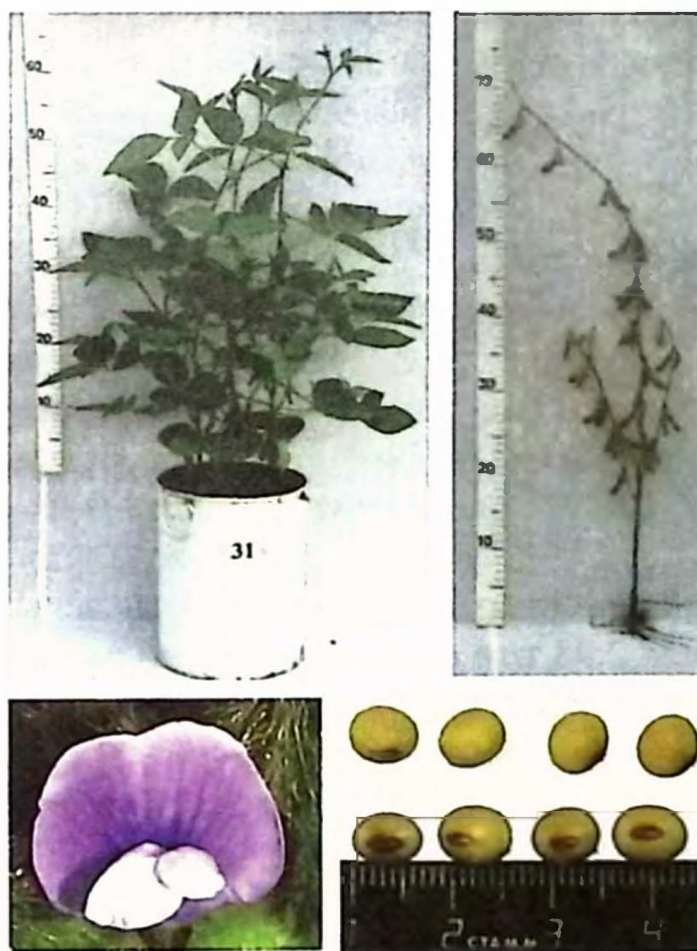
Количество веток 2,1 шт., бобов 41 шт.; средняя урожайность 13,3 г на 1 растение, в том числе на ветках 3,10 г (23%) и на стебле 10,23 г (77%), урожайность соломы 12,7 г на 1 растение, соотношение зерна к соломе 1,05.

Продолжительность периода всходов-цветения 36 дней, цветения – 20 дней, период цветения-созревания 48 дней, вегетации – 104 дня.

**Сорт Лидия** относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *sordida* Enk. Согласно производственной классификации, сорт скороспелый. Период вегетации 96–104 дней, от всходов до цветения 32–36 дней, предназначен для возделывания в умеренно-холодных сое-сеющих регионах.

Высота растений 57–90 см, высота прикрепления нижних бобов 12,6–18,0 см. Растения формируют 2–5 веток, форма куста полусжатая, стебель с прямым окончанием, верхушка стебля средней выполненности. Листья заостренно-яйцевидные, цветок фиолетовый. Бобы 2–3-семянные, коричневые, опушение рыжее, семена желтые, рубчик коричневый. Созревание бобов дружное, уборку рекомендуется проводить при хозяйственной спелости, при перестое на корню возможно слабое растрескивание бобов, при низкой влажности семян (8–10%) отмечается дробление. Сорт пластичный, хорошо приспособлен к гидротермическому режиму Амурской области.

Урожайность 2,30–3,05 т/га. Масса 1000 семян 158–168 г. Содержание в семенах белка 39,3–41,1%, жира 20,6–21,8% (рис. 2.6).



**Рисунок 2.6.** Сорт сои Лидия

Сорт является стандартом для скороспелой группы. По данным Тамбовского сортоучастка, за 12 лет испытаний средняя урожайность сои этого сорта составила 2,19 т/га (колебания по годам 1,00–3,04 т/га), период вегетации 102 дня (97–113) дней. Последние три года высота прикрепления нижних бобов 11–15 см, масса 1000 семян – 150,4–163,8 г.

В условиях вегетационного опыта высота растений сои сорта Лидия достигает 72 см, прикрепления нижнего боба – 15 см; количество веток 2,8 шт., бобов 41 шт.; средняя урожайность – 13,2 г на 1 растение, в том числе на ветках 5,43 г (41%) и на стебле 7,77 г (59%), урожайность соломы 10,6 г на 1 растение, соотношение зерна к соломе 1,24.

Продолжительность периода всходов-цветения 27 дней, цветения – 10 дней, периода цветения-созревания 58 дней, вегетации – 95 дней.

Сорт МК 100 относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *flavida* Enk. Согласно производственной классификации, сорт среднеспелый, период вегетации 106–112 дней.

Высота растений 57–92 см, высота прикрепления нижних бобов 14–20 см. Форма куста сжатая, формирует до 3-х веток и ветки второго порядка. Лист 3-листочковый, форма листа ланцетовидная, цветок фиолетовый. Бобы 2–3-семянные, незначительное количество четырехсемянные, коричневой окраски с рыжим опушением. Семена шаровидной формы, желтые, поверхность семян гладкая. Рубчик коричневый, средний, овальной формы. Растения к возбудителям бактериоза, септориоза среднеустойчивы, филлостиктоза и корневым гнилям устойчивы.

Урожайность семян средняя – 2,18 т/га, максимальная – 3,97 т/га. Масса 1000 семян 122–164 г. Содержание в семенах белка 37,8–38,9%, жира 19–20,9%.

По данным Тамбовского сортоучастка, за 4 года испытаний средняя урожайность составила 2,93 т/га с колебаниями по годам 2,59–3,24 т/га. Период вегетации – 116 дней с колебаниями по годам 112–125 дней. Высота прикрепления нижних бобов 14–24 см, масса 1000 зерен 160–169 г.

В условиях вегетационного опыта высота растений сои сорта МК 100 достигает 64 см, прикрепления нижнего боба – 17 см (рис. 2.7).

Количество веток 2,4 шт., бобов 38 шт.; средняя урожайность 14,5 г на 1 растение, в том числе на ветках 4,67 г (23%) и на стебле 9,83 г (68%), урожайность соломы 13,5 г на 1 растение, соотношение зерна к соломе 1,48.

Продолжительность периода всходов-цветения 35 дней, цветения 17 дней, периода цветения-созревания 58 дней, вегетации – 110 дней.



Рисунок 2.7. *Сорт сои МК 100*

**Сорт Нега 1** относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *flavida* Епк. Согласно производственной классификации, сорт среднеспелый, период вегетации 110–116 дней.

Сорт устойчив к пониженным температурам в период прорастания. Высота растений 70–93 см, высота прикрепления нижних бобов 14,8–22,8 см. Форма куста сжатая, верхушка стебля с прямым окончанием в отдельные годы склонна к завиванию. Листья заостренно-яйцевидные, цветок фиолетовый. Бобы 2–3-семянные, коричневые, опушение рыжее, созревание дружное. Семена желтые, рубчик цвета семени. К бактериальным и грибным болезням среднеустойчив.

Урожайность семян средняя – 3,29 т/га. Масса 1000 семян 157–183 г. Содержание в семенах белка 38,6–39,6%, жира 19–21,9%.

По данным Тамбовского сортоучастка, за 7 лет испытаний средняя урожайность семян составила 2,48 т/га с колебаниями по годам 1,19–3,38 т/га. Период вегетации 113 дней, с колебаниями по годам от

100 до 125 дней. Высота прикрепления нижних бобов 13–20 см. Масса 1000 семян 160–170 г.

В условиях вегетационного опыта высота растений сои сорта Нега 1 достигает 77 см, прикрепления нижнего боба – 17 см; количество веток 4,0 шт., бобов 47 шт.; средняя урожайность 14,9 г на 1 растение, в том числе на ветках 7,47 г (50%) и на стебле 7,47 г (50%), урожайность соломы 14,6 г на 1 растение, соотношение зерна к соломе 1,02 (рис. 2.8).

Продолжительность периода всходов-цветения 37 дней, цветения 19 дней, периода цветения-созревания 52 дня, вегетации – 108 дней.



Рисунок 2.8. Сорт сои Нега 1

Сорт Соната относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *flavida* Enk. Согласно производственной классификации, сорт скороспелый, период вегетации 94–100 дней, предназначен для возделывания в умеренных холодных соесеющих регионах.

Сорт средне-высокорослый, высота растений 68–85 см, высота прикрепления нижних бобов 14–18 см. Куст компактный, слабо ветвистый (1–2 ветки), ветки высокие, практически равны главному стеблю. Стебель с хорошо выполненной верхушкой, листья заостренно-яйцевидные,

цветок фиолетовый. Бобы 2–3-семянные, коричневые, опушение рыжее. Семена желтые, рубчик цвета семени. Соя данного сорта слабо поражается бактериями и грибными болезнями.

Урожайность семян 2,4–3,1 т/га. Масса 1000 семян 126–156 г. Содержание в семенах белка 38,8–40,9 %, жира 20,0–20,7%.

По данным Тамбовского сортоучастка, за 13 лет испытаний средняя урожайность составила 2,19 т/га (1,05–3,17 т/га), период вегетации 103 дня (98–115 дней). Последние три года высота прикрепления нижних бобов 11–19 см, масса 1000 семян 134–138 г.

В условиях вегетационного опыта высота растений сои сорта Соната достигает 88 см, прикрепления нижнего боба – 18 см; количество веток 1,7 шт., бобов 47 шт.; средняя урожайность 13,1 г на 1 растение, в том числе на ветках 3,43 г (26%) и на стебле 9,67 г (74%), урожайность соломы 13,4 г на 1 растение, соотношение зерна к соломе 0,98 (рис. 2.9).

Продолжительность периода всходов-цветения 29 дней, цветения – 21 день, цветения-созревания 48 дней, вегетации – 98 дней.



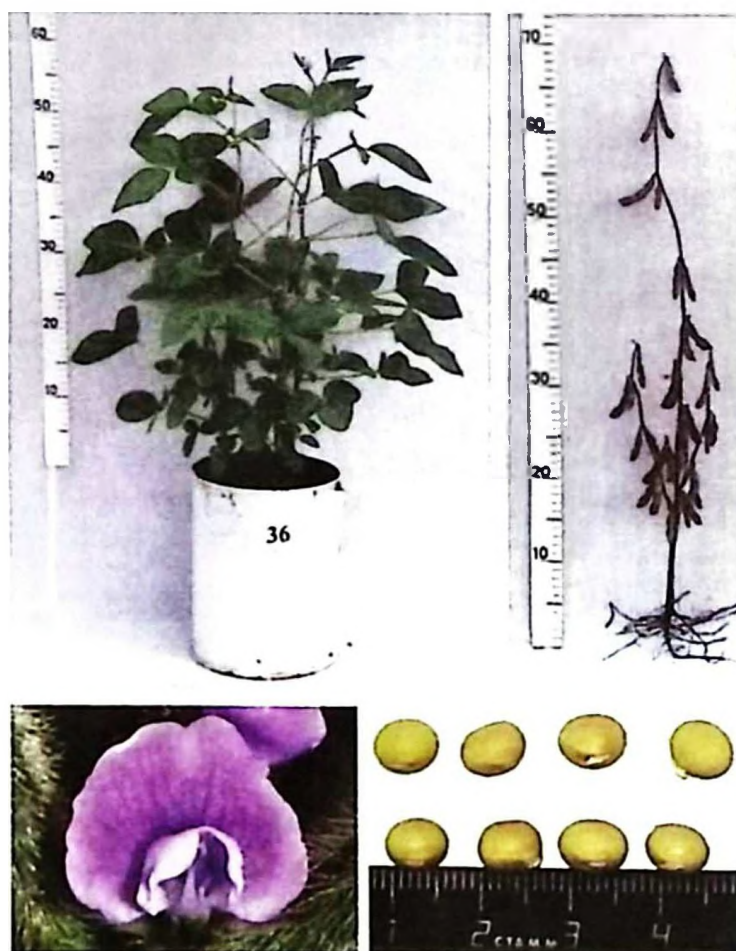
Рисунок 2.9. Сорт сои Соната

**Сорт Соер 4.** Согласно производственной классификации сорт скороспелый. Период вегетации 91–103 дня. Куст полусжатый, слабоветвистый, листья средние заострённо-яйцевидные, цветок фиолетовый. Бобы 2–3-семянные, коричневые, опушение рыжее. Высота растений 46–55 см, высота прикрепления нижних бобов 7–10 см. Созревание дружное.

По данным Тамбовского сортоучастка за 10 лет испытаний средняя урожайность 2,12 т/га, период вегетации 104 дня.

В условиях вегетационного опыта высота растений сои сорта Соер 4 достигает 65 см, прикрепления нижнего боба – 12 см; количество веток 3,6 шт. бобов 30 шт.; средняя урожайность 11,5 г на 1 растение, в том числе на ветках 5,30 г (46 %) и на стебле 6,20 г (54 %), урожайность соломы 8,8 г на 1 растение, соотношение зерна к соломе 1,31 (рис. 2.10).

Продолжительность периода всходов – цветения – 28 дней, цветения – 9 дней, цветения – созревания – 59 дней, вегетации – 96 дней.



**Рисунок 2.10.** Сорт сои Соер 4

---

**Сорт Грация** относится к маньчжурскому подвиду, апробационной группе *flavida* Enk.; создан методом искусственной гибридизации с последующим многократным индивидуальным отбором с оценкой по потомству.

Согласно производственной классификации, сорт относится к скороспелой группе. Продолжительность периода вегетации составляет 94 дня (90–97 дней). По результатам испытаний сорт Грация в условиях ограниченного теплового пояса способен формировать высокую урожайность – 1,98–3,28 т/га (Каталог сортов сои селекции Всероссийского ВНИИ сои, 2015. 96 с.).

Высота растений 50–80 см, высота прикрепления нижних бобов 11–13 см. Формирует до 2-х основных веток. Масса 1000 семян 121–160 г, содержание в семенах белка 38,8–39,8%, жира 20,3–21,5%.

По данным Тамбовского сортоучастка, за 7 лет испытаний урожайность сорта составила в среднем 2,06 т/га, продолжительность вегетации – 104 дня.

## **2.2. Биологические особенности сортов сои, возделываемых в Амурской области**

Соя как культурное растение сформировалось в теплом, муссонном климате, требует для нормального роста и развития большого количества тепла и влаги.

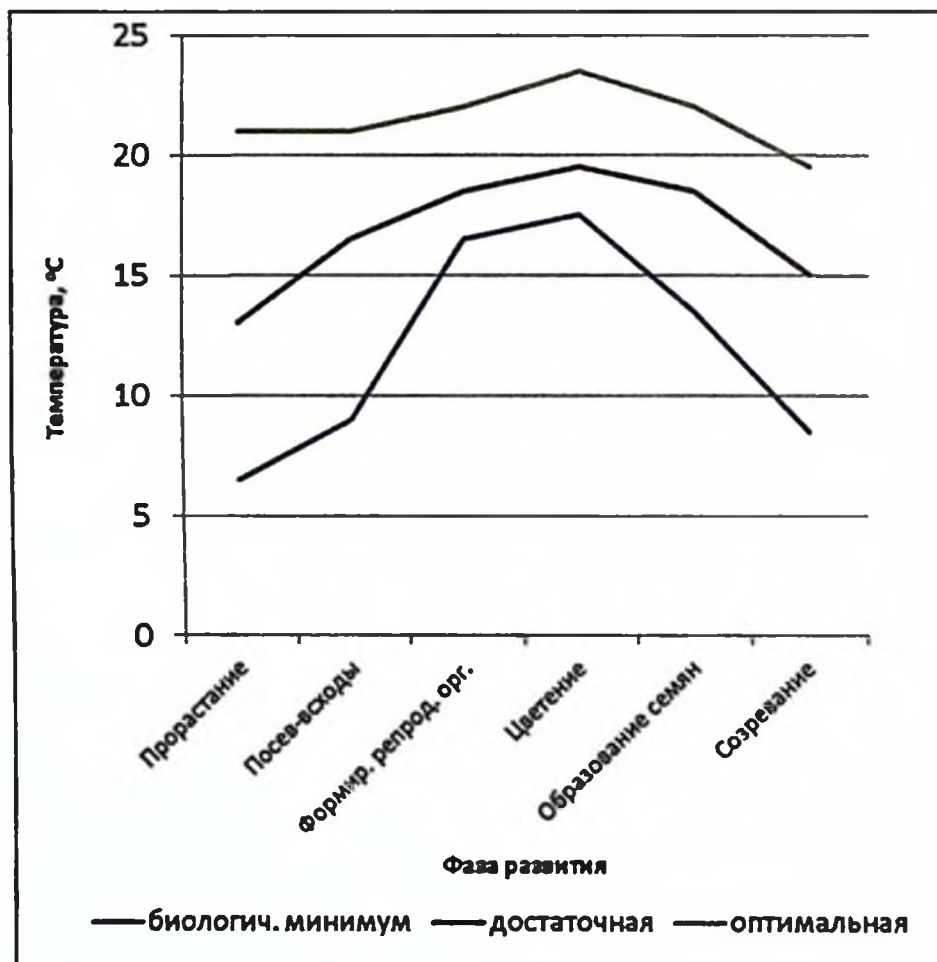
Благодаря достижениям селекции на Дальнем Востоке созданы сорта сои, для нормального роста, развития и созревания которых требуется сумма активных температур от 1800 до 2600°C, слабо реагирующие на длину светового дня, а также сорта, проростки семян которых и растения на ранних стадиях развития устойчивы к пониженным температурам (Каталог сортов сои Всероссийского НИИ сои, 2015. 96 с.).

### **2.2.1. Потребность сои в тепле**

В литературе нет единого мнения об отношении сои к теплу. Многие авторы считают сою теплолюбивой культурой (Г. Т. Лавриненко, 1978. 189 с.; В. В. Бурлака, 1970. 396 с.; А. Г. Новак, 1964. 104 с.). Среди зернобобовых культур соя относится к группе теплолюбивых (В. Б. Енкен, 1963. С. 134-158). Сумма активных температур (свыше 10°C) за вегетацию составляет для очень ранних сортов 1700–1900 °C, ранних сортов 2000–2200 °C, среднеспелых – 2600–2750 °C и очень поздне-

спелых – 3000–3200°C (В. Б. Енкен, 1959. 622 с.). Для большинства современных сортов сои сумма активных температур колеблется от 1700 до 3000°C (Ю. П. Мякушко, 1984. 332 с.).

По данным В. Б. Енкена (1959), в течение всего периода вегетации сои от прорастания семян до созревания оптимальной является температура 19–25°C, а биологический минимум от 6 до 18°C (рис. 2.11).



**Рисунок 2.11.** Биологический минимум, достаточная и оптимальная температура для растений сои в различные фазы (по средним данным)

Есть мнение, что к теплу соя довольно индифферентна с учётом биологических особенностей сортов. Для завершения полного цикла вегетации скороспелым и среднеспелым сортам достаточно суммы активных температур 2400–3000°C, позднеспелым – 3000–3600°C. Минимальные, достаточные и оптимальные температуры воздуха колеблются в фазы роста и развития растений от 6–7 до 22–25°C (табл. 2.1). Максимально безвредные параметры прогревания могут достигать в фазу цветения 35–37°C (В. Ф. Баранов, 2009. 322 с.).

Таблица 2.1

Отношение сои к температуре окружающей среды в фазы роста и развития растений, в градусах Цельсия  
(В. Ф. Баранов, 2009. 322 с.)

Фаза роста и развития растений	Биологический минимум	Температура, °С		
		достаточная	оптимальная	избыточная (ингибирующая)
Проращивание семян	6–7	12–14	20–22	25–26
Всходы	8–10	15–18	20–22	28–30
Ветвление	16–17	18–19	21–23	32–34
Цветение	17–18	19–20	22–25	35–37
Налив семян	13–14	18–19	21–23	33–35
Созревание	8–9	14–16	19–20	27–30

Селекционерами ВНИИ сои были созданы сорта, способные прорасти при температуре 4°С. В настоящее время в коллекции института имеются сортообразцы сои, способные прорасти при температуре от 0 до 5°С (Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои, 2015. 96 с.). Это позволяет возделывать сою не только в южной зоне, но и в северной, где сумма активных температур колеблется от 1748 до 2043°С (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Температурные показатели зон возделывания сои  
в Амурской области

Переход температуры выше 10°С	Сумма активных температур (выше 10°С)	Среднесуточная температура воздуха по месяцам, °С					Период с t выше 10°С
		май	июнь	июль	август	сентябрь	
Южная зона							
11–14.05	2071–2322	10,9	17,1	20,7	18,5	11,6	128–134
Центральная зона							
16–18.05	2031–2123	9,9	16,7	20,4	18,1	11	125–130
Северная зона							
17–22.05	1748–2043	9,2	16,2	19,7	17	10	116–124

Таким образом, в южной зоне области успешно можно возделывать сорта сои с периодом вегетации до 118–120 дней, в центральной – до 112–114 и северной – до 100–102 дней.

### 2.2.2. Потребность сои во влаге

Публикаций, освещающих отношение сои к влажности почвы, много, однако единого мнения у исследователей по данному вопросу нет. Даже по такому вопросу, легкому на первый взгляд, как потребность в воде семян сои для набухания и прорастания – большие противоречия. По данным В. Ф. Кузина (1976), количество влаги, необходимой для прорастания семян сои, равно приблизительно 50% их веса. В брошюре «Соя в южных районах Амурской области» отмечается, что семена сои, прорастая, потребляют количество воды до 250% собственного веса (В. И. Рафальский, 1972. 124 с.). Большинство авторов считают, что для набухания и нормального прорастания семян требуется 150%-е (или близкое к этому) количество воды от их веса (В. Ф. Баранов, 2009. 322 с.; А. П. Ващенко, 2010. 436 с.; А. В. Федотов, 2013. 432 с.; Технология возделывания сои, 2010. 46 с.).

Бурлака В. В. (1965) отмечает, что соя успешно произрастает при выпадении 600–700 мм осадков. Даже непродолжительная засуха ведет к значительному снижению урожая. В более поздней работе В. В. Бурлака (1970) утверждает, что успешное возделывание сои возможно при условии выпадения 500–600 мм осадков.

По данным П. И. Колоскова (1932), оптимальное условие обеспеченности растений сои влагой создается при выпадении 300–350 мм осадков в летние месяцы. Некоторые авторы считают, что для получения максимальной продуктивности соевого растения в период всходов-цветения требуется влажность 70% от полевой влагоемкости почвы (ППВ), в период формирования бобов – налив семян – 80% ППВ, а в период созревания 60–70% ППВ. А. Т. Грицун (1981) утверждает, что даже при повышенной влажности почвы (90–100% ППВ) соя не страдает от избытка влаги и дает высокий урожай.

В результате исследований, выполненных в Амурской области (А. В. Хван, Р. Д. Прилипенко, 1966. С. 106-107) установлено, что у сои при избыточном увлажнении почвы отмечено угнетение ростовых процессов и задержка развития ассимиляционного аппарата и созревание семян.

---

На основании данных вегетационных опытов А. А. Жарких (1976) пришел к выводу, что при выращивании сои в период всходов-бобообразования при пониженной, а в репродуктивный период при повышенной влажности почвы рост листьев и формирование бобов совпадают по времени. При одинаково повышенной влажности почвы (80% ППВ) в течение вегетации растения раньше и сильнее затеняются, что снижает их продуктивность. Однако наблюдениями установлено, что основные причины интенсивного нарастания площади листьев до фазы цветения сои и взаимного затенения растений, опадения цветков и завязей бобов связано с повышенной нормой высева семян и избыточным питанием растений минеральным азотом. При оптимальной норме высева для каждого сорта и питания сои биологически связанным азотом рост и развитие вегетативных и репродуктивных органов растений, как правило, совпадают. К сожалению, автор совершенно проигнорировал вопрос азотного питания сои биологическим азотом. Отождествление понятий потребность и потребление воды соей в первоначальный период развития приводит к неправильному выводу о том, что соя засухоустойчива до фазы цветения.

Потребление воды до фазы цветения небольшое, так как в этот период очень медленно происходит нарастание надземной массы растений. Вместе с тем, при пониженной влажности (40% ППВ) почвы количество клубеньков и их масса снижаются в 3,0 и 2,5 раза, соответственно, по сравнению с влажностью 70% ППВ, что отрицательно сказывается на питании сои азотом и урожайности (В. Ф. Кузин, 1983. 58 с.).

Для получения высокого урожая бобовых культур, в том числе и сои, нужна оптимальная влагообеспеченность в течение всей вегетации (Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои, 2015. 96 с.).

В условиях вегетационного опыта изучение водопотребления сортами сои: позднеспелым Марината, среднеспелым Нега 1 и скороспелым Лидия свидетельствует, что оно существенно изменялось по периодам роста и развития в зависимости от уровня увлажнения почвы. В фазу первого тройчатого листа одно растение потребляло 27–31 грамм воды при влажности почвы 45% ППВ. С увеличением влажности почвы до 95% ППВ водопотребление возрастало, в зависимости от сорта, в 1,4–1,7 раза (табл. 2.3).

Таблица 2.3

## Потребление воды сортами сои, мл/сутки на 1 растение

Вариант	Период развития сои			
	первый 3-й лист, 04.07	начало цветения, 18.07	цветение, бобообразование, 23.07	конец цветения, налив семян, 01.08
Марината				
45% ППВ	31	50	47	152
70% ППВ	41	74	74	301
95% ППВ	44	87	87	331
Нега 1				
45% ППВ	28	53	54	155
70% ППВ	39	78	82	338
95% ППВ	45	99	98	350
Лидия				
45% ППВ	27	45	43	143
70% ППВ	40	76	84	302
95% ППВ	46	88	92	292

В период формирования семян потребление воды резко возрастает. У сорта Марината при влажности почвы 45% ППВ расход воды увеличился в 3,2 раза, а при влажности 70% и 95% ППВ в 4,1 и 3,8 раза, соответственно. Аналогичное увеличение потребления воды было у сорта Нега 1 и несколько меньше у скороспелого сорта Лидия при влажности почвы 70 и 95% ППВ, соответственно. Формирование урожайности семян находится в прямой зависимости от потребления воды растениями (табл. 2.4).

Сорт Нега 1 в период формирования семян расходовал большое количество воды и сформировал самую высокую урожайность – 25,2–51,0 г/сосуд. Самые низкие расходы воды и урожайность были у сорта Лидия – 143–292 г/сутки и 20,5–43,1 г/сосуд, соответственно.

Фенологическими наблюдениями установлено, что у скороспелого сорта Лидия цветение началось через 28 дней во втором узле, а в первом узле формировались ветки, независимо от уровня увлажнения почвы. Через 31 день у сорта Марината начали формироваться ветки в первом узле при влажности почвы 95% ППВ. У сорта Нега 1 ветки формировались во втором и третьих узлах, а у скороспелого сорта Лидия отмечено цветение в четырех нижних узлах.

Таблица 2.4.

## Влияние влажности почвы на урожайность сои, 2009 г.

Вариант	Урожайность сои, г/сосуд			Разница по влажности, г/сосуд		Средняя урожайность сои по сорту, г/сосуд
	общая	соломы	семян	опти- мальная	повышен- ная	
Марината						
45% ППВ	49,7	27,1	22,6	–	–	–
70% ППВ	92,4	53,1	39,3	16,7	–	–
95% ППВ	110,0	64,7	45,3	22,7	6,0	35,7
НСР <sub>05</sub>	–	6,6	2,5	–	–	–
Нега 1						
45% ППВ	57,2	31,1	25,2	–	–	–
70% ППВ	102,5	57,9	44,6	19,4	–	–
95% ППВ	130,6	79,5	51,0	25,8	6,4	40,3
НСР <sub>05</sub>	–	10,0	2,5	–	–	–
Лидия						
45% ППВ	33,7	13,2	20,5	–	–	–
70% ППВ	69,0	30,4	38,6	18,1	–	–
95% ППВ	76,0	34,8	43,1	22,6	4,5	34,1
НСР <sub>05</sub>	–	3,0	1,7	–	–	–

У сои сорта Марината цветение началось через 32 дня, а у сорта Нега 1 – через 33 дня. В связи с тем, что у сои сорта Нега 1 формировалось веток больше, чем у сортов Лидия и Марината, цветение этого сорта было более продолжительным, а соответственно, и период вегетации был больше, чем у сорта Марината. Количество бобов у всех сортов при недостатке влаги было практически одинаковым, а при увеличении влажности оно возрастало, особенно у сорта Нега 1. Так, у скороспелого сорта Лидия количество бобов на ветках было 21–29%, у Маринаты – 29–42%, а у сорта Нега 1 их значительно больше, чем на главном стебле – 56–63%. Это необходимо учитывать при разработке сортовой агротехники сои.

### 2.2.3. Отношение к почвам

Соя предъявляет высокие требования к почвам, хотя может расти практически на всех. При этом её урожайность изменяется в большом диапазоне. Не пригодны для возделывания сои солонцы, солончаки и заболоченные почвы.

Длительная практика возделывания сои на полях Приморья свидетельствует, что эта культура прежде всего высоко отзывчива на наличие

---

в почве органического вещества, которое, минерализуясь в течение всего вегетационного периода, обеспечивает растения легкодоступными элементами питания, особенно нитратами (А. Т. Грицун, 1981. 160 с.; А. П. Ващенко, 2010. 436 с.).

При возделывании сои особое внимание следует обращать на реакцию почвенного раствора. Оптимальное значение рН для сои составляет 6,5, хотя она может нормально развиваться в диапазоне рН от 3,9 до 9,6 (В. Б. Енкен, 1959. 622 с.). Главным источником кислотности в местных почвах являются соединения N, Al, Mn, Fe, Cu, и Zn (А. А. Федчун, 1997. 146 с.). При повышенной кислотности почвы увеличивается растворимость и подвижность этих элементов, что является токсичным для сои.

Сила проникающей в почву корневой системы сои невысокая, поэтому плотность почвы имеет большое значение для развития растений (А. К. Лещенко, 1978. 236 с.). В опытах ВНИИ сои на луговой черноземовидной почве при ее уплотнении от 1,13 до 1,18 г/см<sup>3</sup>, вес растений сои снизился на 22,4%, корней – на 30%, а урожайность семян – на 0,24 т/га. Дальнейшее уплотнение почвы (до 1,22 г/см<sup>3</sup>) отрицательно повлияло на развитие и продуктивность растений. Их масса снизилась на 35,6%, масса корней – на 37,9%, урожайность семян – на 0,40 т/га (В. Н. Макаров, 1976. С. 99-103).

Хозяйствам при оценке почвенных ресурсов необходимо учитывать и сортовые особенности сои. В результате экологических исследований десяти сортов сои установлено, что урожайность некоторых сортов существенно зависит от типа почвы. Так, сорт Юг 40 на луговой черноземовидной почве независимо от погодных условий формировал урожайность на 0,39 т/га ниже стандарта Гармония и на 0,93 т/га выше – при возделывании на легкой пойменной почве. Аналогичную зависимость проявил сорт сои Оресса, который формирует урожайность на бурой лесной почве выше, чем на луговой черноземовидной и лугово-бурой почвах. Поэтому при подборе сортов необходимо проводить их сравнительную оценку на почве, имеющей наибольшее распространение в каждом хозяйстве.

#### **2.2.4. Требование к свету**

Соя – светолюбивое растение. Не всегда эта её особенность учитывается при выращивании. При загущении посевов у растений резко увеличиваются междоузлия, стебли вытягиваются и теряют способность образовывать боковые ветви и бобы (В. В. Бурлака, 1970. 396 с.).

По световому режиму соя – растение южного короткого дня. В условиях удлиненного светового дня период её вегетации увеличивается. Это

является главным препятствием продвижения даже скороспелых сортов на север. В. А. Золотницкий (1962) отмечал, что такое положение верно только для сортов южного, маньчжурского, китайского, индийского и славянского происхождения. Сорты сои амурского подвида слабо реагируют на длину дня. По данным Ю. П. Мякушко (1972), установлено, что на каждые 1,0–1,5° широты местности (110–160 км) должен быть свой сорт сои. По данным А. К. Лещенко (1978), изменение широты на 1° сопровождается изменением межфазных периодов растений, особенно у средне- и позднеспелых сортов. Обобщенные данные по сортоиспытанию скороспелых сортов сои, возделываемых в настоящее время на Тамбовском и Мазановском сортоучастках, свидетельствуют, что сорта по-разному реагируют при продвижении на север (табл. 2.5).

Сорт сои Лидия при выращивании в южной зоне (Тамбовский сортоучасток) в среднем за 14 лет сформировал урожайность 2,17 т/га, период вегетации составил 101 день. В северной зоне (Мазановский сортоучасток) период вегетации увеличился на 3 дня, а урожайность – на 0,11 т/га. У сорта Соната период вегетации не изменился при возделывании в южной и северной зонах области, но продвижение на север повлияло на урожайность этого сорта – снизилась на 0,28 т/га. На 2–3 дня увеличился период вегетации при выращивании на севере сортов сои Соер 4 и Грация. У них урожайность осталась практически одинаковой, независимо от зоны выращивания.

*Таблица 2.5*

**Урожайность скороспелых сортов сои на Тамбовском и Мазановском сортоучастках в 2001–2014 гг.**

Тамбовский ГСУ			Мазановский ГСУ		
Срок испытаний, лет	Урожайность сои, т/га	Период вегетации, дни	Срок испытаний, лет	Урожайность сои, т/га	Период вегетации, дни
Лидия					
14	2,17	101	14	2,28	104
Соната					
17	2,26	103	14	1,98	103
Соер 4					
10	2,12	103	11	2,12	105
Грация					
6	2,24	103	6	2,28	106
Умка					
4	2,25	105	4	2,50	108

Характерной особенностью растения сои является наличие у него узлов, на которых располагаются листья, ветви и органы плодоношения. Сорты сои существенно различаются по количеству листьев, их размеру, числу ветвей, длине побегов и черешков, форме куста. Все это влияет на освещенность посевов, особенно в нижнем ярусе, наиболее продуктивном у большинства сортов сои. Поэтому к возделыванию каждого сорта сои необходим индивидуальный подход с применением агротехники, которая будет соответствовать его биологическим особенностям.

Стеблестой сои освещается равномерно тогда, когда в период образования бобов листья смыкаются на высоте 30–40 см от земли (И. Ф. Беликов, 1963. С. 88-94).

### 2.3. Распространение и сортовое размещение сои

Ограничивающими факторами соеяния на территории Амурской области являются короткий безморозный период, невысокая сумма активных температур, длинный световой день. Они не регулируются человеком в открытом поле.

По термическим условиям вегетационного периода область разделена на пять агроклиматических районов (Агроклиматический справочник по Амурской области, 1970. 136 с.). Первый район, наиболее теплый, занимает южную часть области; сумма активных температур в нем более 2200°C. Второй район, теплый; имеет сумму температур 2200–2000°C. Третий умеренно теплый; сумма температур здесь составляет 2000–1800°C. Четвертый, умеренно прохладный; сумма температур в нем составляет 1800–1600°C. Пятый район, прохладный с суммой температур ниже 1600°C. В зависимости от различной степени увлажнения выделяют три подрайона: а) умеренно влажный – ГТК 1,6; б) влажный – ГТК 1,6–2,0; в) избыточно влажный – ГТК более 2,0.

По гидротермическим условиям Амурская область делится на три зоны соеяния: южную, центральную и северную (Агроклиматический справочник по Амурской области, 1970. 136 с.).

В результате целенаправленной селекционной работы сорта, возделываемые в Приамурье, существенно отличаются по требованиям к агроклиматическим условиям их возделывания от ранее существующих. Сорта Амурской селекции характеризуются пониженными требованиями к сумме активных температур. Благоприятные условия для развития средне-спелых сортов создаются при сумме температур 2000–2400°, скороспелых – 1700–1900°C. По мнению В. Ф. Кузина, Л. К. Малыш (1977), северной границей возможного распространения сои в Амурской области следу-

ет считать Зейский район, где сумма средних температур выше 10°C, в течение вегетационного периода составляет 1748°C. В связи с коротким безморозным периодом продолжительность вегетации сортов не должна превышать 82–90 дней. В Мазановском и Шимановском районах создаются нормальные условия для возделывания ультраскороспелых сортов с периодом вегетации 85–90 дней и скороспелых с периодом вегетации 91–98 дней. Сумма активных температур в этих районах составляет 1914–1932°C, безморозный период – 103–121 день.

Вместе с тем, распространение сои определяется не только минимальными значениями суммы активных температур и безморозного периода, обеспечивающих вызревание сорта районированного в области, но и материально-техническими и трудовыми ресурсами.

Разработаны агроклиматические ресурсы и оценка биоклиматической продуктивности земель всех центральных усадеб бывших колхозов и совхозов Амурской области (Л. И. Сверлова, 1986. 180 с.). Эти рекомендации предварительно можно использовать для определения сортового размещения сои в ближайших селах, а в дальнейшем – для каждого хозяйства, они нуждаются в уточнении. Данные по агроклиматическим ресурсам в сокращенном виде приведены в приложении 5.

В связи с тем, что в каждом хозяйстве целесообразно выращивать не менее двух сортов сои различных по скороспелости, было рассчитано необходимое количество активных температур для сортов четырех групп спелости (табл. 2.6).

*Таблица 2.6*

**Потребность сортов сои различных групп спелости  
в сумме активных температур**

Группа спелости и период вегетации сорта, дни	Сумма активных температур, °С
<b>Ультраскороспелые</b>	
85	1681
90	1768
<b>Скороспелые</b>	
91	1787
102	1946
<b>Среднеспелые</b>	
103	1997
114	2193
<b>Позднеспелые</b>	
115	2211
120	2301

---

В ближайшие годы позднеспелые сорта сои с периодом вегетации более 120 дней высевать не рекомендуется, так как даже в южной зоне, за исключением отдельных микрозон, им не хватает тепла для созревания.

Таким образом, если на территории хозяйства сумма активных температур менее 1680°C нужны сорта с периодом вегетации менее 85 дней. В настоящее время скороспелый сорт сои Закат с периодом вегетации 85–95 дней (Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои, 2015. 96 с.) и ультраскороспелый сорт Северная 4 – период вегетации 85–86 дней (Т. П. Рязанцева, 1975. С. 30–34) можно успешно возделывать в хозяйствах с суммой положительных температур 1681–1768°C. При наличии суммы температур 1780–1950°C можно возделывать ультраскороспелые и скороспелые сорта; при обеспечении теплом на уровне 1990–2200 °C целесообразно высевать среднеспелые и скороспелые сорта, а при сумме температур 2200–2300°C, в зависимости от технической оснащенности хозяйств и наличия кадров механизаторов, желательно иметь набор сортов.

Таким образом, в южной зоне области в современных условиях скороспелые сорта должны занимать 40–50%, среднеспелые 30–40% и позднеспелые (до 120 дней) 10–15%. В центральной зоне доля скороспелых сортов увеличивается до 50-60%, а среднеспелых снижаться до 40–50%, в северной зоне следует высевать ультраскороспелые и скороспелые сорта.

При выборе сортов для хозяйств необходимо учитывать их биологические особенности, почвенно-климатические условия, обеспеченность хозяйств специалистами и материально-технические возможности.

---

### **3. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В ПРИАМУРЬЕ**

Технология возделывания сои – это сельскохозяйственный комплекс, включающий многие элементы, выполнение которых строго обязательно в каждой зоне возделывания (А. П. Ващенко, 2010. 436 с.).

Большое разнообразие почвенно-климатических условий и хозяйственно-экономическое состояние сельхозпредприятий с различной периодичностью во времени инициировали разработку обновленных технологий возделывания сои: промышленной, энергосберегающей, адаптивно-ландшафтной, интенсивной, адаптивной, прогрессивной и других.

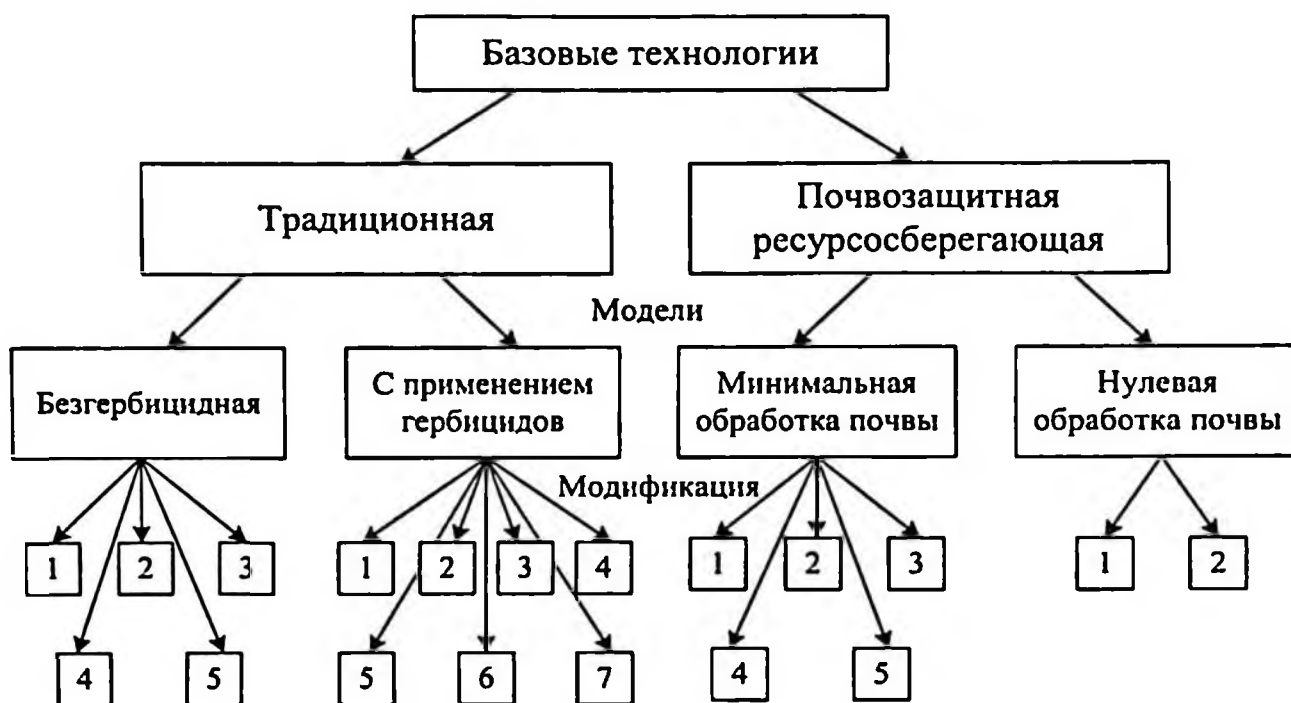
Несмотря на множество предложенных технологий, основными агроприёмами возделывания сои они практически не различаются. Особенности отдельных технологий касаются, как правило, агроприемов, не существенно влияющих на урожайность культуры, что в нынешних условиях экономически невыгодно.

#### **3.1. Характеристика технологий, моделей и модификаций**

В последние годы сельхозпроизводители больше внимания уделяют возделыванию среднеспелых и позднеспелых сортов как более продуктивных, порой необоснованно и неоправданно. Интенсивно осуществляется оснащение сельхозпредприятий современными почвообрабатывающими агрегатами, высокопроизводительными комбайнами, эффективными гербицидами. Новые данные, полученные по агротехнике сортов сои с различным периодом вегетации и способами обработки почвы, вызвали необходимость обобщить и конкретизировать технологии возделывания сои, разделив их по моделям и модификациям, сложившимся в Приамурье (рис. 3.1).

По факторам интенсивности обработки почвы, применению гербицидов и средств защиты растений против вредителей и болезней все разнообразие применяемых в области технологий можно объединить в две базовые: традиционная и почвозащитная ресурсосберегающая.

В свою очередь традиционная технология включает две модели без применения гербицидов и с применением гербицидов. Почвозащитная ресурсосберегающая технология включает тоже две модели, но базирующиеся на минимальной и нулевой обработках почвы. В зависимости от агроприемов, сортов, гербицидов, применяемых в различных хозяйствах, модели технологий возделывания сои состоят из разнообразных модификаций.



Примечание – цифрами обозначено количество агроприемов  
 Рисунок 3.1. Схемы технологий возделывания сои в Приамурье

В Приамурье в настоящее время используются в основном две модели возделывания сои: модель традиционной технологии, основанная на применении основной обработки почвы и гербицидов, и модель почвозащитной ресурсосберегающей технологии, включающая минимальную обработку почвы с применением гербицидов. Безгербицидная модель традиционной технологии и модель нулевой обработки почвы почвозащитной ресурсосберегающей технологии применяются на ограниченных площадях.

Применение на почвах Амурской области традиционной технологии предусматривает глубокую (на 16–20 см, в зависимости от типа почвы) основную обработку почвы, осеннюю вспашку отвальными плугами различных видов, а также плугами другого типа, плоскорезами и дискаторами. Дальнейшие операции по обработке почвы включают культивацию, дискование, боронование. Их набор, количество и последовательность зависит от типа почвы, засоренности, количества соломы и пожнивных остатков на поле.

Традиционная технология характеризуется интенсивной обработкой почвы, при которой на поверхности поля нет органических остатков и комков, что повышает вероятность ветровой и водной эрозии.

---

Почвозащитная ресурсосберегающая технология базируется на безотвальной обработке почвы плоскорезами и тяжелыми культиваторами или на нулевой обработке почвы. В первом случае в поле остается значительная часть органических остатков в виде соломы, стерни и пожнивных остатков. Во втором случае все органические остатки после уборки предшественника сохраняются на поверхности почвы. При данной технологии воздействие сельхозорудий на почву носит щадящий характер. Особенно это важно для легких бурых лесных, аллювиальных почв, пахотный слой которых хорошо дренируемый. Размещены они, как правило, на склонах различной степени крутизны.

Обе указанные выше технологии включают по две модели, которые в свою очередь, в зависимости от набора агроприемов, подразделяются на несколько модификаций.

Обработка почвы и применение гербицидов тесно связаны с моделью одной из технологий, по которой планируется выращивание сои в будущем году. Поэтому результаты исследований по этим вопросам рассматриваются в комплексе: модель технологии обработка почвы применение гербицидов.

### **3.2. Безгербицидная модель традиционной технологии**

Данная модель применялась в области на всей площади посева сои до середины 70-х годов прошлого столетия. В это время в хозяйствах не было эффективных гербицидов, и борьба с сорняками осуществлялась исключительно механическим способом. В настоящее время эта модель применяется на 8–12% от общей площади посевов сои. В будущем она может занимать значительные площади при соответствующих ценах на экологически чистое зерно для производства диетического и детского питания, лекарств. Агротехника возделывания на том этапе развития отрасли соеводства наиболее полно освещена в работах исследователей Амурской сельскохозяйственной опытной станции, ВНИИ сои и ДальНИИСХ (К. К. Малыш, 1951. 64 с.; В. И. Рафальского, 1972. 124 с.; В. В. Бурлака, 1971. 96 с. и других). Она предусматривала использование наиболее продуктивных сортов по лучшим предшественникам: хорошо обработанный, чистый и занятый пар, пласт и оборот пласта многолетних трав, пшеница. Исключался посев сои по подсолнечнику и сое.

В системе мероприятий, направленных на получение высокой урожайности сои особое место отводится обработке почвы. Большое влияние уделяется подготовке ранней августовской, глубоко вспаханной и

---

выровненной с осени зяби. Вспашка ведется плугами с предплужниками в агрегате с боронами по предварительно лущенному жнивью. По мере появления всходов сорняков их необходимо уничтожать дисковыми луцильниками или паровыми культиваторами с боронованием.

Весенняя обработка почвы для всех районов области начинается с ранневесеннего боронования и прикатывания зяби. По мере появления многолетних сорняков проводят культивацию на глубину 12–14 см. Перед посевом необходимо провести культивацию или дискование на глубину заделки семян с последующим боронованием. Последнюю весеннюю обработку проводят не ранее, чем накануне сева или в день сева. В первую очередь широкорядным способом засевают поля, чистые от сорняков.

Уход за посевами включает 3–4 боронования. Посевы, выполненные до 15–20 мая, требуют больше довсходовых боронований, а более поздние – послевсходовых. На каждое довсходовое боронование норму высева семян увеличивают на 5–6%, а послевсходовое – на 10–12%.

Культивацию посевов сои начинают, как только обозначатся рядки. В зависимости от засоренности проводят 2–3 междурядные культивации.

### **3.3. Модель возделывания сои с применением традиционной технологии, основанной на внесении гербицидов**

Подготовка почвы под сою при возделывании её по данной технологии заключается в проведении глубокой (18–20 см) зяблевой обработки плугами различных марок, тяжелыми культиваторами, плоскорезами или дискаторами сразу после уборки предшественника. В таком случае предшественниками обычно являются зерновые или рано убираемые кормовые культуры. Через 5–8 дней по мере отрастания сорняков, проводится культивация на глубину 10–12 см с боронованием. После первой глубокой культивации можно применить тяжелые бороны типа БДТ-7 или дискаторы с последующим боронованием.

Весной на этих полях проводится закрытие влаги, а перед посевом – культивацию, легкими культиваторами с боронами в двух направлениях. На хорошо обработанной почве, не имеющей комков и органических остатков, вносят под предпосевную культивацию один из проверенных почвенных гербицидов: Трефлан в дозе 3 л/га с немедленной заделкой; Трофи 90 – 2 л/га или Фронтьер – 1,2 л/га. В фазу 1–3-тройчатых листьев сои применяют гербициды с учетом видового состава сорняков и степени засоренности каждого поля.

---

Опытами, выполненными в 2010–2012 гг., установлено, что на хорошо подготовленной почве на фоне почвенного гербицида эффективность листовых гербицидов, вносимых по вегетирующей сое, невысока.

### **3.4. Модель возделывания сои с применением почвозащитной ресурсосберегающей технологии основанной на минимальной обработке почвы**

При выращивании сои с применением модели минимальной обработки почвы заслуживают внимания несколько модификаций с повышенным расходом гербицидов. Для основной обработки почвы используют различного типа безотвальные плуги и плоскорезы, тяжелые культиваторы. Осенью проводят только одну обработку почвы, что позволяет сохранить на поверхности значительную часть стерни, органических остатков, предохраняющих почву от эрозии и способствующих накоплению в ней влаги. Весной проводят выравнивание почвы и закрытие влаги с учетом возможности хозяйства – 1–2 предпосевные обработки. В зависимости от интенсивности предпосевной обработки почвы применяется различный набор гербицидов. Наличие на поверхности почвы остатков соломы и стерни, а также комков в результате некачественной обработки существенно снижают эффективность почвенных гербицидов. В таком случае следует применять по вегетирующей сое гербициды в повышенных дозах. Например, Галакси топ 1,5 л/га + Зелек супер 0,7 л/га; Галакси топ 1,5 л/га + Арамо 45 1,5–2,0 л/га; Галакси топ 1л/га + Пульсар 0,5 л/га + Арамо 45 1,5 л/га. При хорошей подготовке почвы эффективно предпосевное внесение почвенных гербицидов.

При выращивании сои на основе применения минимальной обработки почвы заслуживают внимания несколько модификаций с обязательным применением гербицидов группы глифосатов. Используют наиболее эффективные гербициды Ураган Форте или Раундап Экстра, калийные соли глифосата кислоты, содержащие ПАВ.

При возделывании позднеспелых и среднеспелых сортов, посев семян которых проводится до 15–20 мая, в зависимости от погодных условий, гербициды в дозе 1,5 л/га действующего вещества вносят по стерне раноубираемого предшественника (ячмень, пшеница), через 15–20 дней в августе – начале сентября. Через 30–35 дней проводится обработка почвы на глубину 7–10 см культиватором, дисками или каким-либо другим широкозахватным орудием. Весной, в зависимости от возможности, проводят еще одну мелкую обработку почвы, боро-

---

нование и выполняют посев. Но можно ограничиться только боронованием.

Под скороспелые сорта глифосат вносят весной после всходов различных видов полыни и осота, что, как правило, бывает на стерне после 20–25 мая, в зависимости от влажности почвы и температуры. Через 10–12 дней проводится неглубокая обработка почвы, боронование в 1–2 следа и посев. По вегетирующим растениям сои применяются гербициды с учетом видового состава сорняков и степени засоренности на конкретном поле.

### **3.5. Модель возделывания сои основанной на нулевой обработке почвы с применением почвозащитной ресурсосберегающей технологии**

В условиях Амурской области нулевая обработка почвы (прямой посев сои, no-till) ограничена рядом факторов. В связи с крайне неравномерным выпадением осадков ливневого характера тяжелые луговые черноземовидные среднemocные и маломощные, лугово-бурые, луговые почвы заплывают и сильно уплотняются при высыхании. Это вызывает образование глубоких трещин и быструю потерю почвенной влаги. Весна в области, как правило, засушливая и к моменту посева скороспелых сортов сои почва теряет весь запас влаги. Из-за низкой урожайности сельскохозяйственных культур и незначительной массы побочной продукции на поверхности почвы слой мульчи не образуется. Её роль в местных условиях может выполнить мелкая обработка почвы, которая предотвращает растрескивание почвы при высыхании. Кроме того, короткий безморозный период не способствует перегниванию соломы и пожнивных остатков. Это затрудняет посев сои, особенно сеялками с анкерными сошниками. Значительно затрудняется посев при повышенной влажности почвы и прорастании однолетних сорняков.

В США, Бразилии, Канаде обширные площади посева сои занимают генномодифицированные сорта, которые обрабатываются глифосатами по вегетирующим растениям, что значительно облегчает борьбу с сорняками.

Для прямого посева сои в местных почвенно-климатических условиях необходимо подбирать «сухие» поля с легкими почвами, которые при выпадении осадков не заплывают, а при высыхании не уплотняются с образованием трещин. Малопродуктивные почвы Дальнего Востока, предназначенные для возделывания сои с применением прямого посева,

---

необходимо предварительно готовить: проводить известкование, улучшать фосфатный режим.

В условиях Приамурья прямой посев сои нельзя рассматривать как альтернативу технологии, включающей обработку почвы. При благоприятных погодных условиях и использовании набора высокоэффективных гербицидов прямой посев сои дает хорошие результаты.

#### 4. ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

Плодородные почвы – фундамент высокой стабильной урожайности сои. На окультуренных почвах она всегда выше, независимо от погодных условий вегетационного периода. Мощным средством повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур являются удобрения, при условии их правильного применения.

Значительные площади пахотных земель Амурской области представлены слабоокультуренными почвами, имеющими маломощный пахотный слой, подстилаемый водонепроницаемыми глинами, низкое содержание гумуса, кислую реакцию среды, содержание подвижных форм фосфора и молибдена, неблагоприятные физические свойства. Сезонная почвенная мерзлота в весеннее и раннелетнее время, частая смена сухих и переувлажненных периодов ослабляют микробиологическую деятельность в почвах, что отрицательно сказывается на пищевом режиме почв.

В 90-е годы в области практически не вносили известь и фосфоритную муку, мало применяли минеральных удобрений – 6,4–7,1 кг питательного вещества на 1 га посева сои. За последние пять лет применение удобрений возросло до 7,9–8,5 кг  $P_2O_5$  на 1 га, при этом баланс фосфора в почвах Приамурья остался отрицательным (–54 %). При таком балансе фосфора в почвах не приходится рассчитывать на более высокую урожайность, чем 1,2–1,3 т/га.

В вышеизложенных условиях получение высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур возможно лишь при осуществлении комплекса мероприятий, направленных на улучшение плодородия почв путем обогащения их органическим веществом, известкования и фосфоритования кислых почв, эффективного применения минеральных, бактериальных и микроудобрений.

Обобщение экспериментальных данных за 50 лет, полученных в длительном стационарном опыте (рис. 4.1, 4.2 и 4.3), заложенном в трехкратной повторности во времени (1962–1964 гг.) на луговой черноземовидной почве в пятипольном севообороте (табл. 4.1), позволило проследить за изменением плодородия под влиянием длительного применения удобрений.



**Рисунок 4.1.** Пшеница сорта Арюна, закладка 1962 г.  
Опытное поле ВНИИ сои (с. Садовое Тамбовского р-на Амурской обл.)



**Рисунок 4.2.** Соя сорта Лидия, закладка 1963 г.  
Опытное поле ВНИИ сои (с. Садовое Тамбовского р-на Амурской обл.)



**Рисунок 4.3.** Соево-овсяная смесь на сено, закладка 1964 г.  
Опытное поле ВНИИ сои (с. Садовое Тамбовского р-на Амурской обл.)

**Таблица 4.1**

**Схема длительного стационарного опыта по изучению системы удобрений в севообороте**

Внесено удобрений за ротацию севооборота	Среднегодовая нагрузка удобрений на 1 га севооборотной площади	Номер поля севооборота (культура)				
		1* (овес)	2 (соя)	3 (пшеница)	4 (соя)	5 (пшеница)
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	—	—	—	—	—	—
P <sub>150</sub>	P <sub>30</sub>	P <sub>30</sub>	P <sub>60</sub>	P <sub>60</sub>	—	—
N <sub>120</sub>	N <sub>24</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	—	—
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub>	N <sub>24</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>	P <sub>60</sub>	—
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>24</sub> P <sub>30</sub> K <sub>24</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	P <sub>60</sub>	—
N <sub>210</sub> P <sub>240</sub>	N <sub>42</sub> P <sub>48</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	—	N <sub>30</sub>

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7
$N_{210} P_{240}$	$N_{42} P_{48}$	$N_{90} P_{60}$	$N_{30} P_{60}$	$N_{60} P_{60}$	$P_{30}$	$N_{30} P_{30}$
$N_{210} P_{240}$	$N_{42} P_{48}$	$N_{90} P_{60}$	$P_{60}$	$N_{60} P_{30}$	$P_{30}$	$N_{60} P_{30}$
$N_{120} P_{150}$ навоз 24 т	$N_{24} P_{30}$ навоз 4,8 т	$N_{60} P_{30} +$ навоз 12 т	$N_{30} P_{60}$	$N_{30}$	$P_{60}$	—

Примечание – \*1 поле: кукуруза + соя, первая и вторая ротации (1962–1973 гг.); соя + овес, 3–7, 9–10 ротации (1972–1998 гг.); соя на сидерат, 8 ротация (1997–2003 гг.); овес на зерно, 11–12 ротации (2012–2023 гг.)

По результатам российских исследователей Л. Л. Щетиной (1990) и Г. Н. Яновой (1992) длительное (20–25 лет) использование черноземов и серой лесной почвы без удобрений приводило к ухудшению физико-химических свойств. Многими исследователями отмечено, что длительное применение одних только минеральных удобрений также ухудшает физико-химические свойства черноземов и дерново-подзолистых почв, повышает все виды кислотности и содержание подвижного алюминия, снижает сумму поглощенных оснований и степень насыщенности почв (Р. Ф. Макаров, 2001. С. 46-47; О. С. Псарева, 2001. С. 52-57; В. В. Огороков, 1997. С. 20-28; Н. М. Тишков, 2003. С. 37-48; В. А. Сметанова, 2004. 23 с.; Е. В. Попов, 2005. С. 73-76).

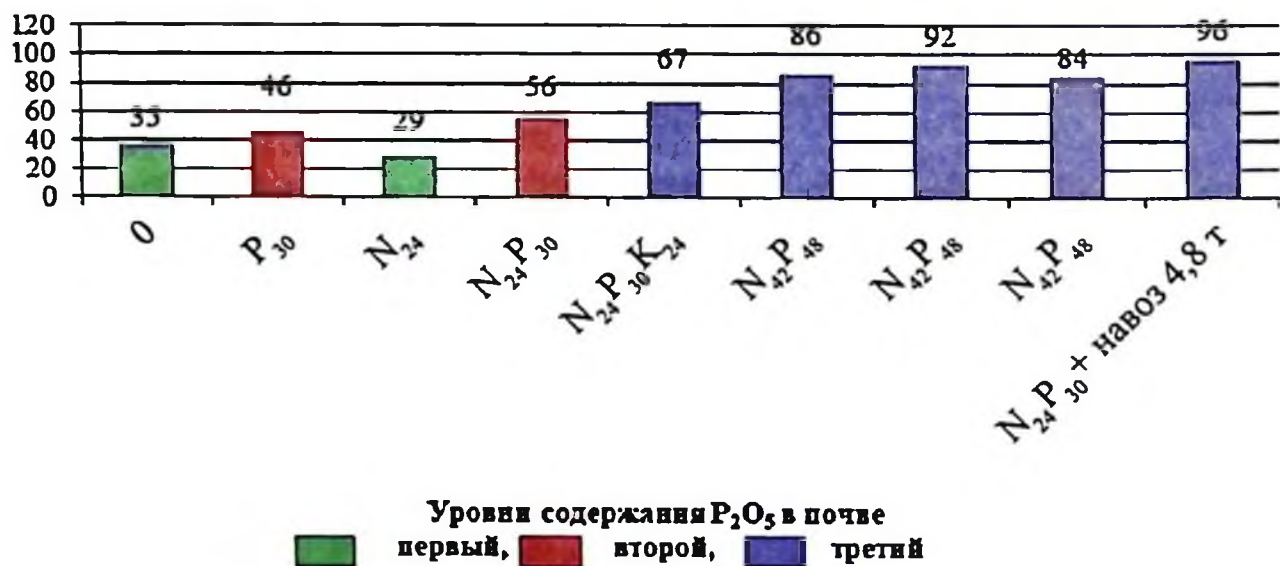
Повышенная кислотность почв ускоряет процесс вымывания кальция и магния из пахотного слоя и, следовательно, снижает степень насыщенности почв основаниями, ухудшая почвенное плодородие (В. Д. Муха, 2003. С. 5-7; Д. А. Мазен, 2005. С. 12-15). Внесение органических удобрений положительно влияет на кислотные свойства черноземов и серых лесных почв (С. М. Надежкин, 1996. С. 378-379).

В наших опытах, по данным Р. Н. Степкиной (2001), за тридцатилетний период внесения удобрений не изменились физико-химические свойства луговой черноземовидной почвы: рН<sub>сол.</sub> суспензии по ротациям колебалось в пределах 5,1–5,3 ед., гидро-

литическая кислотность увеличивалась при внесении одних только азотных удобрений на 0,5 мг-экв на 100 г почвы, при внесении азотно-фосфорных и азотно-фосфорных с навозом она увеличилась всего на 0,1 мг-экв на 100 г почвы, не изменились показатели содержания поглощенных оснований и степени насыщенности почв основаниями.

Применение минеральных удобрений в течение десяти ротаций севооборота оказало существенное влияние на ряд агрохимических показателей почвы. Самое низкое содержание подвижного фосфора (29 мг/кг) отмечается при внесении одних азотных удобрений в дозе 24 кг д. в. на 1 га севооборотной площади. При внесении различных доз фосфорных удобрений к концу десятой ротации в среднем по трем закладкам опыта сформировались 3 уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором: первый – содержание  $P_2O_5$  меньше 35 мг/кг, второй – 36–56 мг/кг и третий – более 56 мг  $P_2O_5$  на 1 кг почвы (рис. 4.4).

мг/кг почвы



**Рисунок 4.4.** Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы длительного стационарного опыта, в среднем за десятую ротацию севооборота

Достоверное увеличение содержания обменного калия в почве установлено при внесении органоминеральных удобрений (табл. 4.2).

Таблица 4.2

**Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы  
длительного стационарного опыта,  
в среднем по трем закладкам (2011–2013 гг.)**

Внесено за 10 ротаций севооборота, кг д. в. на 1 га	Hr	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Σ	pH <sub>сол.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		N <sub>мин</sub>	K <sub>2</sub> O	Гумус, %
	мг-экв на 100 г почвы					мг/кг	мг/л	мг/кг		
0	4,8	16,5	6,0	22,5	5,0	35	0,044	12,8	197	4,31
P <sub>1500</sub>	4,6	16,7	5,6	22,3	5,1	46	0,092	12,8	195	4,28
N <sub>1200</sub>	4,8	16,2	5,7	21,9	5,0	29	0,041	12,8	195	4,23
N <sub>1200</sub> P <sub>1500</sub>	4,9	16,4	5,6	22,0	5,0	56	0,087	13,5	191	4,30
N <sub>1200</sub> P <sub>1500</sub> K <sub>1200</sub>	4,8	16,8	6,0	22,8	5,0	67	0,159	12,4	211	4,43
N <sub>2100</sub> P <sub>2400</sub>	5,3	16,5	5,0	21,5	4,9	86	0,177	13,1	180	4,28
N <sub>2100</sub> P <sub>2400</sub>	5,2	16,6	5,7	22,3	4,9	92	0,207	14,9	188	4,47
N <sub>2100</sub> P <sub>2400</sub>	5,3	16,9	5,8	22,7	4,9	84	0,175	14,5	187	4,46
N <sub>1200</sub> P <sub>1500</sub> + навоз 240 т	4,7	16,6	5,8	22,4	5,0	96	0,189	14,1	227	4,52
HCP <sub>05</sub>	0,3	0,6	0,7	1,1	0,1	14	0,040	1,3	15	0,26

Длительное применение удобрений оказало слабое влияние на такие показатели физико-химических свойств почвы, как содержание кальция и магния, сумму поглощенных оснований и насыщенность почвы основаниями. Вместе с тем, внесение повышенных доз удобрений (N<sub>42</sub>P<sub>48</sub> на 1 га севооборотной площади) увеличило показатель гидролитической кислотности на 0,4–0,5 мг-экв. на 100 г почвы.

За одиннадцать ротаций пятипольного севооборота средняя урожайность сои во втором поле в контрольном варианте составила 1,78 т/га. В тридцати случаях из тридцати трех она была выше 2,0 т/га. На удобренном фоне урожайность сои более 2,0 т/га была в 52% случаев. В четвертом поле севооборота в варианте без применения удо-

брений урожайность сои более 2 т/га была в тридцати случаях, а при внесении удобрений – в 20 случаях (61%).

Обобщение результатов длительных и краткосрочных полевых опытов позволило установить пределы значений почвенно-агрохимических показателей для формирования урожайности сои 2,0–2,5 т/га и более при близких к среднеголетним значениям гидротермических условий вегетационного периода (табл. 4.3).

**Таблица 4.3**

**Пределы значений почвенно-агрохимических показателей для сои при урожайности 2,0 и более тонн с га**

Показатели	Бликие к оптимальным	Достаточные для урожайности 2,0 – 2,5 т/га
<b>Физико-химические свойства почв</b>		
Объемная масса почвы, г/см <sup>3</sup>	1,00 – 1,10	0,9 – 1,15
pH вод.	6,4 – 6,6	5,8 – 6,5
pH сол.	5,4 – 5,5	5,0 – 5,5
Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г почвы	2,51 – 3,10	3,12 – 5,68
Содержание Ca <sup>2+</sup> , мг-экв./100 г почвы	16,5 – 18,50	15,97 – 16,83
Mg <sup>2+</sup> , мг-экв./100 г почвы	6,82 – 8,16	5,60 – 6,09
<b>Химические свойства почв</b>		
Гумус, %	4,58 – 5,65	2,90 – 4,70
Азот минеральный, мг/кг почвы	16,1 – 18,2	16,0 – 35,2
Подвижный P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы	36,0 – 55,0	29,0 – 35,0
Обменный K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы	100 – 120	80 – 110

Таким образом, более высокому уровню расширенного воспроизводства почвенного плодородия в соево-зерновых севооборотах способствуют: применение высоких норм органических удобрений, известкование почв до оптимального уровня (pH водн.

6,5) и доведение содержания подвижного фосфора в почвах до среднего уровня 36–55 мг/кг, определяемого по методу А. Т. Кирсанова.

#### 4.1. Применение органических удобрений

Важным фактором интенсивной азотфиксации клубеньковыми бактериями и азотного питания сои является низкое содержание в почве органического вещества, в результате чего снижается микробная активность и биологическая азотфиксация становится менее эффективной.

К сожалению, оценить в целом по области обеспеченность почв органическим веществом сложно из-за того, что ФГБУ «Станция агрохимической службы «Амурская» и ФГБУ «Станция агрохимической службы «Белогорская» определяют органическое вещество в почвах различными методами, и группы почв по содержанию органического вещества этими методами существенно различаются (табл. 4.4).

*Таблица 4.4*

#### Методы определения и группировка почв по содержанию органического вещества в Амурской области (Система земледелия Амурской области, 2016)

Группы почв по содержанию органического вещества	САС «Амурская» по методу ЦИНАО, содержание %	САС «Белогорская» по методу Тюрина, содержание %
Очень низкое	< 2,0	< 2,0
Низкое	2,1 – 2,5	2,1 – 4,0
Среднее	2,6 – 3,0	4,1 – 6,0
Повышенное	3,1 – 4,0	6,1 – 8,0
Высокое	> 4,0	8,1 – 10,0
Очень высокое		> 10,0
Примечание: САС – станция агрохимической службы		

Ценным органическим удобрением является навоз. Огромное значение перепревшего навоза определяется содержанием в нем большин-

---

ства питательных веществ, необходимых растениям, способных стабилизировать баланс гумуса в почве.

В связи со слаборазвитым общественным животноводством запасы навоза небольшие, и применяются он главным образом под овощи, картофель и кукурузу.

Эффективным местным органическим удобрением является сапропель. Оно содержит не только все необходимые растениям элементы минерального питания, но и биологически активные вещества, высокоразвитую микрофлору, что обуславливает активизацию биохимических процессов в почве.

В полевых севооборотах основным источником органического вещества может быть заделка соломы зерновых культур и сои, пожнивных и корневых остатков, количество и качество которых прямо зависит от применения удобрений и урожайности всех культур севооборота.

Для создания бездефицитного баланса гумуса в почвах области необходимо ежегодно вносить 4–10 т органических удобрений (В. Н. Духовный, 1987. С. 6-11; Н. М. Завальнюк, 1986. 40 с.).

По данным Г. К. Шелевого (1989), в звене севооборота соя – пшеница и введение сидеральных и занятых паров обеспечивают накопление органического вещества и гумуса в почве лишь при урожайности сои не ниже 1,0 т/га и зерновых – не ниже 1,5 т/га.

В недалеком прошлом всю солому зерновых культур убирали с полей или сжигали, а соя в больших количествах использовалась на корм скоту. Поэтому в полевых севооборотах для обогащения почв органическим веществом рекомендовалось возделывать сидеральные культуры.

В настоящее время комбайны оборудованы измельчителями, поэтому вся солома зерновых культур и сои измельчается, равномерно разбрасывается по полю и заделывается в почву. Огромным резервом органического вещества обладают посеvy кукурузы на зерно. После её уборки на поле остаётся 5–8 т/га воздушно-сухой листостебельной массы.

Учет растительных остатков показал, что применение удобрений существенно повышает урожайность культур и количество побочной продукции. Так, при внесении удобрений после сои поступает в почву не менее 5 т/га, а после пшеницы – 4 т/га органического вещества (табл. 4.5), что близко к урожайности сидеральных культур.

Таблица 4.5

**Влияние удобрений на поступление в почву  
растительных остатков, в среднем за 3 года, т/га**

Внесение удобрений за ротацию севооборота	Урожайность	Солома	Пожнивные остатки	Корни	Листья	Всего органических веществ
<b>Соя</b>						
Контроль	1,77	1,79	0,64	0,85	1,30	4,58
N <sub>210</sub> P <sub>240</sub>	2,00	2,04	0,71	0,97	1,43	5,15
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> навоз 24 т	2,08	2,12	0,73	0,83	1,75	5,43
<b>Пшеница</b>						
Контроль	1,43	1,86	1,18	0,63	3,67	1,43
N <sub>210</sub> P <sub>240</sub>	1,94	2,52	1,22	0,67	4,41	1,94
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> навоз 24 т	2,03	2,64	1,36	0,70	4,70	2,03
<b>Соя + овёс на сено</b>						
Внесение удобрений за ротацию севооборота	Соя		Овёс		Всего	
	пожн. остатки	корни	пожн. остатки	корни		
Контроль	0,19	0,25	0,36	0,61	1,41	
N <sub>210</sub> P <sub>240</sub>	0,10	0,12	0,53	0,51	1,26	
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> навоз 24 т	0,13	0,18	0,53	0,48	1,32	

Систематическое применение удобрений под все культуры севооборота в оптимальных дозах повышает их урожайность и обеспечивает положительный баланс органического вещества в количестве 20,4–21,6 т/га за ротацию пятипольного севооборота.

## 4.2. Известкование кислых почв

Реакция среды оказывает существенное влияние на рост, развитие и продуктивность сои. Значительные площади пашни Приамурья имеют повышенную кислотность ( $pH_{\text{сол.}}$  3,9–5,0) и низкое содержание подвижного фосфора (до 35 мг/кг почвы), поэтому необходимо проводить известкование и фосфоритование, которые являются важнейшими приёмами окультуривания почв.

Известно, что для объяснения природы кислотности почв существует две взаимоисключающие друг друга гипотезы – алюминиевая и водородная, согласно которым кислотность обуславливается наличием в почве либо поглощенных ионов  $Al^{3+}$  (А. В. Соколов, 1960. С. 17-23), либо поглощенных ионов  $H^+$  (К. К. Гедройц, 1955. 590 с.). Главным источником кислотности почв Приморья являются соединения водорода, алюминия, марганца, железа, меди и цинка (А. А. Федчун, 1997. 146 с.).

Исследованиями, выполненными в ДальНИИСХ, установлено, что в почвах Хабаровского края наиболее токсичен для растений подвижный алюминий. Его содержание в почвах нестабильно и зависит от их увлажнения: при избыточном оно во много раз ниже, чем при недостаточном (В. П. Басистый, 1990. 23 с.). Наблюдениями установлено, что на сезонно-мерзлотных почвах периодическое переувлажнение почв активизирует соединения железа и марганца, что ухудшает питание растений фосфором и молибденом.

Для сои благоприятная реакция среды близкая к нейтральной  $pH_{\text{сол.}}$  5,3–5,7, нередко разница между  $pH_{\text{сол.}}$  и водн. составляет 1,4–1,5 ед.  $pH$ . Это необходимо учитывать при определении дозы известкового материала. Известкование кислых почв не только устраняет избыточную кислотность, но и существенно изменяет агрохимические свойства, как правило, повышая их плодородие. При увеличении значения  $pH$  уменьшается гидролитическая кислотность, увеличивается сумма поглощенных оснований. Под влиянием известкования возрастает биологическая активность почвы, повышается азотфиксирующая способность клубеньковых бактерий сои.

Поэтому уже в тридцатые годы прошлого столетия этому вопросу уделяли большое внимание. Обобщая результаты опытов с известью, А. Г. Новак (1953) отмечает специфичность почв Дальнего Востока в отношении известкования в сравнении с почвами Нечернозёмной зоны и отсутствия в ряде случаев эффекта от него. В

Амурской области и Хабаровском крае, исключая их северные районы, известь, как правило, не оказывала значительного действия. Частое отсутствие положительной реакции сельскохозяйственных культур на внесение извести или даже отрицательного действия её в полевых условиях автор объяснял составом катионов свойственных именно этим почвам.

В Хабаровском крае в некоторых случаях внесение извести по 0,75 и 1,0 гидrolитической кислотности (г. к.) снижало урожайность сои по сравнению с дозой 0,5 г. к. Отрицательное влияние таких доз извести исследователи объясняют нарушением микроэлементного режима почв (В. В. Бурлака, 1966. С. 69-75). Вместе с тем применение микроудобрений на фоне извести по 1 г. к. не оказывало существенного влияния на урожайность сои (В. Ф. Кузин, 1983. С. 69-75). В 60-е годы В. Т. Куркаев (1978) отмечал, что почвы Амурской области нуждаются в известковании при рН 4,8–5,0, а не при 5,6 ед., как считалось ранее.

С созданием агрохимической службы и массовым обследованием пахотных земель было установлено, что таких почв в Приамурье более 70%. В Амурской области площадь сильнокислых почв в то время составляла более 22%, а среднекислых – около 50% (табл. 4.6).

*Таблица 4.6*

**Распределение кислых почв  
по зонам Амурской области, %**

Сильнокислые рН <sub>сол.</sub> ≤ 4,5	Среднекислые рН <sub>сол.</sub> 4,6–5,0	Слабокислые рН <sub>сол.</sub> 5,1–5,5
Южная зона		
10,5	47,4	42,1
Центральная зона		
32,7	53,8	13,5
Северная зона		
44,8	41,1	14,1
Амурская область		
22,7	49,98	27,9

В восьмидесятые годы прошлого столетия в Амурской области проводили известкование почв на площади 90–95 тыс. га ежегодно. Это позволило сократить площади очень сильнокислых почв ( $pH_{\text{сол.}} 4,1-4,5$ ) в области на 7,1%, а среднекислых ( $pH_{\text{сол.}} 4,6-5,0$ ) на 12,6%. В результате площадь почв с  $pH_{\text{сол.}} 5,0-5,5$ , обеспечивающая формирование урожайности сои 2,0–2,5 т/га, увеличилась от 27 до 47%.

Последним туром агрохимического обследования установлено (табл. 4.7), что площадь почв с повышенной кислотностью ( $pH_{\text{сол.}} < 5,0$ ) в целом по области составляет 904,3 тыс. га, 52,9% от обследованной площади.

Значительные площади очень сильнокислых и сильнокислых почв, в первую очередь нуждающихся в известковании, сосредоточены в Ромненском районе – 41,1%, Мазановском – 34,4%, Октябрьском – 33,2% и Серышевском районе – 32,2%. Более 37% в целом по области составляют среднекислые почвы, которые нуждаются в известковании во вторую очередь. Они сосредоточены в шести районах: Свободненском, Михайловском, Октябрьском, Бурейском, Белогорском и Серышевском, занимают 42,3–52,2% от обследованной площади.

**Таблица 4.7**

**Распределение площади сельскохозяйственных угодий в районах Амурской области по степени кислотности ( $pH_{\text{сол.}}$ ) почвы (на 01.01. 2013 г.)**

Район	Очень сильнокислые и сильнокислые $\leq 4,5$		Среднекислые 4,6 – 5,0		Слабокислые 5,1 – 5,5	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
1	2	3	4	5	6	7
Архаринский	6,0	9,4	19,1	29,8	21,6	33,7
Белогорский	14,1	9,9	61,0	42,9	44,3	31,5
Благовещенский	2,6	3,9	11,2	16,7	25,7	38,2
Бурейский	8,8	12,2	32,0	44,3	18,9	26,1

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5	6	7
Завитинский	14,2	17,0	31,2	37,3	22,7	27,2
Зейский	4,2	18,3	7,0	30,4	6,1	26,9
Ивановский	1,7	1,2	51,9	35,6	73,9	50,7
Константиновский	4,5	4,2	25,9	24,0	53,5	49,5
Магдагачинский	0,05	0,8	0,5	8,1	3,7	56,4
Мазановский	31,6	34,4	31,8	34,5	16,6	18,0
Михайловский	16,9	10,1	86,7	51,9	47,9	28,7
Октябрьский	50,2	33,2	69,5	46,0	20,2	13,3
Ромненский	42,8	41,1	36,0	34,4	17,1	16,1
Свободненский	13,8	13,0	55,4	52,2	32,2	30,3
Серышевский	53,2	32,2	70,1	42,3	25,7	15,5
Тамбовский	2,2	1,3	39,4	22,6	108,5	62,4
Шимановский	0,4	1,3	8,5	23,9	14,0	39,4
<b>Всего по области</b>	<b>267,2</b>	<b>15,6</b>	<b>637,1</b>	<b>37,3</b>	<b>553,1</b>	<b>32,4</b>

Таким образом, основные площади кислых почв сосредоточены в центральной и северной зонах области – это, как правило, тяжёлые по гранулометрическому составу луговые глеевые, луговые и бурые лесные глеевые почвы.

В связи с противоречивостью причин низкой эффективности извести в условиях Амурской области в 1974–1983 гг. были выполнены исследования в южной, центральной и северной зонах на луговой чернозёмовидной и бурой лесной глеевой почвах по изучению доз, глубины заделки, сроков и другим показателям и агроприёмам применения извести Чагойанского месторождения на агрохимические свойства почв, питание и урожайность сои. Результаты этих опытов представлены в таблице 4.8.

**Эффективность применения извести под сою  
в Амурской области**

Год	Луговая чернозёмовидная почва			Бурая лесная глеевая почва		
	кол-во опытов	pH сол.	кол-во опытов с прибавкой	кол-во опытов	pH сол.	кол-во опытов с прибавкой
1974	3	5,1 – 5,4	–	3	4,2 – 4,3	2
1975	6	5,1 – 5,4	–	3	4,4 – 4,5	1
1976	8	5,1 – 5,4	1	8	4,3 – 4,7	3
1977	8	5,2 – 5,4	–	9	4,3 – 4,7	2
1978	7	5,2 – 5,4	2	8	4,3 – 4,9	2
1979	3	5,2 – 5,3	–	6	4,4 – 4,9	–
1980	3	5,2 – 5,3	–	6	4,4 – 4,9	–
1981	3	5,2 – 5,3	–	2	4,3 – 4,6	–
1982	3	5,2 – 5,3	–	2	4,3 – 4,6	–
1983	2	5,2 – 5,3	–	4	4,2 – 4,6	1

Данные полевых опытов свидетельствуют о неустойчивой эффективности извести на слабокислой (pH 5,1–5,4) луговой чернозёмовидной и на сильнокислой и среднекислой (pH 4,2–4,9) бурой лесной глеевой почвах. Это требует более глубокого изучения их пищевого режима и питания сои при известковании различных почв области.

На основании многолетних экспериментальных исследований в различных почвенно-климатических зонах нашей страны и за рубежом разработаны различные методы установления необходимых доз извести. Так, в Белоруссии их определяют по смещению реакции почвенной среды от внесения 1 т CaCO<sub>3</sub> и оптимальному интервалу pH солевой вытяжки. Для подзолистых и дерново-подзолистых почв Северо-Западного района РФ дозы извести уста-

---

навливают, учитывая рН солевой вытяжки, содержание гумуса, гранулометрический состав почв.

В практике сельского хозяйства Амурской области дозы извести определяют на основании данных картограмм кислотности, в которых до последнего времени указывались лишь показатели рН солевой суспензии, что не в полной мере характеризует кислотные свойства почв и не позволяет установить наиболее эффективные дозы извести.

Исследованиями на буроподзолистых и лугово-бурых почвах Приморья установлено, что только большие дозы извести, соответствующие 1,5-2,5 г. к., существенно влияют на агрохимические, химические и биологические свойства почвы, создавая нормальные условия для развития культурных растений (А. Т. Грицун, 1971. С. 93-104).

В условиях Хабаровского края на переувлажняемых почвах часто экономически более выгодно дробное внесение (по 0,25 г. к.) полной дозы извести в течение 5-7 лет под предпосевную обработку почвы (В. П. Басистый, 1976. С. 178-184, 1990. 23 с.).

В Амурской области ранее не проводились длительные стационарные опыты по изучению потребности местных почв в известковании, а также установлению оптимальных доз известковых удобрений в зависимости от степени кислотности и агрохимических свойств основных типов почв. Рекомендации о необходимости первичного известкования кислых почв в дозе не менее чем по 1 г. к. нуждались в уточнении.

В условиях вегетационных опытов было установлено, что гидролитическая кислотность почв не устраняется полностью даже при внесении повышенных доз извести (1,5 г. к.).

Изменение рН водной и солевой суспензий под воздействием различных доз извести происходит не в одинаковой степени. Актуальная кислотность в зависимости от типа почвы снижается на 0,7-1,7, а обменная на 0,9-2,2 ед. Насыщенность почв основаниями при этом достигла 96-97%.

Самый высокий урожай сои в вегетационных опытах в контрольном варианте, где не вносили известь и удобрения, получен на луговой черноземовидной почве, что свидетельствует о сравнительно высоком исходном её плодородии. На остальных типах почв он одинаков и почти в 2 раза ниже, чем на луговой черноземовидной (табл. 4.9).

Таблица 4.9

**Влияние удобрений и извести на урожайность сои,  
г/сосуд**

Вариант опыта	Зерно			Солома		
	урожай- ность	разница		урожай- ность	разница	
		к конт- ролю	к фону		к конт- ролю	к фону
1	2	3	4	5	6	7
Луговая чернозёмовидная почва						
Контроль	19,5	-	-	17,9	-	-
Известь 1 г. к.	19,3	-0,2	-	16,4	-1,5	-
N РК – фон	22,2	2,7	-	20,5	2,6	-
Фон + известь 0,5 г. к.	22,1	2,6	-0,1	21,1	3,2	0,6
Фон + известь 1 г. к.	23,3	3,8	1,1	22,0	4,1	1,5
НСР <sub>05</sub>		3,0			2,5	
Бурая лесная почва						
Контроль	10,7	-	-	10,3	-	-
Известь 1 г. к.	11,9	1,2	-	10,6	0,3	-
N РК – фон	22,0	11,3	-	22,3	12,0	-
Фон + известь 0,5 г. к.	17,5	6,8	-4,5	16,7	6,4	-5,6
Фон + известь 1 г. к.	18,4	7,7	-6,3	17,6	7,3	-4,7
Фон + известь 1,5 г. к.	18,9	8,2	-3,1	18,3	8,0	-4,0
НСР <sub>05</sub>		1,4			1,8	
Луговая глееватая почва						
Контроль	9,4	-	-	8,3	-	-
Известь 1 г. к.	10,2	0,8	-	7,7	-0,6	-
N РК – фон	23,3	13,9	-	22,8	14,5	-
Фон + известь 0,5 г. к.	22,8	13,4	-0,5	22,7	14,4	-0,1
Фон + известь 1 г. к.	22,6	13,2	-0,7	21,1	12,8	-1,7
Фон + известь 1,5 г. к.	23,5	14,1	0,2	21,3	13,0	-1,5

Продолжение таблицы 4.9

1	2	3	4	5	6	7
НСР <sub>05</sub>		1,6			1,6	
Бурая лесная глеевая почва						
Контроль	9,4	-	-	9,0	-	-
Известь 1 г. к.	11,0	1,6	-	8,5	-0,5	-
N РК – фон	23,7	14,3	-	22,3	13,3	-
Фон + известь 0,5 г. к.	25,0	15,6	1,3	24,0	15,0	1,7
Фон + известь 1 г. к.	25,2	15,8	1,5	23,6	14,6	1,3
Фон + известь 1,5 г. к.	28,0	18,6	4,3	25,7	16,7	3,4
НСР <sub>05</sub>		0,8			1,7	

Известь, внесенная по 1 г. к. только на бурой лесной глеевой почве, обеспечила достоверное увеличение урожайности семян сои. Полное минеральное удобрение на луговой черноземовидной почве не оказало существенного влияния на урожайность сои, на бурой лесной почве урожайность увеличилась в 2,1 раза, на луговой глееватой и бурой лесной глеевой – в 2,5 раза.

На фоне минеральных удобрений положительное влияние на урожайность сои известь оказала только на бурой лесной глеевой почве. Обращает на себя внимание тот факт, что при хорошей обеспеченности сои основными элементами питания на легкой бурой лесной почве урожай снижается при актуальной кислотности близкой к 7,0, а рН солевой суспензии – 5,5. На тяжелой по гранулометрическому составу луговой глееватой почве урожайность соломы снижалась при доведении рН водн. до 7,0, а рН сол. до 5,8 ед. На бурой лесной глеевой почве, где были наилучшие условия питания растений фосфором и лучшие калием, не отмечается отрицательного влияния извести даже при рН водн. 7,3, а солевой суспензии 6,4.

Первые стационарные полевые опыты по изучению эффективности различных доз извести нами были заложены в 1974 г. на луговой черноземовидной и бурой лесной глеевой почвах в звеньях севооборота соя –

пшеница и пшеница – соя. Данные стационарных опытов свидетельствуют о том, что на луговой чернозёмовидной почве применение извести не эффективно в звеньях севооборота при рН сол. 5,0–5,3, гидролитической кислотности 3,24–3,85 мг-экв/ 100 г почвы и насыщенности основаниями 89–91% (табл. 4.10).

Дозы извести, внесенные по 0,5, 1 и 2 г. к., на урожайность сои на второй год действия оказали практически одинаковое влияние. На четвертый год действия, при урожайности в контроле 2,10 т/га, минеральные удобрения и известь не оказали существенного влияния на урожайность сои. Аналогичные данные по эффективности минеральных удобрений и извести получены в звене севооборота соя – пшеница.

Таблица 4.10

Влияние доз извести на урожайность сои в звене севооборота пшеница-соя на луговой чернозёмовидной почве, т/га

Удобрения под пшеницу, 1975 г.	Удобрения под сою, 1976 г.	Соя, 1975 г.		Удобрения под сою 1978 г.	Соя, 1978 г.	
		урожайность	прибавка урожайности		урожайность	прибавка урожайности
Контроль	Контроль	1,79	–	Контроль	2,10	–
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	–	1,70	-0,09	–	2,06	- 0,04
Фон + известь 1 г. к.	–	1,72	- 0,07	–	1,90	- 0,20
Фон	N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	1,83	0,04	P <sub>90</sub>	2,05	- 0,05
Фон + известь 0,5 г. к.	N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	1,91	0,12	P <sub>90</sub>	2,12	0,02
Фон + известь 1 г. к.	N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	1,95	0,16	P <sub>90</sub>	2,29	0,18
Фон + известь 2 г. к.	N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	1,90	0,11	P <sub>90</sub>	2,12	0,02
НСР <sub>05</sub>		0,12			0,35	

На бурой лесной глеевой почве известь в звене севооборота соя – пшеница при рН сол. 4,2–4,4, гидролитической кислотности 9,19–10,06 мг-экв/100 г почвы, насыщенности основаниями 68 – 73%, содержи-

ем  $P_2O_5$ , 11–13 мг/кг почвы повышала урожайность сои в среднем за два года на 0,23 т/га. На третий год действия извести прибавка урожайности составила 0,22 т/га и на пятый год – 0,13 т/га. На фоне минеральных удобрений эффективность извести снижается (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Влияние минеральных удобрений и доз извести на урожайность сои в звене севооборота соя – пшеница на бурой лесной глеевой почве, т/га

Соя, 1975–1976 гг.			Соя, 1977–1978 гг.			Соя, 1979–1980 гг.		
Вариант опыта	Урожайность	Прибавка	Вариант опыта	Урожайность	Прибавка	Вариант опыта	Урожайность	Прибавка
Контроль	1,16	-	Контроль	0,61	-	Контроль	0,31	-
Известь 1 г. к.	1,39	0,23	-	0,83	0,22	-	0,44	0,13
$N_{60}P_{60}K_{60}$ - фон	1,40	0,24	$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,03	0,42	$N_{25}P_{90}$	0,61	0,3
Фон + известь 0,5 г. к.	1,46	0,30	$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,05	0,44	$N_{25}P_{90}$	0,57	0,26
Фон + известь 1 г. к.	1,50	0,34	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,96	0,35	$N_{25}P_{90}$	0,46	0,15
Фон + известь 2 г. к.	1,41	0,25	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,81	0,20	$N_{25}P_{90}$	0,36	0,05
$НСР_{05}$	0,16–0,16			0,19–0,20			0,07–0,12	

Максимальная урожайность сои в этих опытах во все годы получена при совместном применении минеральных удобрений и извести, рассчитанной по 0,5 г. к. (7,0–7,5 т/га). Увеличение дозы извести до 1 г. к. не способствовало дальнейшему росту урожайности как сои, так

и пшеницы, а при повышенной дозе извести (2 г.к.), почти ежегодно урожайность сои снижалась. Так, в среднем за 1977–1978 гг. снижение составило 0,24 т/га, а за 1979–1980 гг. – 0,21 т/га.

В другом звене севооборота пшеница – соя при рН сол. 4,2–4,4, гидролитической кислотности 8,4 мг-экв/100 г почвы, насыщенности основаниями 74–75% и более высоким содержанием подвижного фосфора 19–34 мг/кг почвы, внесение извести по 2 г. к. снижало урожайность сои на 0,26 т/га по сравнению с дозой 0,5 г. к. даже на четвертый год действия. Минеральные удобрения на бурой лесной глеевой почве положительно влияли на формирование урожайности пшеницы и сои в обоих звеньях севооборотов.

На основании данных вегетационных и полевых опытов была разработана формула расчета дозы внесения извести. Оптимальной является доза по половине гидролитической кислотности, рассчитанная по формуле:

$$D = K \times 0,5 H_g, \quad (1)$$

где: D – доза  $\text{CaCO}_3$ ;

$H_g$  – гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы;

K – коэффициент, для тяжелых суглинков и глин равен 1,15; лёгких и средних суглинков – 1,30.

Норма известкового материала определяется по формуле:

$$N = \frac{D \times 100 \times 100 \times 100}{(100 \times B) \times (100 \times \Pi) \times C}, \quad (2)$$

где: N – норма извести в физическом весе, т/га;

D – норма  $\text{CaCO}_3$ , рассчитанная по формуле (1), т/га;

B – содержание влаги, %;

$\Pi$  – содержание примесей, %;

C – нейтрализующая способность, %.

Повторное известкование должно проводиться через 5–6 лет, необходимость в котором устанавливается очередным туром агрохимического обследования почв. Особое внимание необходимо уделять качеству внесения извести и гранулометрическому составу известкового материала. Наиболее эффективна известь тонкого помола.

---

В 1975–1980 годы нами была выполнена серия опытов, которые преследовали цель повысить эффективность извести местного Чагойанского месторождения.

Для более эффективного использования извести ее лучше вносить в теплый период года. В летне-осенний период после парозанимаемых и зерновых культур известь заделывают при подготовке зяби. Следует учитывать, что при заделке извести плугом она слабо перемешивается с почвой. В опытах ДальНИИСХ при заделке плугом часть извести попадала на плужную подошву и, оставаясь там в течение шести лет, оказывала слабое мелиорирующее действие на почву (В. П. Черноголовин, 1971. 124 с.). Чтобы избежать непроизводительных потерь извести и повысить ее контакт с почвой, перед заашкой следует перемешать ее с верхним слоем почвы лущением жнивья. Если же известь запахана без предварительной заделки, последующую вспашку почвы на данном поле обязательно следует провести на 2–3 см глубже, что позволит все известковые удобрения распределить по пахотному слою. Известь, внесенную по зяби весной, заделывают культиваторами или дисками, в зависимости от предпосевной обработки почвы.

Исследованиями, проведенными нами на луговой черноземовидной и бурой лесной глеевой почвах, установлено, что при заделке извести культиваторами или дисками кислотность пахотного слоя уменьшилась в большей степени, чем при заашке. Особенно существенные различия отмечены в первый год действия извести. Актуальная кислотность на луговой черноземовидной почве при внесении извести и минеральных удобрений под вспашку снижалась на 0,3, а при заделке извести культиватором – на 0,6 ед. На бурой лесной глеевой почве рН увеличилась соответственно на 0,4 и 0,9. Обменная кислотность, выраженная в единицах рН, изменялась в большей степени, чем актуальная. При заделке извести под плуг гидролитическая кислотность снижалась на 33%, а при внесении по зяби с последующей заделкой культиватором – на 60%, на бурой лесной глеевой почве – соответственно 32 и 58%.

На второй и третий год действия извести агрохимические свойства луговой черноземовидной почвы в зависимости от способа заделки извести существенно не различались. На сильнокислой бурой лесной глеевой почве различия проявились на второй год действия извести по всем видам кислотности, а показатели гидролитической кислотности при разных способах заделки извести и минеральных удобрений сохранялись на третий год.

Несмотря на существенные изменения в агрохимических свойствах

луговой черноземовидной почвы при внесении извести и минеральных удобрений урожайность культур при различных способах внесения извести была практически одинаковой. Это объясняется относительно высоким уровнем плодородия этих почв, и лимитирующим фактором для урожайности сои являются обеспеченность растений влагой и теплом.

Гранулометрический состав извести является важным показателем, который в большей степени определяет агрономическую эффективность известкования. Известковые удобрения плохо растворяются в воде, и даже при наличии в почвенном растворе углекислоты, органических и минеральных кислот их растворимость незначительна. Поэтому увеличение поверхности соприкосновения с почвенным раствором и твердой частью почвы одного и того же весового количества способствует повышению растворимости извести и воздействию ее на химические и биологические свойства почвы.

Эффективность известняковой муки различного гранулометрического состава зависит от её дозы, длительности взаимодействия с почвой, твердости размалываемой породы и в значительной степени изменяется в зависимости от тонины помола (В. А. Богомолов, И. А. Шильников, 1979. С. 83-89). Наиболее эффективна известь, частицы которой менее 0,25 мм. Кусочки известняка более 1 мм свойства почвы не изменяют.

Сравнительная оценка различных фракций Чагоянской извести в вегетационном опыте на сильнокислой бурой лесной глеевой почве выявила высокую эффективность извести с размером фракции, прошедшей через сито с отверстиями 0,25 мм (табл. 4.12).

Таблица 4.12

Влияние фракции извести на урожайность сои

Вариант	Семена			Солома		
	урожайность, г/сосуд	прибавка урожайности		урожайность, г/сосуд	прибавка урожайности	
		г/сосуд	%		г/сосуд	г/сосуд
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	18,7	—	—	20,5	—	—
Известь Лондонского известкового завода	22,3	3,6	19,3	21,7	1,2	5,9

Продолжение таблицы 4.12

1	2	3	4	5	6	7
Известь нерассе- янная Чагоянского карьера известняка	20,3	1,6	8,6	20,0	-0,5	2,4
Известь (0,25 мм) Чагоянского карьера известняка	22,0	3,3	17,6	19,3	-1,2	5,9
Известь (0,25–1 мм) Чагоянского карьера известняка	20,4	1,7	9,1	19,7	-0,8	3,9
Известь (1–3 мм) Чагоянского ка- рьера известняка	18,9	0,2	1,1	21,2	0,7	3,4
НСР <sub>05</sub>	2,4			3,5		

При внесении извести Лондоковского известкового завода урожай семян сои повышался на 19,3%, такая же эффективность получена при внесении извести из местного карьера с размером частиц менее 0,25 мм. Известь с частицами размером более 1 мм не влияла на урожайность сои, а с частицами 0,25–1 мм и нерассеянная известь влияли слабо.

В Амурской области преобладают годы с переувлажнением почвы. Анализ распределения осадков показал, что вероятность лет с переувлажнением почвы в отдельные периоды вегетации составляет 0,79 (8 лет из 10), засушливых – небольшая, однако засуха в отдельные месяцы бывает довольно часто. В связи с этим теоретический и практический интерес представляло выяснить, какое влияние оказывает влажность почвы на эффективность извести и формирование урожая сои. С этой целью были проведены вегетационные опыты с бурой лесной глеевой почвой в сосудах Вагнера, которые вмещали 6 кг абсолютно сухой почвы. В опытах выращивали сою среднеспелых сортов Амурская 310 и Янтарная. Влажность почвы в сосудах поддерживали на уровне 40, 70 и 100% ППВ, начиная с фазы первого тройчатого листа. В период вегетации учитывали надземную массу растений, массу корней и клубеньков. Наибольшая урожайность семян сои получена при влажности почвы 70% ППВ (табл. 4.13).

**Влияние влажности почвы  
и извести на урожайность сои,  
г/сосуд**

Влаж- ность почвы, % ППВ	Контроль			Известь			Прибавка урож-ти от внесения извести, %
	1975 год	1978 год	Средняя урожай- ность за 2 года	1975 год	1978 год	Средняя урожай- ность за 2 года	
40	17,5	16,5	17,0	17,3	18,6	18,0	5,9
70	32,4	30,4	31,4	36,1	35,2	35,6	11,3
100	9,3	12,3	10,8	12,0	16,5	14,2	31,5

Переувлажнение почвы способствовало снижению урожайности сои в большей степени по сравнению с пониженным уровнем влажности. При влажности почвы 40% ППВ урожайность семян снизилась на 46%, а при 100% ППВ – на 65,6%, по сравнению с оптимальной влажностью. При влажности почвы 40% ППВ внесение извести было неэффективным. При повышенной влажности урожайность в среднем за два года возросла по сравнению с контролем на 31,5%, при оптимальной – на 11,3%.

Как недостаток, так и избыток воды ухудшали формирование надземной массы растений, корней и клубеньков сои. Известкование способствовало увеличению массы вегетативных органов, корней и клубеньков при оптимальной, а корней и клубеньков при повышенной влажности.

Определенный интерес представляет реакция сортов сои на известкование кислых почв. В Приамурье очень важное практическое значение имеет сортовое районирование сои в различных почвенно-климатических зонах, которые сильно различаются почвами с разной степенью кислотности. В наших опытах удобрение и известкование кислой бурой лесной глеевой почвы способствовали повышению урожайности сои всех сортов (табл. 4.14).

Таблица 4.14

Влияние на урожайность сортов сои удобрений и извести,  
применяемых на бурой лесной глеевой почве,  
т/га (1976–1978 гг.)

Вариант опыта	Сорт сои Амурская 310		Сорт сои Янтарная		Сорт сои ВНИИС 1		Сорт сои Смена	
	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка
Контроль	0,73	-	0,81	-	0,84	-	0,71	-
$N_{30}P_{90}$	0,94	0,15	0,95	0,14	1,03	0,19	0,85	0,14
Известь 0,5 г. к.	0,93	0,14	0,97	0,16	1,01	0,17	0,95	0,24
$N_{30}P_{90}$ + известь 0,5 г. к.	1,05	0,26	1,02	0,21	1,18	0,34	1,07	0,36

Существенные прибавки от применения извести получены во влажные годы. Более высокие прибавки – от применения извести совместно с минеральными удобрениями. Чем скороспелее сорт, тем выше прибавка урожайности от извести и совместного применения извести и удобрений.

В среднем за три года прирост урожайности от внесения азотно-фосфорных удобрений по всем сортам составил 0,16 т/га, а извести – 0,17 т/га. Наиболее высокие прибавки урожайности (0,3 т/га) получены при совместном применении извести и минеральных удобрений. Отмечена неодинаковая реакция сортов сои на внесение удобрений и извести. При внесении  $N_{30}P_{90}$  урожайность сои сорта ВНИИС 1 повысилась на 22,6, а Янтарной – на 17,3%. При внесении извести наибольшая прибавка урожайности – 0,24 т/га, (33,8%) получена у сорта Смена, в то время как у остальных сортов урожайность от внесения извести возросла на 16–20%.

Более значительные сортовые различия отмечены в варианте с совместным внесением удобрений и извести. Так, урожайность сои сортов Янтарная и Амурская 310 возросла соответственно на 25,9 и 32,9%, ВНИИС 1 – 40,5, сорта Смена – на 50,7%. Если в контроле и при внесении  $N_{30}P_{90}$  урожайность скороспелого сорта Смена была ниже, чем сред-

---

неспелых сортов Амурская 310 и Янтарная, то при внесении извести она одинакова, а в варианте известь +  $N_{30}P_{90}$  даже несколько выше. Это следует учитывать при посеве сортов сои на свежеизвесткованной почве.

### 4.3. Фосфоритование почв

Кислые почвы Амурской области, как правило, содержат низкое количество подвижного фосфора. В связи с высокими ценами на минеральные фосфорные удобрения для улучшения фосфатного режима почв следует применять фосфоритную муку.

Фосфоритная мука – это порошок тонко размолотого фосфорита серого цвета, содержащего в зависимости от месторождения 14–25%  $P_2O_5$ . Растворимость фосфоритов в воде ничтожно мала, поэтому фосфоритную муку необходимо применять на кислых почвах.

В восьмидесятые годы прошлого столетия в Амурской области проводили фосфоритование почв на площади 120–125 тыс. га, ежегодно применяя более 165 тыс. т фосфоритной муки. Около 60% вносили под сою в дозе 1,0–1,5 т/га. Это практически единственное фосфорное удобрение, которое вносили под сою в качестве основного удобрения. Следовательно, оно ежегодно применялось на ограниченной площади, не превышающей 24 % общей площади посевов этой культуры. Для фосфоритования применяли фосфоритную муку Верхнекамского месторождения.

По результатам полевых опытов, проведенных в Приморском крае, А. Т. Грицун (1964) пришел к выводу, что соя хорошо усваивает фосфор фосфоритной муки. Эти выводы привели к тому, что в производстве на Дальнем Востоке фосфоритную муку стали применять без учета кислотности почвы и содержания в ней подвижного фосфора. Кроме того, часть фосфоритной муки применяли совместно с известью или на известкованной почве, что существенно влияло на её использование растениями и снижало её эффективность.

Ссылаясь на данные этих исследований, Д. А. Курдин (1975) заключил, что главный приём улучшения фосфатного режима кислых почв Приамурья – использование фосфоритной муки, значение которой возрастает при известковании почв.

Вместе с тем многочисленные опыты показывают, что эффективность фосфоритной муки зачастую значительно ниже суперфосфата, а на слабокислых почвах отсутствует (В. Т. Куркаев, 1965. 72 с.; Г. К. Шелевой, 1971. С. 85-93; Н. А. Пенчукова, 1976. С. 157-164).

Условия эффективного применения фосфоритной муки, в сравнении

с гранулированным суперфосфатом, мы изучали в вегетационных и полевых опытах на слабокислой луговой черноземовидной и среднекислой бурой лесной глеевой почвах. В вегетационных опытах на луговой черноземовидной почве эффективность фосфоритной муки составила 29,3% от эффективности гранулированного суперфосфата, а на сильнокислой бурой лесной глеевой почве она повысилась до 68%.

В полевых опытах на луговой черноземовидной почве при содержании подвижного фосфора по А. Т. Кирсанову 30–35 мг/кг почвы фосфорные удобрения не оказали существенного влияния на урожайность семян сои (табл. 4.15). На более бедной подвижным фосфором бурой лесной глеевой (9–14 мг/кг почвы) суперфосфат повышал урожайность сои в зависимости от дозы  $P_2O_5$  на 0,21–0,52 т/га в опыте 1 и на 0,14–0,34 т/га в опыте 2. В среднем по двум опытам урожайность семян сои от фосфоритной муки Верхнекамского месторождения составила 41,9–64,7% от эффективности эквивалентных доз двойного суперфосфата. Результаты вегетационных опытов показали, что доступность фосфора фосфоритной муки зависит от агрохимических свойств почвы и различных факторов, обусловленных агротехническими приемами применения этого удобрения.

Таблица 4.15

Влияние доз и форм фосфорных удобрений на урожайность сои на различных почвах, т/га

Вариант опыта	Луговая чернозёмовидная почва				Бурая лесная глеевая почва			
	опыт 1	опыт 2	Средняя		опыт 1	опыт 2	Средняя	
			урожайность	прибавка урожай-ти			урожайность	прибавка урожай-ти
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контроль	2,03	1,54	1,79	-	0,21	0,24	0,23	-
$N_{30}$ – фон	2,23	1,59	1,91	0,12	0,23	0,24	0,24	0,01
Фон + $Pc_{90}$	2,18	1,73	1,96	0,17	0,44	0,38	0,41	0,18
Фон + $Pф_{90}$	2,20	1,63	1,92	0,13	0,39	0,31	0,35	0,12

*Продолжение таблицы 4.15*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фон + Рс240	2,31	1,77	2,04	0,25	0,49	0,51	0,50	0,27
Фон + Рф240	2,17	1,53	1,85	0,06	0,43	0,30	0,37	0,14
Фон + Рс360	2,20	1,78	1,99	0,20	0,75	0,58	0,66	0,43
Фон + Рф360	2,28	1,70	1,99	0,20	0,43	0,37	0,42	0,19
НСР <sub>05</sub>	0,20	0,31			0,20	0,14		

Так, применение фосфоритной муки одновременно с известкованием почвы резко снижает её эффективность. Даже при внесении двойной дозы фосфоритной муки (360 мг Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> на 1 кг почвы) в сочетании с известью по 1 г. к. прибавка была ниже, чем при внесении только одной дозы фосфоритной муки (табл. 4.16).

*Таблица 4.16*

**Влияние дозы фосфоритной муки на урожайность сои,  
г/сосуд**

Вариант опыта	Урожайность	Прибавка
НК – фон	18,5	–
Фон + Рс 180	31,9	13,4
Фон + Рф 180	25,5	7,0
Фон + Рс 360	32,0	13,5
Фон + Рф 360	30,2	11,7
Фон + Рс 360 + известь 1 г. к.	35,3	16,8
Фон + Рф 360 + известь 1 г. к.	24,8	6,3
НСР <sub>05</sub>	1,4	

Если суперфосфат в сочетании с известью на фоне азотно-калийных удобрений обеспечивал прибавку урожайности по сравнению с вариантом без извести на 3,3 г, то применение извести в сочетании с фосфоритной мукой снижало урожайность сои по сравнению с полным удобрением на 5,4 г/сосуд.

Послойное применение извести и фосфорных удобрений существенно не влияло на эффективность суперфосфата, но повлияло на доступность

фосфора фосфоритной муки. Если совместное внесение извести и фосфоритной муки не повышало урожайность, то их послойное применение приводило к росту урожайности зерна на 15,5 г на сосуд по сравнению с вариантом совместного применения (табл. 4.17).

*Таблица 4.17*

**Влияние способа заделки фосфорных удобрений  
на урожайность сои,  
г/сосуд**

Вариант опыта	Зерно		Солома	
	Урожай- ность	Прибавка урожайности	Урожай- ность	Прибавка урожайности
Контроль	11,0	—	8,7	—
Известь 0,5 г.к.	15,1	4,1	13,4	4,7
Pc	51,5	40,5	42,2	33,5
Pф	43,9	32,9	34,1	26,1
Pc + известь 0,5 г. к.	43,3	36,3	42,6	33,9
Pф + известь 0,5 г. к.	14,1	3,1	11,3	2,6
½ сосуд Pc + ½ сосуда известь 0,5 г. к.	45,7	34,6	39,7	31,0
½ сосуд Pф + ½ сосуда известь 0,5 г. к.	26,5	15,5	18,8	10,1
НСР <sub>05</sub>	4,7		3,6	

В процессе исследований важное практическое значение имел вопрос о том, какая эффективность фосфоритной муки будет на ранее известкованной почве. Для этого в стационарных полевых опытах, заложенных на бурой лесной глеевой почве в центральной зоне области, с известью Чагоянского месторождения была отобрана почва по вариантам, которую использовали в вегетационных опытах с двойным гранулированным суперфосфатом и фосфоритной мукой. Результаты опытов представлены в таблице 4.18.

Таблица 4.18

**Влияние извести на эффективность применения  
фосфорных удобрений**

Вариант полевого опыта (1982, 1983 гг.)	Вариант вегетационного опыта (1984, 1985 гг.)	Урожайность семян сои, г/сосуд		Средняя по двум опытам, г/сосуд	
		Опыт 1 (1984 г.)	Опыт 2 (1985 г.)	Урожайность семян сои	Прибавка урожайности
Контроль	Контроль	15,7	12,8	14,2	-
	Рс	31,4	28,3	29,8	15,6
	Рф	28,3	24,8	26,6	12,4
НРК	Контроль	19,8	19,0	19,4	-
	Рс	34,7	34,0	34,4	15,0
	Рф	35,3	28,1	31,7	12,3
НРК, известь 0,5 г. к.	Контроль	19,4	23,7	21,6	-
	Рс	32,4	34,0	33,2	11,6
	Рф	29,5	30,0	29,8	8,2
НРК, известь 1 г. к.	Контроль	22,3	27,9	25,1	-
	Рс	34,3	34,9	34,6	9,5
	Рф	26,3	28,2	27,2	2,1
НРК, известь 2 г. к.	Контроль	28,0	28,6	28,3	-
	Рс	37,0	37,3	37,2	8,9
	Рф	27,9	27,6	27,8	-0,5
НСР <sub>05</sub>		3,4	4,3		

На известкованном фоне эффективность фосфоритной муки достигала 79–80% от эффективности гранулированного суперфосфата. Известь на третий год действия оказывала существенное влияние на эффективность фосфорита. Известь в дозе 0,5 г. к. снижала эффективность фосфоритной муки на 9%. Увеличение дозы до 1 и 2 г. к. привело к дальнейшему снижению эффективности фосфорита на 58 и 100% соответственно.

Полевые опыты по изучению форм, доз и способов внесения фосфорных удобрений проводили в пятипольном севообороте, схема опыта приведена в таблице 4.19. На луговой черноземовидной почве при внесении, как суперфосфата, так и фосфоритной муки в пахотном слое почвы увеличивается содержание общего, подвижного и усвояемого фосфора. Повышается подвижность фосфат ионов. Количество раство-

римого в 0,2 н НСІ фосфора в вариантах с внесением фосфоритной муки оставалось несколько выше, чем в вариантах с внесением суперфосфата на протяжении всего опыта. Наибольшее количество усвояемых фосфатов к концу ротации севооборота отмечено в вариантах с ежегодным внесением суперфосфата, а увеличение подвижности в 1,4–1,8 раза в варианте с периодическим внесением (2 раза и один раз в 5 лет).

Таблица 4.19

Схема полевого опыта по изучению способа  
внесения фосфорных удобрений

Вариант опыта*	Соя (1979–1981 гг.)		Пшеница (1980–1982 гг.)		Соя + овес, (1981–1983 гг.)		Соя (1982–1984 гг.)		Пшеница (1983–1985 гг.)	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
1. Контроль (без удобрений)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2. N ежегодно – фон	30	–	90	–	60	–	30	–	90	–
3. Фон + Pс жегодно	30	90	90	60	60	90	30	P <sub>90</sub>	90	60
4. Фон + Pф ежегодно	30	90	90	60	60	90	30	90	90	60
5. Фон + Pс 2 раза за 5 лет	30	240	90	–	60	–	30	150	90	–
6. Фон + Pф 2 раза за 5 лет	30	240	90	–	60	–	30	150	90	–
7. Фон + Pс 1 раз за 5 лет	30	390	90	–	60	–	30	–	90	–
8. Фон + Pф 1 раз за 5 лет	30	390	90	–	60	–	30	–	90	–
Примечание: * в таблицах 4.20 и 4.21 те же варианты полевых опытов										

Средняя урожайность сои в вариантах без внесения удобрений колебалась в пределах 1,84–2,0 т/га. Эффективность удобрений как при прямом

действни, так и в последствии неустойчива и зависит от складывающихся погодных условий (табл. 4.20).

На низкоплодородной бурой лесной глеевой почве фосфорные удобрения в год внесения повышали урожайность сои на 0,18–0,44 т/га. Различия в урожайности сои по вариантам определяются в основном количеством внесённого фосфора (табл. 4.21). Выявлена тесная корреляционная зависимость между накоплением подвижного фосфора в удобренных вариантах и урожайностью сои. Эта величина составила в 1979 г. – 0,96, в 1980 – 0,87 и в 1981 г. – 0,97.

Периодическое внесение фосфорных удобрений было более эффективно в первые два года исследований. В последующие сроки эффективность обоих способов была одинаковой. Разница в урожайности по вариантам не отмечена: прибавка относительно контроля колебалась в пределах 0,37–0,50 т/га. Следует отметить, что эффективность фосфоритной муки со временем сравнивается с эффективностью суперфосфата.

*Таблица 4.20*

**Влияние форм и способа внесения фосфорных удобрений на урожайность сои на луговой черноземовидной почве, т/га**

Вариант опыта*	Соя, первое поле севооборота				Соя, четвертое поле севооборота			
	1979 год	1981 год	Средняя		1982 год	1984 год	Средняя	
			Урожайность семян	Прибавка урожайности			Урожайность семян	Прибавка урожайности
1	2,03	1,54	1,79	-	1,73	2,06	1,90	-
2	2,23	1,59	1,91	0,12	1,75	2,17	1,96	0,06
3	2,18	1,73	1,96	0,17	1,92	2,13	2,03	0,13
4	2,20	1,63	1,92	0,13	1,77	2,08	1,93	0,03
5	2,31	1,77	2,04	0,25	1,81	2,30	2,06	0,16
6	2,17	1,53	1,85	0,06	1,78	2,08	1,93	0,03
7	2,20	1,78	1,99	0,20	1,78	2,18	1,98	0,08
8	2,28	1,70	1,99	0,20	1,76	2,18	1,97	0,07
НСР <sub>05</sub>	0,20	0,31			0,16	0,19		

Примечание: \* Названия вариантов опыта изложены в табл. 4.19

Таблица 4.21

**Влияние форм и способа внесения фосфорных удобрений  
на бурой лесной глеевой почве на урожайность сои, т/га**

Вариант опыта*	Соя, первое поле севооборота				Соя, четвертое поле севооборота			
	1979 год	1981 год	Средняя		1982 год	1984 год	Средняя	
			Урожай- ность семян	При- бавка урожай- ности			Урожай- ность семян	При- бавка урожай- ности
1	0,21	0,24	0,23	-	0,94	0,17	0,56	-
2	0,23	0,24	0,24	0,01	1,03	0,27	0,65	0,09
3	0,44	0,38	0,41	0,18	1,50	0,42	0,96	0,40
4	0,39	0,31	0,35	0,12	1,46	0,40	0,93	0,37
5	0,49	0,51	0,50	0,27	1,64	0,47	1,06	0,50
6	0,43	0,30	0,37	0,14	1,48	0,43	0,96	0,40
7	0,75	0,58	0,67	0,44	1,47	0,42	0,95	0,39
8	0,47	0,37	0,42	0,19	1,46	0,47	0,97	0,41
НСР <sub>05</sub>	0,20	0,14			0,13	0,18		
Примечание: * Названия вариантов опыта изложены в табл. 4.19								

Таким образом, на кислой бурой лесной глеевой почве продуктивность сельскохозяйственных культур за ротацию севооборота при ежегодном внесении суперфосфата равна эффективности фосфоритной муки, внесенной один раз за 5 лет. Эффективность в этих вариантах превышает на 30% фоновое удобрение.

Особый интерес представляла возможность использования фосфатно-карбонатной муки (ФКМ) Архаринского месторождения.

На территории Амурской области открыты месторождения апатитов и фосфоритов, которые в перспективе могут послужить сырьем для туковой промышленности. В настоящее время они отнесены к некондиционным агрорудам, так как содержание  $P_2O_5$  в них низкое (6–8%), а твердость породы выше 60 МПа (И. Г. Ковшик, 2003. С. 121-124). Тем не менее, в начале 80-х годов на базе Средне-Илгинского месторождения фосфатно-карбонатной руды был открыт Архаринский карьер, ко-

торый некоторое время выпускал фосфатно-карбонатную муку. Гранулометрический состав этой ФКМ не соответствовал предъявляемым требованиям ГОСТ, так как содержание частиц размером более 1 мм достигало 49% и размером более 3 мм – 20%. По ГОСТ допускается содержание частиц размером от 1 до 3 мм не более 5%, а свыше 3 мм – 0. Поэтому для известкования кислых почв применяли ФКМ в дозах выше стандартных в 1,5–2 раза, затраты на внесение резко увеличились, а эффективность оставалась низкой. Об этом свидетельствуют данные опытов, проведенных в центральной и южной зонах области по изучению эффективности ФКМ в нейтрализации кислотности и увеличения содержания в почве доступных растениям форм фосфора (табл. 4.22; 4.23).

По сравнению с суперфосфатом ФКМ при внесении в бурую лесную глеевую почву в 1,5–2 раза увеличила содержание  $P_2O_5$ , растворимой в 0,2 н. HCl. Но при фосфоритовании почв метод А. Т. Кирсанова не отражает содержание доступного растениям фосфора. Это подтверждают данные учета урожайности сои и пшеницы. Статистически значимая прибавка урожайности семян сои к контрольному варианту получена лишь в 1984 г. – 54%. При этом прибавка от внесения суперфосфата составила 62%.

**Таблица 4.22**

**Влияние ФКМ Архаринского карьера на урожайность сои и пшеницы, возделываемых на луговой черноземовидной почве, т/га (полевой опыт)**

Культура, год	Внесено ФКМ, т/га				НСР <sub>05</sub>
	0	4	8	12	
Соя (1988)	2,03	2,09	2,22	2,23	0,37
Пшеница (1988)	2,44	2,40	2,59	2,48	0,15

В 1985 г. определена подвижность фосфора методом Н. П. Карпинского и В. Б. Замятиной, более достоверно характеризующая условия питания растений этим элементом. При внесении ФКМ и суперфосфата в равных дозах ( $P_{200}$ ) подвижность  $P_2O_5$ , в бурой лесной глеевой почве на фоне ФКМ была в два раза ниже, чем на фоне суперфосфата. При увеличении дозы ФКМ до  $P_{400}$  подвижность была ниже в 1,4 раза.

Таблица 4.23

**Влияние ФКМ Архаринского карьера на подвижность  
фосфора в бурой лесной глеевой почве и урожайность культур  
(полевой опыт)**

Год	Показатель	Вариант опыта				НСР <sub>05</sub>
		Конт- роль	P <sub>C</sub> <sub>200</sub>	P <sub>200</sub> ФКМ	P <sub>400</sub> ФКМ	
<b>Соя</b>						
1982	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *, мг/100 г	1,8	3,4	8,4	11,2	—
	Урожайность, т/га	0,24	0,91	0,38	0,22	0,23
1984	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *, мг/100 г	1,8	1,8	2,6	3,4	—
	Урожайность, т/га	0,24	0,39	0,37	0,24	0,11
<b>Пшеница</b>						
1983	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *, мг/100 г	1,2	1,6	2,2	4,4	—
	Урожайность, т/га	0,62	0,78	0,79	0,75	0,21
1985	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *, мг/100 г	1,3	1,9	2,4	3,5	—
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ** , мг/л	0,035	0,056	0,028	0,040	—
	Урожайность, т/га	0,76	0,84	0,79	0,79	0,13
Примечание: * по методу А. Т. Кирсанова в 0,2 н. НСІ; ** по методу Н. П. Карпинского и В. Б. Замятиной в 0,015 н. К <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> вытяжке						

Фосфор в апатитах и фосфоритах находится в форме трехзамещенного фосфата кальция, недоступного для большинства растений. Для повышения растворимости и доступности растениям фосфора апатиты и фосфориты активируют, подвергая обработке сильными кислотами (химический метод), компостируя с определенными видами микроорганизмов (микробиологический метод), разрушая кристаллическую решетку минералов путем размола до состояния пыли (физический метод). Такая активированная ФКМ Архаринского карьера не уступает по эффективности стандартной фосфоритной муке (табл. 4.24). Подобные результаты получены в опытах с активированной ФКМ в Хабаровском крае.

**Влияние активированной ФКМ Архаринского карьера  
на урожайность сои, г/сосуд (вегетационный опыт)**

Вариант опыта	Семена	Побочная продукция
Контроль	23,3	18,8
Фосфоритная мука Вятско-Камского месторождения	28,8	25,1
ФКМ ПС* Архаринского карьера	24,6	21,0
ФКМ активизированная Архаринского карьера	33,2	24,8
НСР <sub>05</sub>	2,4	4,3
Примечание: ФКМ ПС* – производственная смесь фосфатно-карбонатной муки		

Для изучения эффективности действия различных механических фракций ФКМ в 1996–2000 гг. проведен полевой опыт в с. Большеозерка Ивановского района Амурской области на луговой чернозёмовидной почве (табл. 4.25). ФКМ была внесена весной 1996 г. из расчета 1 г. к. по 7,5 т/га.

В 1-й год действия ФКМ и извести урожайность сои была на уровне контроля. На 4-й год действия существенные прибавки урожайности семян сои (0,53–0,64 т/га) получены по сравнению с контролем от ФКМ ПС и от её фракций мелких и крупных частиц.

На 2-й год после внесения ФКМ ПС статистически достоверные на 5%-м уровне значимости, прибавки урожайности зерна кукурузы получены относительно контроля и стандарта (известь Лондоковского месторождения + Р<sub>60</sub>). Причем, были эффективны ФКМ ПС и её фракции частиц менее 1 мм и 1–3 мм. Но по фракциям ФКМ менее 1 мм урожайность была на 0,67 т/га выше, чем по ФКМ ПС и на 0,65 т/га – чем по фракциям ФКМ 1–3 мм. На 5-й год действия прибавка зерна кукурузы по сравнению с контролем получена уже только при внесении в почву частиц ФКМ менее 1 мм. На третий год действия ФКМ (1998 г.) все химические мелиоранты на урожайность овса существенного влияния не оказали.

**Влияние различных механических фракций ФКМ  
Архаринского карьера на урожайность зерна сои,  
кукурузы, овса, т/га (полевой опыт)**

Культура, год	Контроль	Известь Лондоковского известкового завода	Механические фракции ФКМ			НСР <sub>05</sub>
			ПС	< 1 мм	1–3 мм	
Соя (1996)	0,88	0,96	0,96	0,90	0,99	0,18
Кукуруза (1997)	2,31	2,20	2,66*	3,36*	2,71*	0,20
Овес (1998)	1,56	1,45	1,69	1,66	1,67	0,46
Соя (1999)	1,35	1,84	1,87*	1,94	1,99*	0,45
Кукуруза (2000)	3,95	5,14	4,14	4,75*	3,35	0,74

Примечание: \* существенно на 5%-м уровне значимости

Техническая оснащенность Архаринского карьера не позволяла производить активированную ФКМ. Поэтому в 1995–1997 гг. в с. Большеозерка был заложен вегетационно-полевой опыт по разработке агротехнических приемов повышения эффективности производственной смеси ФКМ. Предположили, что внесение органического вещества в почву вызовет вспышку микробиологической активности и, как следствие, повышение концентрации  $\text{CO}_2$  в почвенном растворе. А это в свою очередь повысит растворимость карбонатов. Поэтому ФКМ ПС вносили на фоне различных органических удобрений в августе после уборки пшеницы. Посев 1-й культуры (сои) производили весной следующего года.

На фоне соломы, отавы клевера и навоза в 1-й год действия ФКМ нейтрализация почвенной кислотности была несколько выше, чем на фоне сапропеля и в контроле. Через 4 года рН сол. оставалась более высокой на фоне навоза и сапропеля (табл. 4.26).

ФКМ как в чистом виде, так и на фоне органических удобрений повысила в почве содержание подвижного фосфора, определенного по методу А. Т. Кирсанова. В 1-й год действия максимальное повышение наблюдалось при внесении ФКМ на фоне сапропеля и навоза, а на 4-й год – на фоне отавы клевера, сапропеля и навоза. Как и на бурой лесной глеевой

почве, ФКМ в 1-й год действия снизила подвижность  $P_2O_5$ , по методу Н. П. Карпинского и В. Б. Замятиной. Без органических удобрений снижение составило 21%, по соломе – 19%, по отаве клевера – 25%, по сапропелю – 24% и по навозу – 12%, по сравнению с фоном. Через 4 года после внесения ФКМ подвижность фосфора во всех вариантах была на уровне контроля.

**Таблица 4.26**

**Влияние ФКМ и органических удобрений на агрохимические свойства почв, % к содержанию в почве контрольного варианта (вегетационно-полевой опыт)**

Показатель	Фон	Контроль	Органические удобрения			
			солома	отава клевера	сапропель	навоз
1-й год действия ( в среднем за 1996–1998 гг.)						
рНсол.	1	5,1	5,2	5,2	5,2	5,3
	2	5,6	5,7	5,7	5,5	5,7
Nмин	1	100	99	92	95	141
	2	102	99	99	94	89
$P_2O_5$ в 0,2 н. НСІ	1	100	95	98	118	118
	2	117	108	110	122	136
$P_2O_5$ в 0,015 н. $K_2SO_4$	1	100	103	96	91	123
	2	79	84	79	85	111
4-й год действия (в среднем за 1999, 2000 гг.)						
рНсол.	1	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6
	2	4,8	4,8	4,8	5,0	5,0
Nмин	1	100	80	86	58	54
	2	58	44	50	45	31
$P_2O_5$ в 0,2 н. НСІ	1	100	102	106	126	112
	2	118	108	123	135	125
$P_2O_5$ в 0,015 н. $K_2SO_4$	1	100	118	110	92	124
	2	108	96	103	101	108
Примечание: 1 – без ФКМ; 2 – на фоне ФКМ						

Необходимо отметить, что внесение всех органических удобрений привело к снижению содержания в почве минерального азота на 14–44% по сравнению с контролем. Внесение ФКМ уменьшило содержание N<sub>мин</sub> относительно контроля на 13–36%.

В 1-й год действия ФКМ урожайность семян сои в контроле увеличилась по соломе и по отаве клевера на 23 и 26%, по сапропелю на 11% и по навозу на 35%, по сравнению с фоном (табл. 4.27).

Таблица 4.27

**Влияние ФКМ и органических удобрений  
на урожайность культур,  
г/сосуд (вегетационно-полевой опыт)**

Культура, год	Фон	Контроль	Органические удобрения			
			солома	отава клевера	сапропель	навоз
Соя, в среднем за 1996–1998 гг.	1	11,8	12,1	16,9	14,3	14,3
	2	14,5	15,3	21,1	15,9	19,3
Пшеница, в среднем за 1997–1998 гг.	1	5,7	6,6	7,2	8,1	9,2
	2	8,2	6,3	7,2	7,1	7,4
Соя, в среднем за 1998–1999 гг.	1	6,6	6,5	8,6	8,5	7,2
	2	6,8	9,2	9,1	8,1	7,2
Пшеница, 1999 г.	1	10,7	8,8	10,9	9,2	8,7
	2	10,9	10,4	10,1	9,9	8,8
Примечание – 1 – без ФКМ; 2 – на фоне ФКМ						

Эффективность ФКМ существенно возросла по сравнению с ФКМ без органических удобрений только при внесении ее с отавой клевера и навозом (на 45 и 33% соответственно).

На 3-й год действия максимальный урожай семян сои был получен в вариантах ФКМ + солома и ФКМ + отава клевера (135% к контролю), а минимальный – при внесении только ФКМ (103%) и ФКМ + навоз (109%).

Из-за снижения содержания в почве минерального азота при внесении ФКМ, особенно ФКМ на фоне органических удобрений, прибавок уро-

жая яровой пшеницы во 2-й и 4-й годы действия не получено. В дальнейшем необходимо изучить динамику форм азота в различных почвах при фосфоритовании и известковании пашни и разработать рекомендации по применению компенсационных доз азотных удобрений под зерновые культуры.

Результаты проведенных исследований позволили сделать следующие выводы:

производственная смесь фосфатно-карбонатной муки Архаринского карьера при внесении в почву имеет низкую эффективность и нуждается в дополнительной активации;

в качестве активации ФКМ можно использовать агротехнические приемы – внесение её одновременно с заашкой сидеральной культуры, отавы многолетних трав или соломы;

ФКМ при внесении в почву в 1-й год действия снижает подвижность фосфора. Через 4 года подвижность  $P_2O_5$  восстанавливается до исходного уровня. Вносить ФКМ необходимо под культуры, способные использовать фосфор из труднорастворимых соединений, например, гречиху.

ФКМ в последствии снижает в почве содержание минеральных форм азота. Необходимо под зерновые культуры на 3–5-й год после внесения применять повышенные дозы азотных удобрений.

Исходя из вышесказанного, можно предложить 2 варианта применения ФКМ ПС: 1) внесение ФКМ ПС при заашке отавы многолетних трав в июле или августе – соя – зерновые культуры +  $N_{60-90}$  – соя – зерновые +  $N_{60-90}$ , 2) внесение ФКМ ПС после сои одновременно с заашкой соевой соломы в сентябре или октябре – овес или гречиха +  $N_{60}$  – соя – зерновые культуры +  $N_{60-90}$  – соя.

---

## 5. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ СОИ

Вопросам минерального питания и удобрения сои посвящено большое количество научно-исследовательских работ. В связи с противоречивостью многих положений этой проблемы возникла необходимость более глубокого изучения взаимоотношений между растением сои, почвой и удобрениями в местных почвенно-климатических условиях.

Количество потребляемых соей питательных элементов значительно изменяется в зависимости от содержания их в почве в усвояемой форме, от фазы развития растений, величины урожайности и других условий произрастания.

Многие авторы указывают на исключительно важную роль в формировании урожайности сои плодородия почвы и минеральных удобрений, на прямое внесение которых соя не всегда положительно реагирует. Только на основе глубоких знаний биологических особенностей культуры и агрохимических свойств почв можно создать такую систему удобрений, которая позволит получить высокий урожай с минимальными затратами на дополнительное внесение в почву питательных веществ.

Корневое питание сои представляется довольно сложным процессом, который включает получение растениями элементов питания из почвенного раствора и воздуха как минерального, так и органического характера.

В почвенно-климатических условиях Амурской области для формирования урожайности сои 2 т/га требуется 140–150 кг азота, 30–40 кг фосфора и 40–50 кг калия (В. Т. Куркаев, 1965. 72 с., 1963. 20 с.; Г. В. Голов, 1971. С. 108-151). Их соотношение соответственно составит 3,75:1:1,25. По данным других авторов, на формирование такой же урожайности сои требуется меньше азота и калия: 142 кг азота, 38 кг фосфора и 35 кг калия – 3,74:1:0,92 (А. К. Чайка, 2009. 122 с.). По данным А. А. Бабич (1978), на формирование 0,1 т семян соя расходует 7,7–10,0 кг азота, 1,7–4,0 кг фосфора и 3,2–4,0 кг калия. В зависимости от типа и плодородия почвы при урожайности 2,25 т/га без внесения удобрений на 0,1 т семян расходуется 7,7 кг азота, 1,9 кг фосфора и 3,4 кг калия. Для формирования урожайности сои 3,3 т/га необходимо внесение 224–250 кг азота, 63 кг фосфора, 101 кг калия, 73 кг кальция, 34 кг магния, 22,3 кг серы и 2,4 кг микроэлементов.

По обобщенным данным зарубежных исследователей, химический состав растений сои в значительной степени может меняться в зависимости от содержания элементов питания в почве и условий выращивания (А. Субба Рао, 2014. С. 237-274).

При близких к оптимальным условиям химический состав растений довольно стабильный, независимо от региона возделывания. В порядке уменьшения значимости макроэлементы распределяются в следующем порядке: азот, калий, кальций, магний, фосфор, сера.

Для формирования семян 2,5 т/га соя выносит из почвы 125 кг азота, 23 кг фосфора, 101 кг калия, 22 кг серы, 35 кг кальция, 19 кг магния, 192 г цинка, 866 г железа, 208 г марганца и 74 г меди.

Недостаточная, достаточная и высокая концентрации питательных веществ для верхнего, полностью развитого тройчатого листа сои, предшествующего закладыванию боба, соответственно составляют: азота 10, 45–55 и 56–70 г/кг, фосфора 1,5, 2,6–5,0 и 6,0–8,0 г/кг, калия – 12,5, 17,0–25,0 и 26,0–28,0 г/кг; кальция – 2,0, 3,6–20,0 и 21,0–30,0 г/кг; магния – 1,0, 2,6–10,0 и 11,0–15,0 г/кг. Аналогичным образом недостаточная, достаточная и высокая концентрация микроэлементов составляет: железа – 30, 51 – 350 и 351 – 500 мг/кг, марганца – 14, 21–100 и 101–250 мг/кг; цинка – 10, 21–50 и 51–75 мг/кг; бора – 10, 21–55 и 56–80 мг/кг; меди – 4, 10–30 и 31–50 мг/кг; молибдена – 0,4, 1–5 и 6–10 мг/кг. Эти данные являются ориентиром для понимания потребностей сои в минералах.

Общее накопление азота, фосфора и калия в растениях осуществлялось по схеме, характерной для накопления сухого вещества. Около 80% от общего объема питательных веществ накапливалось в течение 46-дневного срока, начиная с 54-го и заканчивая 100-м днем после появления всходов.

Порядок концентрации макроэлементов в семенах следующий: азот, калий, фосфор, сера, кальций и магний. С семенами выносятся 80% поглощенного растениями фосфора, 78% азота и только 53% калия.

В течение многих лет минеральное питание сои мы изучали в соавторстве с М. Д. Салтановым и М. С. Кузьминым с 1964 г., после окончания агрономического факультета Благовещенского сельскохозяйственного института. Сначала в Амурской зональной агрохимической лаборатории, а в дальнейшем – во ВНИИ сои.

Исследования проводили на всех основных типах почв со многими сортами сои и широким использованием радиоактивных элементов: фосфора –  $^{32}\text{P}$ , кальция –  $^{45}\text{Ca}$  и серы –  $^{35}\text{S}$ .

---

### 5.1. Азотное питание сои

Азотное питание сои как бобовой культуры в значительной мере обусловлено уровнем симбиотических взаимоотношений между растением и клубеньковыми бактериями.

Соотношение биологического и минерального азота в питании сои, по данным различных авторов, существенно различаются, поэтому и нет единого мнения о необходимости применения азотных удобрений под эту культуру.

Некоторые исследователи (Дж. Л. Картер, 1970. С. 211-292) считают нецелесообразным внесение азотных удобрений под сою. Другие рекомендуют применять «стартовые» дозы азотных удобрений (А. К. Лещенко, 1948. 272 с.). Ряд авторов предлагают удобрять сою азотом в несколько приемов, так как дробное внесение в меньшей степени оказывает угнетающее действие на клубеньковые бактерии (Б. А. Неунылов, Ю. И. Слабко, 1967. С. 45-51). Есть мнение, что при отсутствии условий для активной жизнедеятельности клубеньковых бактерий роль азотных удобрений возрастает, и вносить их следует в повышенных дозах (Г. С. Посыпанов, 1979. 56 с.).

Хорошо известно, что в первоначальные фазы развития у сои слабо идет накопление сухого вещества надземной массы, и это неслучайно. В процессе эволюции растение сои приспособилось в первую очередь формировать корневую систему и симбиотический аппарат, а уже после этого происходит интенсивное нарастание надземной массы. В связи с чем растения сои, получившие «стартовую» дозу азота, первоначально выглядят лучше. Однако удобренные посевы в дальнейшем утрачивают это преимущество и к уборке формируют такую же урожайность, как и неудобренные, но, как правило, при меньшем соотношении зерна к соломе.

Внесение азотных удобрений в повышенных дозах не оправдано как с экономической, так и агрономической точек зрения. Потому что экстремальные условия оказывают примерно одинаковое отрицательное влияние как на клубеньковые бактерии, так и на само соевое растение.

По данным Б. А. Неунылова, Ю. И. Слабко (1968), растениям сои для формирования урожайности зерна 1,5–2,0 т/га и соответствующего количества соломы, корневых и пожнивных остатков должны усвоить 120–200 кг азота, из которых 40–65 кг/га азота соя должна взять из почвы. С использованием  $^{15}\text{N}$  было установлено, что в условиях вегетационного опыта из предпосевного удобрения усваивается более 60%, а из подкормки – более 80% внесенного азота. Растения сои активнее усваивают

азот минерального удобрения по сравнению с симбиотически фиксированным. У удобренной азотом сои перемещение из стеблей в листья и бобы соединений, включающих усвоенный из атмосферы азот, выражено значительно сильнее, чем у сои, удобренной азотом.

Наиболее правильный путь обеспечения растений сои азотом – создание оптимальных условий для формирования симбиотического аппарата, а также подбор и селекция более активных конкурентоспособных штаммов клубеньковых бактерий для отдельных сортов сои и типов почв.

Как бобовая культура соя значительную часть своей потребности в азоте удовлетворяет за счет усвоения его из атмосферы с помощью клубеньковых бактерий. Даже при урожайности 3–4 т/га, внесение азотных удобрений неэффективно, если растения обеспечены другими элементами питания и созданы хорошие условия для жизнедеятельности клубеньковых бактерий.

Другим источником азота для сои является минеральный азот почвы. Содержание минерального азота в почве зависит от её типа, количества применяемых азотных удобрений и предшественника. В полевых опытах на луговой черноземовидной почве, в зависимости от предшественника, содержание минерального азота по фазам развития сои колебалось от 11 до 38 мг/кг почвы (табл. 5.1).

*Таблица 5.1*

**Содержание минерального азота  
в почве по фазам развития сои**

Предшественник	Фаза развития сои			Средневзвешенное содержание минерального азота в почве за вегетацию	
	Третий тройчатый лист	Цветение	Созревание	мг/кг	кг/га
Пшеница	31,9	12,3	15,7	20,0	44,0
Однолетние травы	37,5	22,4	19,2	26,4	58,1
Ячмень	38,0	11,0	14,3	21,1	46,4
Кукуруза	32,3	14,0	18,3	21,5	47,3

Необходимо учитывать и запас азота в семенах сои, хотя он и небольшой, но играет важную роль в питании сои при отсутствии клубеньков на ранней стадии развития культуры. Для посева необходимо производить семена с высоким содержанием азота. Оно зависит от предшественника, применения фосфорных и молибденовых удобрений. При посеве сои после ячменя содержание азота в семенах составляет 5,70%, после пшеницы – 6,39 и после однолетних трав – 6,41%. В длительном стационарном опыте семена сои, полученные после однолетних трав, содержали 6,47% азота, после пшеницы – 6,11% (Р. Н. Степкина, 2001. 146 с.).

Учет сухой массы растений сои и содержание в ней азота в динамике позволили М. Д. Салтанову (1971) установить как общие закономерности, так и особенности потребления растениями азота в периоды их роста и развития (табл. 5.2 и 5.3).

Таблица 5.2

Потребление азота соей в периоды её развития

Вариант опыта	Всходы – третий тройчатый лист	Третий тройчатый лист – начало цветения	Цветение	Конец цветения – начало налива семян	Массовый налив семян	Созревание
Контроль (без удобрений)	<u>1,3*</u>	<u>3,2</u>	<u>7,5</u>	<u>14,7</u>	<u>22,6</u>	<u>28,0</u>
	1,7	4,2	9,7	19,0	29,2	36,2
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	<u>2,4</u>	<u>7,4</u>	<u>17,0</u>	<u>28,9</u>	<u>41,5</u>	<u>49,4</u>
	1,7	5,1	11,6	19,7	28,3	33,6
Примечание: * над чертой – потребление N <sub>грамм</sub> / 100 растений, под чертой – потребление N в %.						
Тоже в таблицах 5.6; 5.20; 5.22; 5.24						

В зависимости от фона удобрений в период от всходов до цветения растения сои потребляли 5,9–6,8% азота. В период массового налива семян потребление азота составляло 29,2 и 28,3% на неудобренном фоне и при внесении N<sub>60</sub>P<sub>120</sub>K<sub>60</sub> соответственно. Интенсивное потребление азота происходит в период массового налива бобов. За 10 дней этого периода растения потребляли 19,0–19,7% азота от всей его суммы поступления за вегетацию.

Таблица 5.3

**Потребление азота соей при прохождении фаз развития  
от суммы накопления за вегетацию**

Вариант опыта	Третий тройча- тый лист (27 дней)	Начало цвете- ния (40 дней)	Цвете- ние (58 дней)	Обра- зование бобов (68 дней)	Массо- вый налив семян (89 дней)	Созре- вание (111 дней)
Контроль (без удо- брений)	<u>1,3</u>	<u>4,9</u>	<u>12,0</u>	<u>26,7</u>	<u>49,3</u>	<u>77,2</u>
	1,7	5,8	15,5	34,6	63,7	100,0
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	<u>2,4</u>	<u>9,8</u>	<u>26,8</u>	<u>55,7</u>	<u>97,3</u>	<u>146,7</u>
	1,8	6,6	18,6	38,0	66,3	100,0
Примечание: над чертой – потребление N <sub>грамм</sub> / 100 растений, под чертой – потребление N в % к созреванию. Тоже в таблицах 5.7; 5.21; 5.23; 5.25						

На высоком уровне минерального питания растения сои накапливают значительно больше азота, чем в контрольном варианте и быстрее удовлетворяют свою потребность в нем. Так, в период цветения – конца бобообразования усвоение азота на удобренном фоне увеличилось от 7,4 до 28,9 г на 100 растений, что почти в два раза больше, чем в контрольном варианте за тот же период.

### 5.2. Фосфорное питание сои

Фосфор, как известно, представляет собой один из основных элементов питания растений. Для бобовых культур, в том числе и сои, обеспечивающих себя в значительной мере азотом за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями, в формировании урожая фосфор часто является главным лимитирующим элементом.

Практика соеводства на Дальнем Востоке показала, что фосфорные удобрения в общем оказывают положительное влияние на урожайность этой культуры на всех типах почв. Вместе с тем часто отмечается неустойчивая их эффективность при непосредственном внесении их под сою. В связи с этим и предприняты исследования по теме питания сои фосфором применительно к почвенно-климатическим условиям Приамурья. При

---

этом необходимо было изучить поступление и распределение фосфора в растение сои, а также установить влияние на фосфорное питание способа внесения фосфорных удобрений, подкормок, влажности почвы и некоторых других условий выращивания этой культуры, так как в литературе по всем этим вопросам прослеживаются большие противоречия.

Установлено, что наибольшее количество фосфора приходится на бобы, несколько меньше его в листьях и очень мало в стеблях (А. П. Щербаков, 1963; М. Д. Салтанов, 1969. С. 55-61; Л. Н. Филимонова, Г. С. Посыпанов, 1970. С. 41-52). Однако абсолютное содержание общего фосфора в одних и тех же органах, по данным различных авторов, колеблется в значительных пределах. Так, по данным японских исследователей, установлены величины содержания фосфора 0,31, 0,09 и 0,24% для листьев, стеблей и целого растения соответственно. Они близки к цифрам, полученным в США на выращенной в полевых условиях сои (А. Дж. Олрогге, 1970. С. 165-210). Л. Н. Филимонова, Г. С. Посыпанов (1970) в ту же фазу обнаружили значительно больше фосфора как в листьях (0,52–0,65%), так и в стеблях (0,41–0,49 %). В опытах Е. И. Ратнера и других соавторов (1970) в фазу формирования бобов листья сои содержали 0,145%, стебли – 0,110, бобы – 0,309 и корни – 0,100% фосфора. По данным Х. С. Асарова (1966), в фазу бутонизации в надземной массе сои количество фосфора в зависимости от содержания Са,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в питательной среде колебалось от 1,27 до 2,07 %.

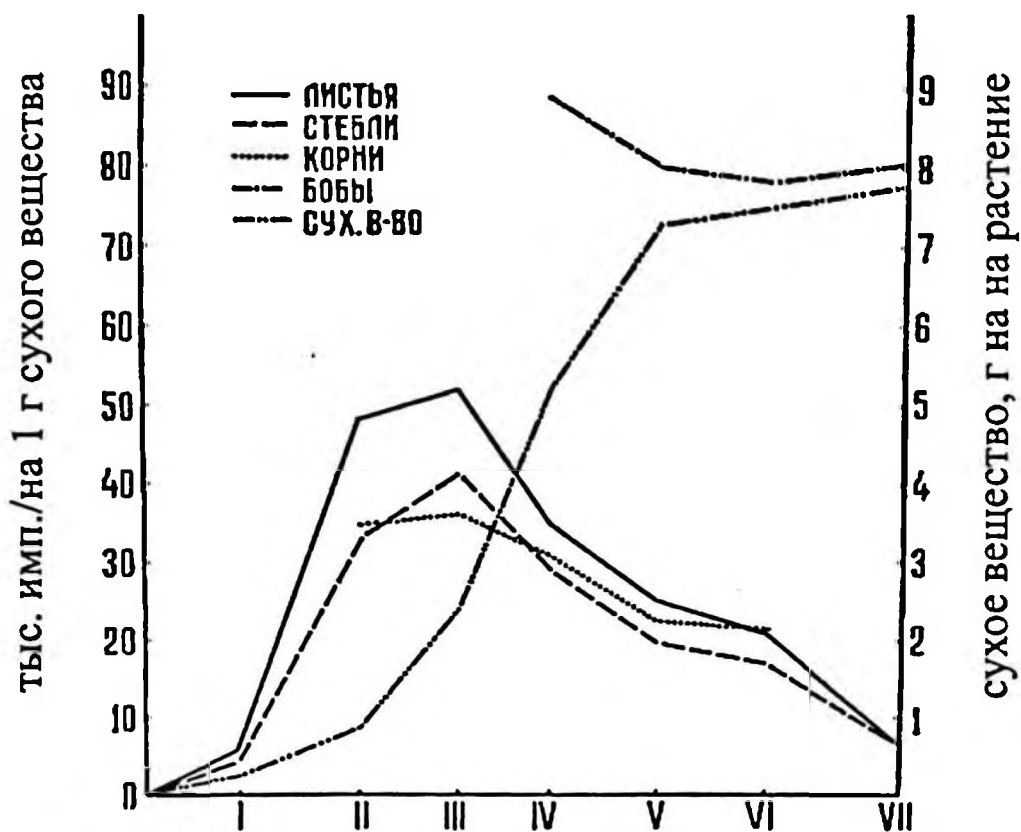
А. Дж. Олрогге (1970) отмечал наличие 7–9-кратного диапазона колебаний содержания фосфора у сои в фазы цветения и завязывания бобов.

Имеющиеся в литературе данные о потреблении фосфора соей в онтогенезе также противоречивы. А. Т. Грицун (1958, 1971) отмечает сравнительно равномерное потребление фосфора соей до созревания, и к фазе налива зерна она поглощает до 50%  $P_2O_5$ , потребленного до конца вегетации. По данным Л. Н. Филимоновой и других исследователей (1970), к этому времени соя потребляет 63–73% фосфора. Вместе с тем имеются сведения о том, что исключение фосфора из питательной среды за 70 дней до конца вегетации не сказывалось на снижении урожайности сои (Н. С. Авдонин, 1940. С. 25-31), а по данным В. Б. Багаева (1953), она даже положительно реагировала на исключение или снижение концентрации фосфора в питательной среде в период цветения.

Таким образом, поступление и распределение фосфора в растениях сои зависит от фазы развития и условий выращивания этой культуры, но не исключено и влияние сортовых особенностей.

При изучении ряда вопросов фосфорного питания сои нами использовался радиоактивный изотоп фосфора –  $^{32}\text{P}$ . Метод меченых атомов позволил проследить поступление фосфора в растения, распределение его по органам и потребление в зависимости от различных агроприемов возделывания (И. Г. Ковшик, М. С. Кузьмин, 1982. С. 72-81).

В условиях вегетационного опыта до фазы цветения фосфор наиболее интенсивно поступал в листья, в начале цветения – в цветы, при формировании бобов, их наливе и созревании – в бобы (рис. 5.1).



Фазы развития:

I – примордиальные листья, II – третий тройчатый лист,  
 III – цветение, IV – бобообразование, V – налив семян,  
 VI – бурые бобы, VII – созревание

Рисунок 5.1. Динамика поступления  $^{32}\text{P}$  в растении сои, распределения по органам и накопления сухого вещества в фазы развития

Поступление фосфора из почвы в растения отмечаются уже в фазу примордиальных листьев, причем 75% его содержится в листьях. До фазы цветения за 40 дней в растения поступило 36% фосфора от всего количества, поглощенного за весь период вегетации. В дальнейшем темпы поглощения значительно усиливались: за 27 дней цветения посту-

пление фосфора составило 38% от общего количества. В период налива бобов 63,1% его содержалось в бобах, а при созревании 93,5% в семенах.

С фазы цветения-начала формирования бобов и налива семян у сои ясно выражен процесс реутилизации ранее поглощенного фосфора. В это время усиливается отток фосфора из листьев и стеблей в цветы и формирующиеся бобы. Вместе с тем общая радиоактивность отдельных органов сои возрастает вплоть до налива семян, а всего растения – к фазе созревания, что свидетельствует о потреблении фосфора в течение всего периода вегетации (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Поступление  $^{32}\text{P}$  в растения и распределение по его органам

Орган растения	Радиоактивность в тыс. имп/мин на 1 г.						
	Приморд. листья	1-й тройч. лист	3-й тройч. лист	Цветение	Бобообразование	Налив семян	Созревание семян
Листья	6,4	11,4	31,8	23,2	13,6	9,8	3,8
Стебли	4,6	8,4	22,4	23,7	13,2	7,4	2,5
Семядоли	1,1	2,0	–	–	–	–	–
Цветы	–	–	–	36,3	–	–	–
Бобы	–	–	–	–	33,0	26,2	25,1*
Примечание: *створки бобов 2,9 и семена 47,2 тыс./имп на 1 г вещества							

Следует отметить, что уже от фазы третьего тройчатого листа до созревания в каждый межфазный период доза поглощенного фосфора была в пределах 20% от общего количества, поступившего за вегетацию. Так, за период цветения-бобообразования (13 дней) поступление фосфора увеличилось от 36 до 54%, а в период бобообразования-налива семян (15 дней) – от 54 до 75%.

К фазе созревания максимальное накопление фосфора приходится на бобы, главным образом на семена (93,5% к целому растению); на створки бобов расходовалось лишь 3,5% (табл. 5.5).

Характер потребления фосфора совпадает с образованием у сои сухого вещества, которое постепенно накапливается до цветения. В последующие фазы его накопление происходит более интенсивно. К началу фазы налива бобов оно составило 67,6%, а к концу – 93,8% общего количества сформированного за вегетацию.

В условиях полевого опыта отмечается существенное различие в потреблении фосфора соей по периодам развития. За период третьего тройчатого листа - начала цветения она усвоила 3,3%  $P_2O_5$  в контрольном варианте и 3,9% на фоне полного минерального удобрения (табл. 5.6; 5.7). К этому времени с начала вегетации она усвоила 4,6 и 4,7% фосфора соответственно.

Таблица 5.5

Распределение  $^{32}P$  по органам сои в фазы развития

Орган растения	Приморд. листья		Тройчатый лист				Цветение	
			первый		третий			
	1	2	1	2	1	2	1	2
Листья	0,90	75	1,93	76,3	21,32	83,4	41,23	73,5
Стебли	0,24	20	0,50	19,8	4,26	16,6	13,76	24,5
Семядоли	0,06	5	0,10	3,9	—	—	—	—
Цветы	—	—	—	—	—	—	1,09	2
Бобы	—	—	—	—	—	—	—	—
Целое растение	1,2 0,8**	100	2,53 1,6	100	25,8 16,4	100	56,88 36,0	100

Орган растения	Бобообразование		Налив семян		Созревание семян	
	1	2	1	2	1	2
Листья	43,5	51,9	32,67	28,1	7,97	4,7
Стебли	17,66	21,1	10,28	8,8	2,81	1,8
Семядоли	—	—	—	—	—	—
Цветы	—	—	—	—	—	—
Бобы	22,74	27	73,39	63,1	145,53*	93,5
Целое растение	83,90 53,9	100	116,37 74,4	100	155,71 100	100

Примечание: \*створки бобов – 4,94, зерно – 140,59 имп/мин; \*\* % к созреванию; 1 – общая радиоактивность органов, тыс. имп/мин; 2 – % к целому растению

Таблица 5.6

## Потребление соей фосфора в периоды её развития

Вариант опыта	Всходы – 3-й тройч. лист	3-й тройч. лист – начало цветения	Цветение	Конец цветения – начало бобообразования	Массовый налив семян	Созревание семян
Контроль (без удобрений)	<u>0,9</u> 1,3	<u>0,4</u> 3,3	<u>1,6</u> 13,1	<u>2,5</u> 20,5	<u>3,1</u> 25,9	<u>4,3</u> 35,9
$N_{60}P_{120}K_{60}$	<u>0,3</u> 0,8	<u>1,3</u> 3,9	<u>4,2</u> 12,9	<u>6,9</u> 20,9	<u>10,2</u> 30,9	<u>10,1</u> 30,6

Таблица 5.7

## Потребление соей фосфора при прохождении фаз развития от суммы накопления за вегетацию

Вариант опыта	3-й тройч. лист (27 дней)	Начало цветения (40 дней)	Цветение (58 дней)	Образование бобов (68 дней)	Массовый налив семян (89 дней)	Созревание семян (111 дней)
Контроль (без удобрений)	<u>0,2</u> 1,3	<u>0,6</u> 4,6	<u>2,1</u> 17,6	<u>4,6</u> 38,2	<u>7,7</u> 64,0	<u>12,0</u> 100,0
$N_{60}P_{120}K_{60}$	<u>0,3</u> 0,8	<u>1,6</u> 4,7	<u>5,8</u> 17,6	<u>12,7</u> 38,5	<u>22,8</u> 69,4	<u>32,9</u> 100,0

Самое интенсивное потребление фосфора отмечается в период от конца цветения до массового образования бобов. Минеральные удобрения слабо влияют на поступление  $P_2O_5$  в растения. Вместе

с тем абсолютное количество его при внесении минеральных удобрений значительно выше, чем на контроле. К концу вегетации в контрольном варианте растения усвоили фосфора 12 г/100 растений, а на удобренном фоне —  $N_{60}P_{120}K_{60}$  32,9 г/100 растений. При наличии доступного растениям фосфора в почве она усваивает его значительно больше, чем расходуется на формирование урожайности в определенных условиях.

### 5.2.1. Поступление фосфора в растения сои при рядковом внесении

Несмотря на то, что на ранних стадиях развития соя потребляет фосфора мало, потребность в нем большая. Первый период вегетации у сои является критическим в отношении обеспеченности элементами минерального питания. Недостаток их обуславливает ухудшение процессов закладки репродуктивных органов (К. К. Малыш, 1951. 64 с.; В. А. Золотницкий, 1962. 248 с.).

Для обеспечения сои фосфором в начале вегетации применяют рядковое удобрение при посеве. Однако вопрос о пространственном размещении удобрений по отношению к семенам изучен был недостаточно.

Имеются сведения о токсическом действии фосфорных удобрений на семена сои при непосредственном их контакте даже в дозе 30 кг/га, а применение в дозе 60 кг/га снижает всхожесть сои на 46%. Наибольшая эффективность суперфосфата достигалась при размещении его на 2–3 см ниже семян и на 3–4 см в стороне от рядка (А. Т. Грицун, 1964. 438 с.).

Есть мнение, что лучше размещать суперфосфат на 4–6 см сбоку и на 2–3 см глубже семян (Д. А. Курдин, 1961. С. 280-290).

Для определения лучшего местоположения рядкового припосевного удобрения мы применяли в полевом опыте суперфосфат, меченый изотопом  $^{32}P$  (табл. 5.8). В фазу первого тройчатого листа поступление фосфора в растения сои из удобрений в значительной мере зависело от их расположения относительно семян. Максимальная радиоактивность отмечалась при внесении суперфосфата в дозе 20 кг/га  $P_2O_5$  на 0,5–3,0 см ниже семян. Снижение всхожести при этом не наблюдалось. При увеличении глубины внесения до 6–9 см потребление фосфора растениями было незначительным.

Таблица 5.8

**Накопление сухого вещества и поступление меченого фосфора  
при рядковом внесении удобрений**

Расположение удобрений, см	Один тройчатый лист			Два тройчатых листа			Три тройчатых листа		
	Сухое вещество, г/0,45 м <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Сухое вещество, г/0,45 м <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Сухое вещество, г/0,45 м <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
		мг	% от внесен.		мг	% от внесен.		мг	% от внесен.
Ниже семян на:									
0,5	7,9	27,8	3,2	12,0	36,4	4,2	23,2	74,2	8,5
3,0	7,7	24,1	2,8	13,6	27,9	3,2	23,7	57,6	6,6
6,0	6,9	12,2	1,5	12,3	11,9	1,4	19,9	41,6	4,8
9,0	6,1	3,4	0,4	11,3	6,1	0,8	15,2	15,8	1,8
Сбоку семян 3 см и ниже на:									
0,5	6,8	1,6	0,2	12,0	3,1	0,4	19,3	40,9	4,7
3,0	6,6	1,7	0,2	10,5	3,6	0,4	15,6	18,4	2,1
6,0	6,8	0,2	0	11,7	0,9	0,1	13,2	13,5	1,6
9,0	7,2	0,1	0	11,4	0,3	0	16,0	9,4	1,1
Сбоку семян 6 см и ниже на:									
0,5	6,6	0,3	0	11,6	1,9	0,2	14,7	11,8	1,4
3,0	6,9	0,3	0	10,8	1,8	0,2	16,2	26,6	3,1
6,0	7,1	0,1	0	11,3	0,2	0	13,8	7,5	0,9
9,0	7,3	0	0	11,3	0,0	0	15,1	8,3	1,0

---

При удалении удобрений в сторону от семян на 3 см уменьшалось поступление фосфора в растения в зависимости от глубины 5–8 раз. Лучше оно использовалось при расположении на 3 см в стороне и на 0,5–3,0 см ниже семян. Удобрение, удаленное на 6 см в стороне от семян, в эту фазу практически не использовалось.

Закономерности поступления фосфора в растения при развитии втором тройчатом листе было аналогично предыдущей фазе. В фазу третьего тройчатого листа оно было минимальным, когда удобрения располагались на глубине 9 см ниже семян и при удалении их в сторону на 3–6 см. При таком расположении удобрений оно не обеспечивает улучшение условий питания в начале вегетации. При этом коэффициент использования удобрений был минимальным (1,0–1,8%). Таким образом, для обеспечения растений сои фосфором в первоначальный период развития удобрение следует размещать на 1–3 см ниже семян.

### **5.2.2. Влияние некорневых подкормок на фосфорное питание сои**

Эффективность некорневых подкормок в условиях Приамурья неустойчива. Поэтому изучение фосфорного питания сои при подкормках имеет большое значение для совершенствования приемов её удобрения. Ранее проведенные опыты по изучению эффективности некорневых подкормок показали, что подкормка сои суперфосфатом в фазе бобообразования в дозе 100 кг/га усиливала поглощение фосфора из удобрения, которое вложили в почву (Н. А. Пенчукова, 1969. С. 72-75).

В наших вегетационных опытах при подкормке сои порошковым суперфосфатом из расчета 100 кг/га в период цветения-бобообразования зарегистрировано увеличение радиоактивности стеблей на 15; в другом опыте на 13,6% по сравнению со стеблями неподкормленных растений. Радиоактивность листьев и бобов практически не изменялась (табл. 5.9). Поступивший в стебли дополнительно меченый фосфор из почвы практически не передвигался в листья. По-видимому, он блокировался повышенной концентрацией фосфора в листьях, которая создавалась в результате внесения суперфосфата на листья.

Таблица 5.9

**Радиоактивность органов сои при подкормке суперфосфатом,  
тыс. имп/мин на 1 г сухого вещества**

Показатель	Цветение			Бобообразование		
	Не подкормлены	Подкормлены	% увелич. радиоакт.	Не подкормлены	Подкормлены	% увелич. радиоакт.
Листья	13,6	14,0	2,9	9,8	9,6	-2,0
Стебли	13,2	15,0	13,6	7,4	7,0	-5,4
Бобы	33,0	34,6	4,9	26,2	26,2	0
Общая радиоактивность 1 растения, тыс. имп/мин	83,9	86,9	3,6	116,3	113,3	-2,6

Передвижение фосфора в бобы было также ограничено, что очевидно связано с необходимостью его предварительного прохождения через лист. В фазу образования бобов радиоактивность подкормленных и неподкормленных растений была практически на одном уровне.

Четко выраженное усиление поглощения соей фосфора из почвы установлено нами при внекорневой подкормке аммиачной селитрой (табл. 5.10).

Таблица 5.10

**Радиоактивность органов сои при внекорневой азотной подкормке,  
тыс. имп/мин. на 1 г сухого вещества**

Показатель	Цветение			Бобообразование		
	Не подкормлены	Подкормлены	% увелич. радиоакт.	Не подкормлены	Подкормлены	% увелич. радиоакт.
Листья	13,6	17,1	25,8	9,8	10,4	6,1
Стебли	13,2	17,8	34,9	7,4	6,6	-10,8
Бобы	33,0	38,5	16,7	26,2	29,2	11,5
Общая радиоактивность 1 растения, тыс. имп/мин	83,9	98,2	17,1	116,3	128,9	10,8

---

Опрыскивание растений сои в фазу цветения раствором азотного удобрения способствовало увеличению радиоактивности листьев на 25,8; стеблей на 34,9 и бобов на 16,7%.

Азотная подкормка в фазу бобообразования оказала меньшее влияние на поглощение меченого фосфора из почвы. Общая радиоактивность растений сои, подкормленных азотом в фазу цветения, была на 17,1% больше неподкормленных, а в фазу бобообразования – только на 10,8%. Следовательно, некорневые подкормки сои азотными удобрениями улучшают не только азотное, но и фосфорное питание.

### **5.2.3. Питание сои фосфором при различной обеспеченности влагой**

В литературе отмечается, что фосфорное удобрение, внесенное в почву, – не только источник фосфора для растений, но и средство, усиливающее подвижность почвенных фосфатов (В. Ф. Чириков, 1956. С. 43-54). Это установлено и для луговых черноземовидных почв Приамурья (Г. В. Голов, 1969. С. 42-51). Таким образом, фосфор удобрений принимает прямое и косвенное участие в формировании урожайности сои. В связи с этим представляет большой интерес выяснить долю фосфора почвы и удобрений, принимающих участие в питании сои при различных условиях выращивания. Подобную задачу можно решить только с использованием удобрений, меченных изотопом фосфора-32.

Питание сои фосфором по фазам развития (третий тройчатый лист, цветение и бобообразование) изучали на бурой лесной почве. Схема опыта включала контрольный вариант (без удобрений) и вариант с суперфосфатом, меченым  $^{32}\text{P}$ . В результате проведения опыта получены данные по накоплению соей сухого вещества и поглощению фосфора, а также величины использования соей фосфора удобрений и почвы по трем фазам развития при двух уровнях влажности (табл. 5.11). Интенсивность накопления сухого вещества соей при влажности 70% ПВ вдвое выше, чем при 30% ПВ. Суперфосфат усиливает процессы синтеза органического вещества как при нормальной, так и при недостаточной влажности почвы. Содержание и вынос общего фосфора растениями тесно связаны с процессами накопления сухого вещества.

Таблица 5.11.

**Накопление сухого вещества и фосфора в надземной массе сои  
на бурой лесной почве**

Фаза развития растений	Сухое вещество, г/сосуд		Прибавка от удобрений, г/сосуд	НСР <sub>0.5</sub>	Общий фосфор при внесении удобрений	
	Без удобрений	Суперфосфат			%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/сосуд
30% ПВ						
3-й тройч. лист	1,24	1,63	0,39	0,04	0,61	9,9
Цветение	2,74	3,97	1,23	0,13	0,37	14,7
Бобообразование	4,58	14,33	9,75	0,66	0,36	51,6
70% ПВ						
3-й тройч. лист	2,12	2,33	0,21	0,13	0,80	18,6
Цветение	4,67	7,26	2,59	0,32	0,56	40,7
Бобообразование	10,08	20,16	10,08	0,44	0,50	100,8

Растения сои, удобренные суперфосфатом во все фазы развития, содержат больше фосфора при оптимальной влажности почвы. Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в растениях в фазу третьего тройчатого листа в обоих случаях увлажнения самое высокое.

В последующие фазы процентное содержание фосфора в растениях снижалось. Минимальным оно было в растениях, выращенных при недостаточной влажности в фазу бобообразования.

Приведенные в таблице данные дают представление об участии фосфора почвы + семян и удобрений в питании растений, вскрывают как общие, так и частные особенности поглощения фосфора соей (табл. 5.12). До фазы 3-го тройчатого листа фосфор почвы и семян при пониженной влажности почвы составляет 78,8% от общего фосфора растений, при оптимальной влажности – 52,7%. Таким образом, недостаток влаги уже к этому периоду значительно сдерживает поглощение фосфора удобрений. В последующие фазы доля почвенного фосфора в растениях сои уменьшается, а доля фосфора удобрений возрастает, причем более сильно при 30%, чем при 70% влажности.

Таблица 5.12

## Использование соей фосфора суперфосфата

Фаза развития	Фосфор, поглощенный соей из почвы и семян		Фосфор, усвоенный из удобрений		
	мг/сосуд	% от общего	мг/сосуд	% от общего	% от внесенного
30 % ПВ					
3-й лист	7,8	78,8	2,1	21,2	0,5
Цветение	9,2	62,6	5,5	37,4	1,3
Бобообразование	27,2	52,7	24,4	47,3	5,8
70 % ПВ					
3-й лист	9,8	52,7	8,8	47,3	2,1
Цветение	16,3	40,0	24,4	60,0	5,8
Бобообразование	39,8	39,5	61,0	60,5	14,5

В фазу бобообразования при недостатке влаги соотношение этих источников фосфора в растениях примерно одинаково – с некоторым превышением доли почвенного фосфора, а при оптимальной влажности – с превышением доли фосфора удобрений. Процент использования фосфора удобрений при низкой влажности почвы в 2–4 раза выше, чем при оптимальной, с некоторым отклонением по отдельным фазам развития.

На бурой лесной глеевой почве при влажности 40, 70 и 100% от полной влагоемкости, как и на бурой лесной почве, увеличение влажности почвы до 70% ПВ способствовало накоплению сухого вещества растений. Дальнейшее увеличение влажности до 100% ПВ снижает синтез органического вещества растениями сои. При такой влажности почвы резко снижается содержание общего фосфора в растениях (табл. 5.13).

Вынос фосфора растениями в мг на сосуд снижается как при недостаточной (40% ПВ), так и при избыточной (100% ПВ) влажности почвы в 1,7 – 1,8 раза. Доля фосфора удобрений в процентах от общего содержания в растениях была минимальной при переувлажнении почвы, а использование удобрений при этом снизилось почти в 2 раза (табл. 5.14).

Таблица 5.13

**Накопление сухого вещества общего фосфора соей  
на бурой лесной глеевой почве**

Влажность почвы, % ПВ	Урожайность сухой массы, г/сосуд	Прибавка урожайности		Общий фосфор	
		г/сосуд	%	%	мг/сосуд
40	9,78	–	–	0,42	41,08
70	17,11	7,33	75,0	0,41	70,15
100	15,86	6,08	62,2	0,25	39,65
НСР <sub>05</sub>		0,87			

Таблица 5.14

**Использование соей фосфора удобрений при различной влажности  
бурой лесной глеевой почвы**

Влажность почвы, % ПВ	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , поглощенный соей из почвы и семян		Фосфор, усвоенный соей из удобрений		
	мг/сосуд	% от общего	мг/сосуд	% от общего	% от внесенного
40	20,34	49,5	20,74	50,5	7,7
70	33,79	48,2	36,36	51,8	13,5
100	21,07	53,1	18,58	46,9	6,9

Таким образом, процесс накопления сухого вещества растениями и содержание в них фосфора тесно связано с обеспеченностью сои влагой. Использование фосфора удобрений зависит от фазы развития растений естественного плодородия почв и их водно-физических свойств, что в конечном итоге может оказать существенное влияние на формирование урожайности семян сои.

#### 5.2.4. Усвоение соей фосфора из фосфоритной муки

В литературе имеются сведения о том, что корневая система сои способна относительно легко поглощать фосфор из труднорастворимых форм фосфатов (А. Т. Грицун, 1964. 438 с.; 1971. С. 93-104; А. П. Ващенко, 2010. 436 с.).

Как известно, сельскохозяйственные культуры существенно различаются усвояющей способностью корневой системы. Согласно исследованиям В. Ф. Чирикова (1956), в фазу цветения в золе растений, хорошо усваивающих труднорастворимые фосфаты кальция, весовое отношение  $\text{CaO}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5 > 1,3$ .

Обобщение имеющихся данных по районированным в разные годы на Дальнем Востоке сортам сои показало, что соотношение  $\text{CaO}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  в растениях сои в фазу цветения всегда значительно выше 1,3 (И. Г. Ковшик, 1984. С. 55-62).

Применение минеральных удобрений повышает содержание в растениях как  $\text{P}_2\text{O}_5$ , так и  $\text{CaO}$ , причем  $\text{P}_2\text{O}_5$  повышается в большей степени (табл. 5.15), что снижает  $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ , но и в этом случае оно остается выше 1,3.

Таблица 5.15

Влияние удобрений на содержание  $\text{CaO}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  и их соотношение в растениях на луговой черноземовидной почве

Вариант опыта	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	Среднее за 4 года
$\text{CaO}$					
Контроль	1,17	1,37	1,50	1,53	1,38
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}$	1,19	1,33	1,64	1,50	1,42
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{S}_{100}$	1,22	1,38	1,68	1,45	1,43
$\text{P}_2\text{O}_5$					
Контроль	0,47	0,64	0,56	0,71	0,60
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}$	0,50	0,70	0,62	0,72	0,64
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{S}_{100}$	0,62	0,81	0,71	0,74	0,72
$\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$					
Контроль	2,49	2,05	2,68	2,16	2,30
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}$	2,38	1,90	2,65	2,08	2,22
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{S}_{100}$	1,97	1,70	2,37	1,96	1,99

На низко обеспеченной элементами питания бурой лесной почве Амурской области содержание  $\text{CaO}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  в растениях сои ниже, однако

CaO:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, как в целых растениях, так и в отдельных органах было выше 1,8 (табл. 5.16).

Значительно большее содержание кальция, чем фосфора, в растениях сои в фазу цветения дало повод считать сою культурой, хорошо усваивающей труднорастворимые фосфаты. А. Т. Грицун (1964) полагает, что благодаря корневым выделениям соя способствует разложению трехкальциевого фосфата с образованием одно- и двухзамещенных фосфатов. В результате этого она, обладая высокой усваивающей способностью, хорошо использует для своего питания фосфор из фосфоритной муки, высокоэффективной под эту культуру в качестве основного удобрения (А. Т. Грицун, 1964. 438 с., 1971. С. 93-104).

Таблица 5.16

Соотношение CaO и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в растениях сои  
на бурой лесной почве

Вариант	Надземная масса			Листья			Стебли		
	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Контроль	0,93	0,39	2,38	1,24	0,44	2,82	0,88	0,32	2,75
N <sub>30</sub>	1,00	0,40	2,50	1,27	0,46	2,76	0,83	0,35	2,37
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	1,09	0,58	1,88	1,45	0,58	2,50	0,82	0,42	1,95
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,12	0,53	2,11	1,37	0,61	2,25	0,91	0,40	2,27
N <sub>30</sub> P <sub>90</sub>	1,19	0,62	1,92	1,49	0,61	2,44	0,86	0,42	2,05
N <sub>30</sub> P <sub>120</sub>	1,25	0,64	1,95	1,61	0,67	2,40	0,90	0,49	1,84

Эти исследования выполнены только в полевых опытах, что не всегда позволяет сделать правильные выводы.

Д. Н. Прянишников (1953) указывал на сложное взаимодействие большого разнообразия факторов, возникающих при изучении действия фосфоритов в полевом опыте. Он писал, что разобраться в этом сложном взаимодействии путем одного полевого опыта трудно, если невозможно, но есть другой прием, позволяющий изучить влияние каждого фактора порознь. Это культуры в искусственной обстановке, например, песча-

ные культуры; здесь растение становится лицом к лицу с фосфоритом и само должно справиться с предлагаемой ему пищей без содействия растворяющего влияния почвы; развитие растений покажет, насколько доступна ему эта пища. Сравнивая эти результаты с опытами, проведенными с различными почвами, мы получаем возможность учесть роль почвы.

Следуя указаниям Дмитрия Николаевича Приянишникова, в отличие от исследователей, изучавших в условиях Дальнего Востока доступность фосфора фосфоритной муки сое в полевых опытах, мы изучали усвоение фосфора фосфоритов в вегетационных опытах как с песчаной, так и почвенными культурами (И. Г. Ковшик, 1984. С. 55-62). Выполняли исследования и в полевых опытах на различных почвах с фосфоритной мукой различных месторождений.

Вегетационные опыты выполнены с луговой черноземовидной и бурой лесной глеевой почвами и песчаной культурой на питательной смеси Гельригеля. Фосфор во всех опытах применяли в форме суперфосфата и фосфоритной муки. Полевые опыты проводили на тех же почвах, площадь делянок – 90–100 м<sup>2</sup>. Повторность опытов 3-, 4-кратная. Семена сои, как в вегетационных, так и в полевых опытах перед посевом обрабатывали раствором молибдата аммония. Агротехника возделывания сои в опытах была общепринятой.

В вегетационных опытах в песчаной культуре урожайность семян сои при внесении суперфосфата повышалась в 2,3–8,9 раз (табл. 5.17).

*Таблица 5.17*

**Влияние форм фосфорных удобрений на урожайность сои  
(песчаная культура), г/сосуд**

Вариант опыта	Опыт 1		Опыт 2	
	Урожайность сои	Прибавка урожайности	Урожайность сои	Прибавка урожайности
Без удобрений	4,5	–	2,0	–
Рс гранул.	10,2	5,7	17,9	15,9
Рф	5,0	0,5	2,1	0,1
НСР <sub>05</sub>		4,8		3,8

Фосфоритная мука не повлияла на развитие растений и формирование урожайности семян. В первом опыте увеличение урожая семян в варианте с фосфоритной мукой составило 8,8% эффективности суперфосфата, в другом опыте оно было ещё меньше – 0,6%.

На слабокислой луговой черноземовидной почве эффективность фосфоритной муки составила 29,3% от эффективности суперфосфата, а на кислой бурой лесной глеевой она повышалась до 52,2–83,0% (табл. 5.18).

Эффективность гранулированного суперфосфата была высокой на обоих типах почв и так же, как в песчаной культуре, он существенно повлиял на изменение таких важных элементов структуры урожая, как число бобов и семян, масса семян на одно растение и масса 1000 семян.

*Таблица 5.18*

**Влияние форм фосфорных удобрений на урожайность сои на различных почвах, г/сосуд**

Вариант опыта	Бурая лесная глеевая почва				Луговая черноземовидная почва	
	Опыт 1		Опыт 2		урож-ть сои	прибавка урожай-ти
	урож-ть сои	прибавка урожай-ти	урож-ть сои	прибавка урожай-ти		
Контроль	18,5	–	5,8	–	13,5	–
Рс гранул.	31,9	13,4	21,1	15,3	32,6	19,1
Рф	25,5	7,0	18,6	12,8	19,1	5,6
НСР <sub>05</sub>	2,2		1,8		1,8	

Фосфоритная мука только на сильнокислой бурой лесной глеевой почве способствовала увеличению массы 1000 семян, не только по отношению к контролю, но и к варианту с применением суперфосфата (табл. 5.19).

Таблица 5.19

**Влияние форм фосфорных удобрений  
на структуру урожая сои**

Вариант опыта	Высота растений, см	Количество на 1 растение			Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
		ветвей	бобов	семян		
Луговая чернозёмовидная почва						
Без фосфора	55,2	3,2	21,7	56,0	6,8	121
Р с	58,2	3,0	49,2	119,0	16,3	137
Р ф	58,7	3,0	31,3	77,3	9,5	122
Бурая лесная глеевая почва						
Без фосфора	64,5	3,0	27,3	70,0	9,2	131
Р с	70,0	3,0	46,3	109,3	16,0	146
Р ф	67,2	3,0	38,5	79,7	12,8	160
Песчаная культура						
Без фосфора	34,8	0,8	7,5	17,0	2,3	135
Р с	43,8	1,5	12,5	32,7	5,1	156
Р ф	34,7	0,7	8,0	18,7	2,5	134

Таким образом, в Амурской области фосфор фосфоритной муки доступен для сои только на кислых почвах.

### 5.3. Калийное питание сои

Изучению калийного питания сои в Амурской области, как и в целом на Дальнем Востоке, всегда уделялось меньше внимания, чем питанию другими элементами в связи с высоким содержанием обменного калия в почвах региона и, как правило, отсутствием эффективности применения калийных удобрений на этой культуре.

По данным последнего тура агрохимического обследования, только 10,5% площади сельскохозяйственных угодий имеют очень низкое и низкое (0-80 мг/кг почвы) обменного калия. Повышенное, высокое и очень высокое содержание  $K_2O$  (от 121 до >250 мг/кг почвы) приходится на 62,9% угодий.

Очевидно, что с ростом урожайности сельскохозяйственных культур и отчуждением возрастающего количества калия из почвы потребность сои в калие будет возрастать, будет повышаться эффективность калийных удобрений и необходимость их применения. Поэтому изучению питания сои калием необходимо уделять большее внимание. Этот элемент занимает второе место после азота в общей цепочке питательных веществ. При изучении калийного питания сои в местных почвенно-климатических условиях особое внимание следует уделять форме калийного удобрения.

Потребление калия растением зависит от периода развития сои. В период от всходов до начала цветения растениями усваивается 7,6–9,2% калия от его общей суммы, потребляемой за вегетацию (табл. 5.20).

*Таблица 5.20*

**Потребление калия соей в периоды её развития**

Вариант опыта	Всходы – 3-й тройч. лист	3-й тройч. лист – начало цветения	Цветение	Конец цветения – начало бобообразования	Массовый налив семян	Созревание семян
Контроль (без удобрений)	<u>0,6</u> 1,9	<u>1,9</u> 5,7	<u>3,7</u> 10,9	<u>8,7</u> 25,7	<u>9,9</u> 29,4	<u>8,8</u> 26,4
$N_{60}P_{120}K_{60}$	<u>1,1</u> 1,8	<u>4,5</u> 7,4	<u>5,7</u> 9,4	<u>12,2</u> 22,1	<u>22,0</u> 35,3	<u>14,5</u> 24,0

Полное минеральное удобрение несущественно повышало потребление калия. По сравнению с азотом и фосфором потребление калия соей за этот период было соответственно в 1,3 и 1,7 раза больше, чем в контрольном варианте, а на фоне полного минерального удобрения оно было выше в 1,4–2 раза.

Потребление калия возрастает и достигает максимальных величин в период массового образования бобов и налива семян (таблица 5.21). За 49 дней, от цветения до начала массового налива бобов, растения усваивали от 73,6 до 81,1% калия от общей потребности за вегетацию. Это почти на 10–12% больше, чем фосфора и на 10–15% больше, чем азота. В дальнейшем потребление калия соей снижается до 24–26%, что ниже, чем азота и фосфора. Интенсивное потребление калия растениями сои отмечается в период от начала цветения до массового бобообразования. В этот период ежедневно потребляется в пределах 2,5% калия от потребности за вегетацию.

Таблица 5.21

**Потребление калия при прохождении фаз развития,  
от суммы накопления за вегетацию**

Вариант опыта	Третий тройчатый лист (27 дней)	Начало цветения (40 дней)	Цветение (58 дней)	Образование бобов (68 дней)	Массовый налив семян (89 дней)	Созревание семян (111 дней)
Контроль (без удобрений)	<u>0,6</u> 1,9	<u>2,5</u> 7,6	<u>6,2</u> 18,5	<u>14,9</u> 44,2	<u>24,7</u> 73,6	<u>33,6</u> 100,0
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	<u>1,1</u> 1,8	<u>5,6</u> 9,4	<u>11,3</u> 21,0	<u>23,4</u> 41,9	<u>45,4</u> 81,1	<u>60,0</u> 100,0

Минеральные удобрения практически не изменяют общих закономерностей потребности и усвоения растений сои в калийном питании.

#### 5.4. Потребление соей кальция

Потребность в кальции возникает на самых ранних этапах развития растений, начиная с прорастания семян (Е. И. Ратнер, 1965. 224 с.). При недостатке кальция затрудняется в растениях восстановление нитратов до аммиака, синтез белков и ряд других биохимических процессов.

По данным А. Дж. Олрогге (1970), содержание кальция в целом растении сои перед цветением варьирует в десятикратном диапазоне: от 0,26 до 2,8%, значительно сильнее, чем содержание фосфора и калия. Из обобщенных литературных данных видно, что содержание кальция в период цветения может варьировать в 15-кратном диапазоне от 0,4 до 6,5%. Предполагаемая оптимальная величина лежит в пределах 1–3 %.

В период налива семян для растения колебания содержания кальция составляет в пределах от 1,1 до 1,4%.

При изучении отношения сои к недостаточному и оптимальному питанию кальцием, магнием и серой М. Д. Салтанов (1971) пришел к выводу, что при одинаково низкой обеспеченности этими элементами урожай сои (после азота и фосфора) в первую очередь ограничивает сера, затем магний и кальций. Недостаток кальция привел к незначительному снижению веса клубеньков и корней сои. Вместе с тем растения сои отрицательно реагируют (снижением урожайности) на недостаток кальция во внешней среде.

В полевых опытах наибольшее содержание кальция обнаруживается в листьях сои. По сравнению с фосфором накопление кальция в растениях сои по периодам развития идет более интенсивно (табл. 5.22).

Таблица 5.22

Потребление соей кальция в периоды её развития

Вариант опыта	Всходы –3-й тройч. лист	3-й тройч. лист – начало цветения	Цветение	Конец цветения – начало бобообра- зования	Мас- совый налив семян	Созрева- ние семян
Контроль (без удо- брений)	<u>0,7</u> 4,0	<u>0,9</u> 5,7	<u>2,7</u> 16,4	<u>3,7</u> 22,9	<u>4,6</u> 28,2	<u>3,7</u> 22,8
$N_{60}P_{120}K_{60}$	<u>0,8</u> 2,9	<u>2,4</u> 8,2	<u>4,5</u> 15,2	<u>7,1</u> 23,7	<u>9,3</u> 31,2	<u>5,6</u> 18,8

К началу цветения растениями усвоено 9,7–11,1%, а к периоду массового образования бобов – 77,3–81,3% от общей потребности за вегетацию.

Наиболее интенсивно накопление кальция отмечается в период от начала образования до массового налива семян (табл. 5.23).

*Таблица 5.23*

**Потребление соей кальция при прохождении фаз развития, от суммы накопления за вегетацию**

Вариант опыта	3-й тройч. лист (27 дней)	Начало цветения (40 дней)	Цветение (58 дней)	Образование бобов (68 дней)	Массовый налив семян (89 дней)	Созревание семян (111 дней)
Контроль (без удобрений)	<u>0,7</u> 4,0	<u>1,6</u> 9,7	<u>4,3</u> 26,1	<u>8,0</u> 49,1	<u>12,6</u> 77,3	<u>16,3</u> 100,0
$N_{60}P_{120}K_{60}$	<u>0,8</u> 2,8	<u>3,3</u> 11,1	<u>7,8</u> 26,3	<u>14,9</u> 50,1	<u>24,1</u> 81,3	<u>29,7</u> 100,0

В этот период на поглощение кальция растениями существенное влияние оказывает фон минерального питания. Полное минеральное удобрение ускоряет поглощение кальция растениями от 77,3 до 81,3%. По фону минеральных удобрений соя поглощала к концу вегетации кальция в 1,8 раза больше, чем в контрольном варианте, что способствовало повышению урожайности семян сои в 1,6 раза.

### 5.5. Потребление соей магния

Значение магния для растений определяется прежде всего тем, что он входит в состав хлорофилла и, следовательно, совершенно необходим для осуществления процесса фотосинтеза. Помимо участия в фотосинтезе магний выполняет и другие функции в организме растения (Е. И. Ратнер, 1965. 224 с.).

В период цветения у нормально развитых растений содержание магния колеблется от 0,46 до 0,63%. В период налива семян содержание

магния у выращенных в полевых условиях растений сои колебалось от 0,53 до 0,79% (А. Дж. Олрогге, 1970. С. 165-210).

По данным М. Д. Салтанова (1971), при недостатке магния в питательной среде в листьях сои обнаружена низкая концентрация элемента – 0,11%. В полевых условиях общее содержание магния в растениях сои колеблется в пределах 0,32–0,62% сухого вещества. Содержание общего магния в надземной массе ниже 0,40% сухого вещества следует считать недостаточным для нормального роста и развития сои.

В период прорастания и всходов потребность сои в магнии удовлетворяется за счет запасов его в семенах (А. Т. Грицун, 1965. С. 107-160). В период всходы – третий тройчатый лист растения потребляет 2,4% магния от общего количества за вегетацию. К началу цветения в контрольном варианте в расчете на 100 растений усваивалось 0,5 г магния или 6,4% от общего потребления за вегетацию (табл. 5.24). Основную потребность в магнии соя испытывает во второй период вегетации. Минеральные удобрения способствовали более интенсивному накоплению магния в период массового налива семян. В этот период на фоне полного минерального удобрения было усвоено в два с лишним раза больше, чем на неудобренном фоне.

Таблица 5.24

Потребление соей магния в периоды её развития

Вариант опыта	Всходы – 3-й тройч. лист	3-й тройч. лист – начало цветения	Цветение	Конец цветения – начало налива бобов	Массовый налив семян	Созревание семян
Контроль (без удобрений)	<u>0,2</u> 2,5	<u>0,5</u> 6,4	<u>1,6</u> 18,5	<u>3,3</u> 38,8	<u>6,2</u> 73,3	<u>8,5</u> 100,0
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	<u>0,4</u> 2,2	<u>1,5</u> 7,7	<u>4,3</u> 21,8	<u>8,3</u> 42,1	<u>14,5</u> 73,9	<u>19,6</u> 100,0

Интенсивность потребления магния растениями возрастала и достигла максимума в период образования бобов (табл. 5.25).

Таблица 5.25

**Потребление соей магния при прохождении фаз развития,  
от суммы накопления за вегетацию**

Вариант опыта	3-й тройч. лист (27 дней)	Начало цветения (40 дней)	Цветение (58 дней)	Образование бобов (68 дней)	Массовый налив семян (89 дней)	Созревание семян (111 дней)
Контроль (без удобрений)	<u>0,2</u> 2,5	<u>0,5</u> 6,4	<u>1,6</u> 18,5	<u>3,3</u> 38,8	<u>6,2</u> 73,3	<u>8,5</u> 100,0
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	<u>0,4</u> 2,2	<u>1,5</u> 7,7	<u>4,3</u> 21,8	<u>8,3</u> 42,1	<u>14,5</u> 73,9	<u>19,6</u> 100,0

В дальнейшем отмечается некоторое замедление в поглощении элемента растениями, но оно продолжается до полного созревания сои. К концу вегетации полное минеральное удобрение увеличивало потребление этого элемента от 8,5 до 19,6 г (в 2,3 раза).

### 5.6. Питание сои серой

В растении сои наблюдается довольно равномерное распределение серы в начале вегетации. По мере роста и развития растений как элемент, способный к реутилизации, больше накапливается в генеративных органах (М. Д. Салтанов, 1976 С. 58-68; В. И. Голов, 1982. С. 44-56, 2004. 316 с.). По данным этих авторов, максимальное накопление серы происходит в семенах (0,66–0,97%), несколько меньше в соломе (0,37–0,56%), в листьях (0,41–0,43%) и в корнях (0,31– 0,33%). Наибольший отток серы наблюдается из листьев, перед их опадением, а из корней – перед уборкой.

До недавнего времени потребность растений сои в сере удовлетворялась за счет содержания её в суперфосфате, азотных удобрениях содержащих серу, и некоторого притока серы из атмосферы с осадками (Е. И. Ратнер, 1965. 224 с.).

По мере расширения производства и применения концентрированных сложных удобрений, не содержащих серу, для получения высо-

---

ких урожаев сои возникнет необходимость применения серосодержащих удобрений.

По данным М. Д. Салтанова (1971), при недостаточном питании растений сои серой резко снижается масса их клубеньков и корней, что может снижать фиксацию азота атмосферы, ухудшать азотное питание и существенно снижать урожайность культуры.

### **5.7. Микроэлементы в питании сои**

Повышение урожайности сои при интенсивном возделывании возможно лишь за счет повышения норм основных макроэлементов. Микроудобрения при правильном их применении значительно повышают урожай, улучшают качество продукции, предохраняя растения от некоторых заболеваний.

Многими исследованиями доказана необходимость большого числа микроэлементов для растений, хотя значение большинства из них в жизни растений изучено ещё недостаточно (Е. И. Ратнер, 1965. 224 с.).

В Амурской области изучению эффективности микроэлементов на сое уделялось много внимания во второй половине прошлого столетия. Результаты исследований по большинству микроэлементов были противоречивыми и до конца не изучены.

Применение ПМУ-7, содержащего 20–25% цинка, около 13% железа, 0,5% меди, 0,5% марганца, а также обработка семян сернокислым цинком, несмотря на очень низкое содержание цинка в почве, не оказали влияния на урожайность сои (Ю. Н. Казачков, В. Т. Куркаев, 1965. С. 126-128). Внесение цинка в почву, опрыскивание им растений и обработка семян сои не оказали положительного влияния на урожай сои. Эффективным было внесение бората магния в почву. Не получено заметного влияния на сое от применения ванадия. Существенное влияние на росте, развитии и урожайности сои получено от молибдена (Ю. Н. Казачков, В. Т. Куркаев, 1966. С. 91-94).

Дальнейшие исследования по содержанию бора в почвах, питанию сои бором и эффективности борных удобрений были выполнены Ю.Н. Казачковым (1975). Автором установлено, что 0,3–1,0 мг водорастворимого бора в 1 кг почвы является достаточным для нормального развития сои, при этом концентрация бора в листьях составляет 40–60 мг/кг.

Большая работа по содержанию бора, молибдена и марганца в почвах Амурской области, диагностике питания этими элементами сои

и их биологическому круговороту проведена В. И. Головым (2004). Автором показано, что вынос бора с зерном и соломой сои примерно равен количеству, которое возвращается в почву с растительными остатками, поэтому риск истощения почв бором значительно меньше, чем серой и молибденом. Содержание марганца в почвах области высокое, накапливается он в основном в корнях и листьях, которые остаются на поле после уборки, поэтому вынос его с урожаем незначителен. Молибден относится к элементам с высокой агрохимической активностью. Его хозяйственный вынос составляет до 82 % от биологического, вследствие чего баланс этого элемента в посевах сои складывается отрицательным. Поэтому без применения молибденового микроудобрения существует реальная предпосылка превращения этого элемента в лимитирующий фактор урожайности.

---

## 6. АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ СОИ

Агротехника – система агроприемов возделывания культуры, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям хозяйства. Она включает севообороты, обработку почвы, внесение удобрений, подготовку семян к посеву и посев, уход за растениями, борьбу с сорняками, болезнями и вредителями, уборку урожая.

До 2006 г. такие агроприемы, как севообороты и чередование культур в них, обработка почвы, уход за посевами преследовали главную цель – получить посеvy сои, чистые от сорняков. В настоящее время при наличии комплекса высокоэффективных гербицидов: общеистребительных, почвенных и листовых, при правильном применении обеспечивающих практически полное уничтожение сорной растительности в посевах сои, в корне меняется назначение и необходимость использования отдельных агроприемов.

### 6.1. Севообороты и предшественники сои

Структура посевных площадей, типы и виды севооборотов в доперестроечное время определялись прежде всего необходимостью выполнения государственных планов производства и закупок продукции сельского хозяйства (В. Ф. Кузин, 1985. С. 3-11).

Во втором издании «Зональной системы земледелия Амурской области» (1985) в южной зоне рекомендовались пяти-, десятипольные севообороты с насыщением соей 33,3–40,0%, в центральной шести-, десятипольные в которых соя занимала 20,0–33,3% и в северной – пяти-, девятипольные с насыщением соей до 11,1%.

Кроме полевых севооборотов, соя включалась в прифермские севообороты, главным образом для кормовых целей.

В «Системе земледелия Амурской области» (2003) схемы полевых севооборотов рекомендовались независимо от сельскохозяйственной зоны. Всего было предложено к внедрению одиннадцать схем полевых севооборотов, в которых соя занимала от 30 до 50%. Тут же отмечается, что во многих хозяйствах области удельный вес возделываемых культур не соответствует требованиям освоения научно обоснованных севооборотов, задачам максимального роста продукции растениеводства. В связи с этим предлагалась структура посевов, в которой соя должна занимать в зависимости от зоны 11–35% (табл. 6.1).

Таблица 6.1

**Удельный вес сои и посевная площадь по зонам области,  
2005, 2010 гг.**

Зона Амурской области	2005 г.		2010 г.	
	%	тыс. га	%	тыс. га
Южная	30	223,0	35,0	271,0
Центральная	25	84,2	25,4	86,2
Северная	11	2,8	11	2,8
Всего по области	27	310,0	32	360,0

В «Системе земледелия Амурской области» (2016) типы и виды полевых севооборотов предлагаются с учетом направления деятельности хозяйства. Для хозяйств растениеводческого направления рекомендуется четыре схемы четырех-, шестипольных севооборотов с насыщением соей 40–50%. Для хозяйств молочно-соево-зернового направления рекомендуется семь схем севооборотов четырех-, девятипольных с насыщением соей от 20 до 40%. Для хозяйств соево-зерно-скотоводческого типа предложено четыре схемы с насыщением соей 25–50%.

Анализируя рекомендации по севооборотам, изложенные в системах земледелия и других литературных источниках, приходим к выводу, что большие противоречия по данному вопросу возникли из-за слабой изученности данной проблемы. Уже в семидесятые годы прошлого столетия во многих хозяйствах северной зоны Амурской области соя занимала до 40% посевных площадей. Такой высокий удельный вес этой культуры в хозяйствах северной зоны, по мнению В. В. Бурлака (1971), ничем не обоснован.

Однако необходимо признать, что низкий процент насыщения севооборотов соей в центральной и северной зонах области научно не обоснован, потому что исследований по этому вопросу в центральной зоне не проводилось, а в северной они проведены в очень ограниченном количестве (А. Е. Алешин, 1973. С. 64-68; А. Е. Алешин и др., 1973. С. 49-58). Этими авторами были проведены исследования в звеньях севооборота на луговой глееватой и аллювиальной почвах в колхозе «Зейский гигант» Мазановского района. Авторы установили, что на пойменной почве паровые предшественники менее эффек-

---

тивны, чем зерновые культуры. А на луговой глееватой почве лучше размещать сою второй культурой по чистому пару и непаровым предшественникам из-за сильной засоренности полей. В севооборотах в центральной и северной зонах области низкий процент сои объяснялся неблагоприятными почвенно-климатическими условиями.

Однако анализ данных сортоучастков и практический опыт показывают, что правильно подобранные скороспелые сорта сои в северной зоне области не уступают по урожайности в южной зоне. Так, сорт сои Лидия на Мазановском сортоучастке в среднем за 14 лет обеспечил урожайность на 0,11 т/га больше, чем на Тамбовском сортоучастке.

Несостоятельность рекомендаций по низкому насыщению севооборотов соей в центральной и северной зонах области подтверждается и практикой хозяйств. В 2015–2016 годах, по данным оперативных сводок, в районах южной зоны области соя занимала 67–85% от общей посевной площади, в центральной – 70–87 и в северной – 40–85%.

В литературе практически нет данных по изучению севооборотов в хозяйствах с различными направлениями отрасли животноводства. Очевидно, поэтому в прифермерских севооборотах мало сои, хотя это лучший предшественник для всех культур, возделываемых в области. Для свиноводческих хозяйств возделывание однолетних трав во всех севооборотах вряд ли целесообразно, их можно заменить соей.

Таким образом, насыщение севооборотов соей определяется не зоной области, а суммой активных температур и безморозным периодом, которые обеспечивают вызревание правильно подобранных для каждого хозяйства сортов сои. При этом должны учитываться специализация хозяйства, перспективы его развития, материально-технические и трудовые ресурсы. В этом случае должны внедряться и осваиваться севообороты и звенья севооборотов, обеспечивающие внутреннюю потребность хозяйства в сельскохозяйственной продукции, спросом той или иной продукции на рынке и возможностью кооперации и интеграции сельскохозяйственных и обслуживающих предприятий и предприятий торговли. В конечном итоге продукция хозяйства должна быть конкурентоспособной, а хозяйство высококорентабельным.

Анализ большого количества опытов на луговой черноземовидной почве в южной зоне Амурской области показывает, что основным фактором, определяющим выбор схемы севооборота и предшественника сои, являлась засоренность посевов. С появлением большого набора гербицидов, позволяющих содержать посевы сои в чистом виде практически

от всех однолетних и многолетних сорняков, в корне меняет отношение к паровым и непаровым предшественникам.

В настоящее время система севооборотов в хозяйстве должна определяться не зональными особенностями, а его специализацией и материально-техническими и трудовыми ресурсами. В хозяйствах, занимающихся животноводством, система севооборотов должна в полной мере обеспечивать полноценными и дешевыми кормами животных. В хозяйствах, не имеющих соответствующего направления отрасли, необходимо осуществлять производство различной растениеводческой продукции с приоритетным возделыванием набора экономически выгодных сельскохозяйственных культур, с учетом их продуктивности, фитосанитарной и почвозащитной способности.

В настоящее время в связи со слабо развитой отраслью животноводства мощным арсеналом высокоэффективных гербицидов и высоким насыщением севооборотов соей необходимо серьезным образом пересмотреть отношение к различного вида парам, пожнивным и поукосным посевам.

В ранее существующей системе земледелия в южных и центральных районах Приамурья чистые пары не рекомендовались. Тем не менее, иногда их применяли и применяют как тактическое средство улучшения отдельных полей. Ещё реже от них получают ожидаемый эффект (В. А. Тильба, 2002. С. 21-28). Это подтверждается и данными академика А. И. Пупониной и других исследователей (1995), которые отмечают: «Ландшафтное земледелие и широкое применение чистых паров даже в засушливых условиях – трудносовместимые понятия. В биологическом плане чистые пары оказывают настолько сильное воздействие «возмущение» на всю ландшафтную экосистему, что компенсировать его определенной экономической выгодой не представляется возможной».

В научной статье «Обработка почвы» исследователь В. В. Голубев (1963) пишет: «В Амурской области паров нет. Сорняки уничтожаются при зяблевой и предпосевной обработке почвы и при уходе за посевами».

Занятые пары в полевых севооборотах заслуживают внимания для производства кормов при наличии в хозяйстве животноводства. Чистые и сидеральные пары целесообразно включать в прифермские, картофельные и овощные севообороты, в которых необходимо минимизировать применение пестицидов с целью получения экологически чистой продукции.

Результаты многолетних опытов показали, что в пятипольном сево-

обороте урожайность сои после пшеницы в среднем за 52 года составила 1,82 т/га, а по другим предшественникам за тот же период – 1,72 т/га. По отдельным предшественникам урожайность сои была различной: в первых двух ротациях в среднем за 6 лет урожайность сои после кукурузы + соя на зеленый корм составила 1,39–1,62 т/га, а после пшеницы на 0,14–0,23 т/га выше; после однолетних трав (соя + овес) на сено в среднем за 15 лет урожайность сои составила 1,97–2,16 т/га, что несущественно выше, чем после пшеницы; после соевого сидерата урожайность сои была низкой – 1,43–1,48 т/га, что на 0,15–0,18 т/га ниже по сравнению с зерновым предшественником; в девятой и десятой ротациях пятипольного севооборота урожайность сои после пшеницы была на 0,36–0,38 т/га выше, чем после соево-овсяной смеси на сено.

Таким образом, в современных условиях развития сельского хозяйства области можно рекомендовать примерные схемы полевых севооборотов с насыщением соей до 40% при наличии в хозяйстве животноводства и до 50% при его отсутствии.

### Примерные схемы полевых севооборотов

I	II
1. Зерновые культуры + многолетние травы	1. Однолетние травы (соя + овес)
2. Травы 1-го года	2. Соя
3. Травы 2-го года	3. Зерновые культуры
4. Соя	4. Соя
5. Зерновые культуры	5. Зерновые культуры
6. Соя	Соя – 40%,
7. Зерновые культуры	зерновые культуры – 40%,
8. Соя	однолетние травы – 20%
Соя – 37,5%, зерновые культуры – 37,5%, многолетние травы – 25%	

III	IV
1. Пар занятый	1. Однолетние травы
2. Ячмень	2. Соя
3. Соя	3. Пшеница
4. Пшеница	4. Соя
5. Соя	Соя – 50%,
Соя – 40%,	пшеница – 25%,
зерновые культуры – 40%,	однолетние травы – 25%
пар – 20%	
V	VI
1. Овес	1. Кукуруза на зерно
2. Соя	2. Соя
3. Пшеница	3. Пшеница
4. Соя	4. Соя
Соя – 50%,	Соя – 50%,
зерновые культуры – 50%	кукуруза – 25%,
	пшеница – 25%

В настоящее время соя возделывается в основном в полевых севооборотах. Она является хорошим предшественником для всех возделываемых в области сельскохозяйственных культур. Соя является одной из немногих сельскохозяйственных культур, легко возделываемых в различных севооборотах (В. И. Сичкар, 1980. 48 с.). Поэтому сою целесообразно включать во все севообороты: полевые, кормовые, прифермерские, картофельные и овощные.

Соя – культура высокой агротехники, требует чистых от сорняков плодородных почв. Высеивать её лучше всего по зяби, обработанной по типу полупара. Возделывать следует в первую очередь в полевых севооборотах по таким предшественникам, как ранобуируемые зерновые культуры, многолетние травы, а также занятые пары при наличии в хозяйстве животноводства. Не рекомендуется размещать сою по сое, так как повторные посевы снижают урожайность на 27,2–32,5% («Система земледелия Амурской области», 2016. 574 с.; Опыт возделывания

---

сои по интенсивной технологии, 2014. 176 с.). Нельзя размещать сою после бобовых культур (люцерна, эспарцет, горох, чина, нут), подсолнечника и рапса из-за поражения их однотипными вредителями и болезнями (В. Ф. Баранов, 2009. 322 с.). Не пригодны в качестве предшественника для сои сахарная свекла и суданская трава, потому что они сильно иссушают почву («Соя», 1978. 189 с.). В недалеком прошлом запрещалось высевать сою после гречихи из-за сильного засорения посевов сои, падалицей крупной культуры (В. М. Конечный, 1970. 24 с.). В настоящее время гречиха является одним из лучших предшественников сои особенно в центральной и северной зонах области, благодаря наличию высокоэффективных соевых гербицидов (А. Е. Алёшин, 1973. С. 49-58).

В «Системе земледелия Амурской области» (2003) овес рекомендуется высевать в третьем звене севооборота замыкающей культурой. Вместе с тем овес имеет более мощную корневую систему, которая обладает высокой усвояющей способностью. Он в меньшей степени реагирует на повышенную кислотность почв, поэтому во всех зонах, особенно на кислых почвах, его следует высевать первой культурой полевого севооборота вместо чистых и сидеральных паров, а при отсутствии в хозяйстве животноводства и занятых паров.

При внесении небольших доз азотно-фосфорных удобрений овес обеспечивает высокую урожайность зерна и соломы, которая практически не отличается от сидеральных культур. Широкую производственную проверку необходимо провести по использованию поздних посевов овса, как предшественника сои. Поздние посевы овса после хорошей предпосевной обработки почвы, как и гречиха, успешно борются с сорняками без применения гербицидов. Эти культуры снижают гербицидную нагрузку на почву, что благоприятно влияет на рост, развитие и урожайность сои, улучшает экологию. В длительных опытах поздние посевы не обрабатывали гербицидами, это положительно сказалось на последующей сое, сформировавшей урожайность семян 2,36–2,62 т/га.

В «Системах земледелия» (2003, 2016) рекомендуется поукосные и пожнивные посевы на сидерат. На основании многолетних исследований К. И. Лисина (1981) пришла к выводу, что в Амурской области получение двух урожаев кормовых культур возможно в южной зоне, где после уборки ранних кормовых культур поле остается свободным в течение 60–70 безморозных дней. За этот период сумма активных

температур составляет 1200–1300°C, а сумма осадков 150–300 мм. Первая культура должна освободить поле в конце июня. В этих условиях высокие урожаи зеленой массы дают овес, смесь овса с соей. Соя, тосеянная в чистом виде, в теплые годы может дать фуражного зерна более 1,0 т/га.

Что касается пожнивных посевов, то для их выращивания в Амурской области остается слишком мало времени: уборка ранних зерновых культур проводится в конце июля – августе, а в первой декаде сентября, по многолетним данным, среднесуточная температура воздуха снижается до 13–15°C. В этот период выпадает большое количество осадков: в июле 106 мм и августе – 103 мм, что не позволяет своевременно и качественно провести посев, получить хорошие всходы и урожай зеленой массы сидератов. Это подтверждают исследования, выполненные Дальневосточным ГАУ в южной зоне области (1999–2001 гг. – с. Муравьевке Тамбовского района Амурской области, луговая черноземовидная почва). Сидеральные культуры (soя, рапс и овес) высевали после уборки пшеницы во второй декаде августа. В среднем за два года урожайность сухого вещества сои составила 0,17 т/га, рапса – 0,22 т/га и овса – 0,26 т/га (В. В. Худолеев, 2002. С. 79-84; В. В. Худолеев и др., 2002. С. 85-89).

Такая масса сидератов не может оказать существенного влияния на плодородие почвы и урожайность последующих культур. В длительном стационарном опыте в восьмой ротации пятипольного севооборота соя на сидерат высевалась в мае и заделывалась в почву в фазу налива семян. При урожайности 1,5–2,0 т/га сухого вещества сидерат не оказал существенного влияния на урожайность сои. В среднем за три года урожайность этой культуры, идущей второй после сидерата, составила 1,38 т/га, а четвертой после пшеницы – 1,44 т/га. Эффективность минеральных удобрений под сою во втором и четвертом полях севооборота была практически одинаковой.

## 6.2. Обработка почвы

Система обработки почвы под сою осуществляется в зависимости от технологии её возделывания на конкретном поле севооборота, с учётом типа почвы, засорённости поля и биологических особенностей культуры.

Традиционная безгербицидная технология возделывания сои включает основную, предпосевную и послепосевную обработки почвы. Корневая система сои не обладает высокой проникающей способностью,

поэтому на тяжелых глинистых почвах необходима основная обработка почвы на глубину 18–22 см. Опытами установлено, что при мелкой обработке в слое почвы 0–10 см находится 93–95% корневой системы, а в слое 10–20 см – 2,0–2,5%. При обработке на 20–22 см в слое почвы 0–10 см масса корней снизилась до 68–70%, а в слое 10–20 см она увеличилась в 14 раз. Более интенсивное развитие корневой системы в нижней части обрабатываемого слоя существенно улучшает питание растений и обеспеченность их влагой на протяжении всего периода вегетации, который у сои довольно продолжительный и составляет 90–120 дней. За это время верхняя часть пахотного слоя неоднократно подвергается переувлажнению и высыханию, что отрицательно сказывается на развитии сои и её продуктивности.

Обработка почвы на глубину до 22 см способствует накоплению почвенной влаги, снижает плотность почвы корнеобитаемого слоя, улучшает воздухообмен, играющий важную роль в фиксации азота воздуха клубеньковыми бактериями.

По мнению В. В. Голубева (1981), соя хорошо развивается при плотности почвы 1,1–1,25 г/см<sup>3</sup>. Повышение плотности до 1,30 г/см<sup>3</sup> угнетает развитие данной культуры. По данным В. Н. Макарова (1976), оптимальной для сои является плотность почвы 1,1 г/см<sup>3</sup>. По данным Е. Б. Захаровой (2003), плотность сложения почвы под сою не должна превышать 1,23 г/см<sup>3</sup>. Уплотнение почвы сказывается не только на водно-воздушных свойствах пахотного слоя, но и на накоплении и использовании элементов минерального питания. Изменения в азотно-фосфорном питании, вызванные уплотнением почвы, приводят к снижению урожайности сои на 9,9–21% (табл. 6.2).

*Таблица 6.2*

**Влияние плотности почвы на урожайность и качество зерна сои, 1971–1975 гг. (В. Н. Макаров, 1978. С. 46-51)**

Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Урожайность семян, т/га	Содержание в семенах, %	
		масла	протеина
1,08	2,52	20,7	39,5
1,15	2,27	19,8	39,9
1,20	1,99	20,0	37,9

Основная обработка почвы (вспашка, безотвальное рыхление) проводится плугами различных марок с оборотом и без оборота пласта, тяжёлыми культиваторами типа КПЭ-3,8, плоскорезами и комбинированными машинами.

По данным М. С. Кузьмина (2010), плотность почвы в слое 20–30 см после вспашки и плоскорезной обработки практически была одинаковой. В среднем за три года различия составляла лишь 0,01 г/см<sup>3</sup>.

Ряд авторов рекомендуют основную обработку почвы проводить после лущения жнивья (А. Г. Воложенин, 1965. С. 79-106; В. Ф. Кузин, 1976. 248 с.; А. П. Ващенко и др., 2010. 436 с.). Детальное изучение этого вопроса показало, что семена сорняков, прежде чем приобрести способность к прорастанию, должны пройти определённый период покоя, который, как правило, больше 15 дней. Поэтому вспашку нужно начинать сразу же после уборки урожая (Д. И. Белько, 1966. С. 17-20). Чем раньше проведена вспашка зяби, тем выше урожай сои (В. В. Голубев, 1963. С. 39-43). Оба этих автора отмечают, что даже ранняя зябь, но не обработанная и не выровненная, теряет большое количество влаги.

При появлении всходов сорняков проводится дополнительная обработка почвы – культивация или дискование.

В результате опытов на Амурской государственной сельскохозяйственной опытной станции установлено, что обработка почвы на глубину 20–35 см увеличивает урожайность зерна сои с 1 га на 0,2–0,4 т. По данным В. Т. Синеговской (1997), в опыте с глубоким рыхлением почвы, которое проводили два раза за ротацию севооборота, накопление сухого вещества растений, масса клубеньков на корнях, а также общий симбиотический потенциал были лучше по сравнению с обычной вспашкой. По-видимому, углубление пахотного слоя в соево-зерновых севооборотах особое значение имеет на тяжёлых почвах, где этот слой не превышает 15–17 см. На таких почвах углубление пахотного слоя осуществляется путём припахивания 3–5 см подпахотного слоя с обязательным внесением органических удобрений и извести. При этом увеличивается биологическая активность почвы, улучшается тепловой и водный режимы, повышается эффективность извести и минеральных удобрений («Зональная система земледелия», 1985. 272 с.; Г. К. Шелевой, 1981. С. 3-13). На тяжёлых почвах эффективно глубокое безотвальное рыхление ранней зяби. В этом случае пашут зябь на глубину

---

пахотного слоя, а не позднее 15 сентября проводят безотвальное рыхление на глубину 25–30 см. Его можно проводить плугами без отвала или плоскорезами.

Разрыхлять подпахотный слой без выворачивания его на поверхность можно как плугами конструкции Т. С. Мальцева, так и плугами с почвоуглубительными лапами при подъёме зяби (В. В. Голубев, 1963. С. 39-43). Нижние малогумусированные слои почвы желательно разрыхлять раз в три – четыре года.

Весной, как только почва оттаёт на глубину 5–6 см, приступают к боронованию зяби с целью сохранения влаги. На полях, отведённых под ранние сорта сои, по мере появления сорняков проводят промежуточную обработку почвы – дискование или культивацию с боронованием. Под сою позднеспелых и среднеспелых сортов в это время проводится предпосевная обработка почвы – двух-, трёхкратная сплошная культивация. Содержание почвы в чистом от сорняков и рыхлом состоянии достигается двух-, трёхкратным боронованием и двукратной культивацией междурядий. Первое боронование проводится через 3–4 дня после посева. Второе боронование проводится, когда образуется первый тройчатый лист, и третье – после первой междурядной культивации.

Первую междурядную обработку почвы начинают, когда хорошо обозначатся рядки сои при высоте растений 7–8 см. Через 8–10 дней проводят вторую культивацию. Культивация междурядий осуществляется с одновременным боронованием посевов.

При возделывании сои по традиционной технологии с применением гербицидов, по сравнению с безгербицидной технологией, исключаются междурядные обработки почвы, все остальные операции подготовки почвы аналогичны безгербицидной модели технологии.

При возделывании сои с применением почвозащитной ресурсосберегающей технологии заслуживают внимания несколько модификаций минимальной обработки почвы, характеризующейся повышенным расходом гербицидов. Для основной обработки почвы используют орудия различного типа: плоскорезы, плуги без отвалов, тяжёлые культиваторы. Осенью проводят только одну обработку почвы, что позволяет сохранить на поверхности значительную часть стерни, органических остатков, предохраняющих почву от эрозии и способствующих накоплению в ней влаги. Весной проводят выравнивание почвы и закрытие влаги, с учётом возможности

хозяйства – одну–две предпосевные обработки. В зависимости от интенсивности обработки почвы применяют различный набор гербицидов. Наличие на поверхности почвы остатков соломы и стерни, а также некачественная обработка существенно влияют на эффективность почвенных гербицидов.

При выращивании сои на основе применения минимальной обработки почвы заслуживают внимания несколько вариантов, с обязательным применением гербицидов группы глифосатов. Под среднеспелые и позднеспелые сорта сои после уборки зерновых или кормовых культур вносят глифосаты, а через 30–35 дней проводится обработка почвы на глубину 7–10 см культиваторами, дискатором или каким-либо другим широкозахватным орудием. Весной, в зависимости от возможности, проводят ещё одну сплошную обработку почвы, боронование и посев.

Под скороспелые сорта глифосаты можно вносить весной после всходов различных видов полыни и осота, что, как правило, бывает после 20–25 мая, в зависимости от влажности почвы и температуры. Через 10–12 дней проводится неглубокая обработка почвы, боронование в 1–2 следа и посев.

На основании данных ВНИИ сои и других НИИ России, опыта ряда хозяйств можно заключить, что в Приамурье в соево-зерновых севооборотах от обработки почвы под отдельные культуры нужно переходить к системе обработки почвы в севообороте. Основным принципиальным положением системы обработки почвы в севообороте является правильное чередование по годам обычной отвальной вспашки, глубокого безотвального рыхления и поверхностных обработок. Эта система обработки почвы должна увязываться с типом почвы, её физическими свойствами, типом и степенью засорённости поля, системой удобрений и защиты растений от вредителей и болезней.

Необходимо иметь в виду, что длительное применение минимальных и поверхностных обработок ведёт к дифференциации по плодородию отдельных слоев пахотного слоя, что отрицательно сказывается на питании растений. Поэтому один раз в 4–5 лет должна проводиться вспашка с оборотом пласта на глубину пахотного слоя. Вспашка проводится сразу после уборки удобренного зернового предшественника (овёс, пшеница), обеспечивающего 3–4 т соломы и пожнивных остатков с 1 га. Уборку предшественника необходимо проводить комбайнами, оборудованными измельчителями соломы. Перед вспашкой вносят минеральные удобре-

---

ния, фосфоритную муку, известь, в зависимости от наиболее лимитирующего рост и развитие растений, агрохимического фактора почвы.

Зяблевая вспашка почвы плугами с предплужниками необходима, во-первых, для того, чтобы обеспечить нижнюю часть пахотного слоя органикой, элементами питания и создания условий, способствующих более глубокому интенсивному развитию корневой системы. В нижнем слое складываются более стабильные условия по увлажнению. Во-вторых, для оздоровления пахотного слоя почвы, так как при длительном применении только минимальных обработок в верхней части пахотного слоя почвы накапливаются возбудители болезней и вредителей (И. Г. Ковшик, 2002. С. 46-51).

Таким образом, различия климатических и социально-экономических условий, особенности ландшафта, эрозированность почв, фитосанитарное состояние каждого участка, биологические особенности сортов, их размещение в севообороте требуют дифференцированного подхода к системе обработки почвы, которая должна включать в себя принципы минимализации, сочетание отвальных и безотвальных приёмов обработки, разноглубинности и почвозащиты.

### **6.3. Применение удобрений**

Удобрения являются мощным средством повышения плодородия почв и получения высоких стабильных урожаев сои, при условии их правильного применения. Применение какого-либо одного элемента питания может снизить эффективность использования удобрений. Сбалансированное внесение удобрений позволяет избежать как дефицита, так и избытка элементов питания, а также возможного отрицательного действия между ними (А. Субба Рао, А. Самми Редди, 2014. С. 237-274).

Для оптимально удобренной сои характерны правильный рост и развитие, высокая урожайность и высокий коэффициент использования воды. Самые высокие показатели эвапотранспирации и коэффициента использования воды у сои были зафиксированы при совместном применении 100% рекомендованных доз азота, фосфора, калия и навоза в дозе 10 т/га, по сравнению с внесением только 100% рекомендуемых доз НРК или отказа от применения удобрений (Гурикбал Сингх, 2014. С. 275-320).

Значительные площади пахотных земель Амурской области занимают слабо окультуренные почвы, имеющие маломощный пахотный слой, низкое содержание подвижных форм элементов питания, неблагоприят-

ные свойства. Сезонная почвенная мерзлота в весенний и раннелетний периоды, частая смена сухих и переувлажняемых периодов ослабляют микробиологическую деятельность в почвах, вследствие чего соя испытывает острый недостаток в азоте, фосфоре и некоторых микроэлементах. Содержание минерального азота во всех почвах области невелико. Однако эффективность азотных удобрений на сое низкая. Это объясняется тем, что соя веками приспособилась к питанию азотом воздуха с помощью клубеньковых бактерий.

Соя формирует урожайность до 4 т/га и более без применения минерального азота, если созданы благоприятные условия для жизнедеятельности клубеньковых бактерий. Лимитирующими факторами в местных почвенно-климатических условиях, как правило, являются недостаток влаги, повышенная кислотность почвенного раствора, низкое содержание подвижных форм фосфора и молибдена.

Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почв низкое, часто оно меньше 20 мг/кг почвы, при критическом содержании 24–28 мг/кг. Только на отдельных участках луговой черноземовидной и пойменной почв оно может достигать 60–80 мг/кг почвы. В этих условиях получение высоких урожаев сои возможно при выполнении комплекса мероприятий, направленных на оптимизацию условий питания растений, включающего применение минеральных макро- и микроудобрений, использования бактериальных удобрений и биологически активных веществ.

Обобщенные за 50 лет данные полевых опытов с удобрениями, проведенных в Амурской области разными научными учреждениями, свидетельствуют, что эффективность минеральных удобрений колеблется в широких пределах. Так, эффективность применения фосфорных и азотно-фосфорных удобрений под сою на относительно плодородной луговой черноземовидной почве, где располагается основная часть посевов культуры, – в 60–66% случаев отсутствует (В. Ф. Прокопчук и др., 1990. С. 140-144).

Данные многолетних опытов свидетельствуют, что удельный вес удобрений в повышении урожайности сои составляет 15–30%, в зависимости от типа почвы и уровня агротехники. Один килограмм питательного вещества минеральных удобрений при правильном соотношении элементов питания окупается 1,5–3,0 кг семян сои.

В 70–80-е годы уровень урожайности сои был низким (0,82–1,34 т/га), даже на плодородных луговых черноземовидных почвах (табл. 6.3).

Таблица 6.3

**Эффективность удобрений под сою в зависимости  
от типа почвы, т/га (1966–1974 гг.)**

Вариант опыта	Луговая черноземовидная почва (4 опыта)		Бурая лесная почва (6 опытов)		Луговая глееватая почва (5 опытов)		Пойменная почва (4 опыта)	
	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка
Контроль (без удобрений)	1,4	—	0,92	—	0,82	—	1,00	—
N <sub>30</sub>	1,34	0	0,92	0	0,83	0,01	1,03	0,03
P <sub>60</sub>	1,54	0,20	1,15	0,23	1,07	0,25	1,21	0,21
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	1,52	0,18	1,13	0,21	1,08	0,26	1,23	0,23
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,43	0,09	1,14	0,22	1,01	0,19	1,27	0,27
N <sub>30</sub> P <sub>90</sub>	1,49	0,15	1,26	0,34	1,04	0,22	1,22	0,22
N <sub>30</sub> P <sub>120</sub>	1,45	0,11	1,22	0,30	1,02	0,20	1,22	0,22
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub>	1,43	0,09	1,21	0,29	0,89	0,07	1,24	0,24
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	1,41	0,07	1,20	0,28	1,04	0,22	1,26	0,26

На луговых глееватых почвах минеральные удобрения повышают урожайность сои на 0,26 т/га. Наименьшим потенциальным плодородием обладают бурые лесные почвы. Здесь наиболее эффективны фосфорные P<sub>60-90</sub> и азотно-фосфорные удобрения в дозе N<sub>30</sub> P<sub>90-120</sub>. Эффективность калийных удобрений, как правило, низкая на всех типах почв.

В 2000-е годы благодаря созданию и внедрению более урожайных сортов сои и совершенствованию агротехники её возделывания

общий уровень урожайности этой культуры несколько повысился. Так, на луговой черноземовидной почве без применения удобрений при благоприятных погодных условиях урожайность сои составляет 2,0–2,6 т/га. В производственных условиях урожайность сои остается низкой. За последние 7 лет она составила в среднем 1,11 т/га после доработки.

Высокая потребность сои в фосфорных удобрениях отмечается на всех почвах области. Эффективность фосфорных удобрений зависит от обеспеченности почвы фосфором на конкретном поле, от дозы и глубины заделки, засоренности и других факторов. Поэтому под сою рекомендуется применение системы удобрений, включающей три приёма: основное, припосевное внесение и подкормка.

### **6.3.1. Основное внесение удобрений**

Основная доза фосфорного удобрения устанавливается с учетом содержания подвижного фосфора в почве на конкретном поле согласно агрохимическим картограммам.

В связи с тем, что высокая эффективность фосфорных удобрений отмечается при критическом содержании подвижного фосфора в почве 24–28 мг/кг и меньше, определяемого по методу А. Т. Кирсанова, при содержании 28–35 мг/кг почвы она неустойчива, а при 36–55 мг/кг и более, как правило, отсутствует, в ВНИИ сои разработана группировка местных почв по содержанию подвижного фосфора в почвах и дозы внесения удобрений (табл. 6.4). Всероссийские градации обеспеченности почв подвижным фосфором к нашим почвам не приемлемы, так как не позволяют дифференцировать дозы удобрения с учетом содержания его в почве.

Применение повышенных доз удобрений не всегда позволяет получить высокий урожай сои в год внесения, но способствует улучшению фосфатного режима почв и доведению его содержания до среднего уровня обеспеченности. Чтобы повысить содержание подвижного фосфора в почве на 10 мг/кг почвы, определяемого методом А. Т. Кирсанова, необходимо внести 100–110 кг  $P_2O_5$  на 1 га сверх выноса.

Основное удобрение должно обеспечивать растения сои элементами питания на протяжении всего периода вегетации. Поэтому его лучше вносить осенью в нижнюю половину пахотного слоя под вспашку или локально-ленточным способом. Находясь во влажном

корнеобитаемом слое, фосфорные удобрения обеспечивают непрерывный процесс поступления  $P_2O_5$  в растения.

Таблица 6.4.

Градации обеспеченности почв фосфором и калием по методике А. Т. Кирсанова и дозы внесения удобрений под сою

№ группы	Группировка почв по содержанию подвижных форм фосфора и калия	$P_2O_5$ , мг/кг почвы	Доза удобрений, кг/га д. в.		$K_2O$ , мг/кг почвы	Доза удобрения, кг/га д. в.
			основное	припосевное		
1	Очень низкое	0–17	120	15–20	0–40	60
2	Низкое	18–35	90	15–20	41–80	45
3	Среднее	36–55	60	15–20	81–120	30
4	Повышенное	56–85	–	15–20	121–170	–
5	Высокое	86–125	–	15–20	171–250	–
6	Очень высокое	Более 125	–	15–20	Более 250	–

Данные полевого опыта показывают, что при заделке аммофоса в почву на глубину 10–14 см, эффективность показателей урожайности значительно ниже, чем на 16–20 см (табл. 6.5).

На низко обеспеченной элементами питания бурой лесной почве эффективность минеральных удобрений в два раза выше при глубокой заделке, чем при мелкой. Обработка почвы на 16–20 см также оказывает положительное влияние на урожайность сои.

В штате Индиана фосфорные удобрения рекомендуется вносить в количестве 45 кг/га, если в почве содержится 20–22 кг/га фосфора, и в дозе 15 кг/га, если в почве содержание фосфора составляет 65 кг/га и более. (В. К. Сальников, 1972. 49 с.).

Таблица 6.5

**Влияние глубины заделки аммофоса  
на урожайность семян сои, т/га**

Глубина вспашки, см	Доза аммофоса, кг/га	Урожайность семян сои	Прибавка урожайности семян сои	
			от обработки	от удобрений
10–14	0	1,15	–	–
	N <sub>16</sub> P <sub>60</sub>	1,26	–	0,11
	N <sub>24</sub> P <sub>90</sub>	1,34	–	0,19
16–20	0	1,36	0,21	–
	N <sub>16</sub> P <sub>60</sub>	1,55	0,29	0,19
	N <sub>24</sub> P <sub>90</sub>	1,75	0,41	0,39

В период вегетации соя потребляет много фосфора особенно в фазу образования бобов. В зависимости от содержания этого элемента в почве в США рекомендуется вносить следующее количество фосфорных удобрений:

Содержание фосфора в почве, кг/га	Очень низкое 0–10	Низкое 11–25	Среднее 26–50	Повышенное 50–100	Высокое свыше 101
Нормы фосфора, кг/га	20–40	20–30	0–20	Не вносят	

Чрезмерно высокие нормы фосфора способствовали снижению урожайности и появлению токсических симптомов на листьях (В. И. Сичкарь, 1980. 48 с.).

Почвы Амурской области обладают высокой поглотительной способностью в отношении P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, поэтому сорта местной селекции хорошо развиваются при содержании подвижного фосфора, превышающем среднее

содержание  $P_2O_5$  в 5–10 раз. Вместе с тем бывают случаи, когда в засушливых условиях при содержании  $P_2O_5$  200–250 мг/кг почвы фосфорные удобрения снижали урожайность семян сои.

Учитывая, что практически все почвы в Амурской области имеют в различной степени повышенную кислотность, в течение пяти лет мы изучали действие и последствие видов и доз минеральных удобрений без применения извести и на её фоне в звене севооборота «соя-пшеница-соя». Опыты проводили на луговой черноземовидной и бурой лесной глеевой почвах в южной и центральной зонах области.

К числу основных факторов, влияющих на эффективность удобрений и урожайность сои, относят: уровень плодородия почвы и погодные условия в период вегетации. На луговой черноземовидной почве при средней урожайности за 3 года 2,12 т/га разница по годам составила 0,74 т/га (табл. 6.6).

*Таблица 6.6.*

**Влияние удобрений и извести на урожайность семян сои  
на луговой черноземовидной почве, т/га**

Вариант опыта	1974 г.	1975 г.	1976 г.	Средняя за 3 года	
				урожайность	прибавка
1	2	3	4	5	6
1. Контроль	1,95	2,57	1,83	2,12	—
2. $P_{90}$	2,11	2,52	1,91	2,18	0,06
3. $N_{30} P_{90}$	2,21	2,59	1,92	2,24	0,12
4. $N_{30} P_{90} K_{60}$	2,25	2,47	1,91	2,21	0,09
5. $N_{30} P_{180} K_{60}$	1,96	2,50	1,89	2,12	0,00
6. $N_{30} P_{ф180} K_{60}$	2,15	2,54	1,96	2,22	0,10
7. Известь 1 г. к. — фон	2,10	2,48	1,99	2,19	0,07
8. Фон + $P_{90}$	2,32	2,58	1,95	2,28	0,16
9. Фон + $N_{30} P_{90}$	2,32	2,39	2,10	2,27	0,15

Продолжение таблицы 6.6.

1	2	3	4	5	6
10. Фон + N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	2,46	2,48	1,95	2,30	0,18
11. Фон + N <sub>30</sub> P <sub>180</sub> K <sub>60</sub>	2,22	2,54	2,06	2,27	0,15
12. Фон + N <sub>30</sub> P <sub>ф 180</sub> K <sub>60</sub>	2,64	2,48	2,02	2,37	0,25
НСР <sub>05</sub>	0,25	0,20	0,19	0,21	

При недостатке влаги в 1974 г. азотно-фосфорные удобрения повысили урожайность сои на 0,26 т/га. Практически такая же отдача была при внесении полного минерального удобрения. Применение одной только извести не способствовало росту урожайности, однако известь повышала эффективность фосфорных и калийных удобрений. Так, при внесении суперфосфата в дозе 180 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в сочетании с азотом и калием было снижение урожайности на 0,29 т/га по сравнению с вариантом N<sub>30</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>. Такая же доза суперфосфата оказала меньшее отрицательное влияние на растения при его совместном внесении с известью.

Максимальное повышение урожайности (0,67 т/га) получено при применении извести в сочетании с полным удобрением, в котором использовалась фосфоритная мука в дозе 180 кг/га д. в.

В 1975 г. при таких же почвенных условиях (на луговой черноземовидной почве), но более благоприятных погодных минеральные удобрения и известь не оказали существенного влияния на урожайность сои. При переувлажнении и недостатке тепла существенное увеличение урожайности (0,19–0,27 т/га) получено при внесении минеральных удобрений на фоне извести.

Фосфорные удобрения в благоприятном по погодным условиям 1974 г. на среднекультуренной бурой лесной глеевой почве были неэффективны при содержании подвижного фосфора 29 мг/кг почвы (табл. 6.7).

Известь, внесенная по одной гидролитической кислотности, повышала урожайность зерна на 0,59 т/га при урожайности на контроле 2,23 т/га. На слабокультуренной почве (7 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 1 кг почвы) отмечается высокая эффективность фосфорных удобрений. Максимальная урожайность сои получена при внесении суперфосфата в дозе 90 кг д. в. на фоне извести. Очень низкая – в контрольном варианте (1976 г.).

Таблица 6.7

**Влияние удобрений и извести на бурой лесной глеевой почве  
на урожайности сои, т/га**

Вариант опыта	1974 г.	1975 г.	1976 г.	Средняя за 3 года	
				урожай- ность	прибавка
1. Контроль	2,23	1,58	0,60	1,47	—
2. P <sub>90</sub>	2,12	1,90	0,74	1,59	0,12
3. N <sub>30</sub> P <sub>90</sub>	2,30	1,98	0,74	1,67	0,20
4. N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	2,18	1,93	0,74	1,62	0,15
5. N <sub>30</sub> P <sub>180</sub> K <sub>60</sub>	2,25	1,99	0,69	1,64	0,17
6. N <sub>30</sub> P <sub>ф180</sub> K <sub>60</sub>	2,28	2,01	0,76	1,68	0,21
7. Известь 1 г. к. — фон	2,82	1,74	0,82	1,79	0,32
8. Фон + P <sub>90</sub>	2,76	2,09	0,86	1,90	0,43
9. Фон + N <sub>30</sub> P <sub>90</sub>	2,80	2,06	0,81	1,89	0,42
10. Фон + N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	2,73	2,03	0,79	1,85	0,38
11. Фон + N <sub>30</sub> P <sub>180</sub> K <sub>60</sub>	2,69	2,04	0,77	1,83	0,35
12. Фон + N <sub>30</sub> P <sub>ф180</sub> K <sub>60</sub>	2,67	1,95	0,86	1,83	0,36
НСР <sub>05</sub>	0,17	0,22	0,11	0,17	

Недостаток тепла в июле и августе отрицательно сказался на наливе семян. Масса 1000 семян в этом году по извести составила 118,6 г, что на 41,6 г и 32,4 г меньше, чем в 1974 и 1975 гг. Достоверные прибавки урожайности получены от применения фосфора и извести. На кислой почве хорошие результаты получены от применения фосфоритной муки. В среднем за три года фосфоритная мука, внесенная в равной дозе по действующему веществу, не уступала эффективности суперфосфата. Дополнительный чистый доход от её применения был в 2 раза выше, чем от простого суперфосфата.

На третий год действия минеральные удобрения на луговой черноземовидной почве в 1976 г. не оказали влияния на урожайность сои. Это связано с тем, что полное минеральное удобрение способствовало более интенсивному развитию вегетативной массы и увеличению периода вегетации сои. В 1977 и 1978 гг. также не отмечено положительного влияния удобрений на продуктивность растений (табл. 6.8).

Таблица 6.8

Последствие удобрений и извести на луговой черноземовидной почве на урожайность семян сои, т/га (второй год последействия)

Вариант опыта	1976 г.	1977 г.	1978 г.	Средняя за 3 года	
				урожайность	прибавка урожайности
1	1,83	2,22	2,27	2,11	—
2	1,93	2,14	2,32	2,13	0,02
3	1,73	2,25	2,39	2,12	0,01
4	1,49	2,17	2,26	1,97	-0,14
5	1,46	2,22	2,39	2,02	-0,09
6	1,69	2,21	2,17	2,02	-0,09
7	1,92	2,19	2,24	2,12	0,01
8	1,93	2,16	2,30	2,13	0,02
9	1,79	2,24	2,28	2,10	-0,01
10	1,76	2,15	2,27	2,06	-0,05
11	1,69	2,24	2,35	2,09	-0,02
12	1,71	2,015	2,03	1,96	-0,15
НСР <sub>05</sub>	0,39	0,16	0,36	0,30	

На бурой лесной глеевой почве порошковидный суперфосфат и фосфоритная мука, внесенные по 180 кг д. в./га повышали урожайность сои на 0,27 и 0,32 т/га по сравнению с вариантом, в котором суперфосфат вносился в дозе 90 кг  $P_2O_5$ . Максимальная урожайность семян сои (0,9 т/га) в 1977 г. получена от совместного последействия минеральных удобрений и извести. Урожайность сои увеличилась по отношению к контролю почти в 2 раза (табл. 6.9). В 1978 г. существенное влияние на урожайность сои оказало совместное применение извести и фосфорных удобрений. В отличие от предыдущего года фосфоритная мука оказала более слабое действие на урожайность, чем суперфосфат. Прибавка урожайности семян сои в варианте с фосфоритной мукой в дозе 180 кг д. в. составила 0,3 т/га, что на 0,1 т меньше, чем при внесении суперфосфата в эквивалентном количестве. При урожайности 0,5 т/га в контрольном варианте в среднем за 2 года минеральные удобрения на фоне извести дали прибавку урожайности 0,26–0,42 т/га.

*Таблица 6.9*

**Последействие удобрений и извести  
на бурой лесной глеевой почве на урожайность семян сои,  
т/га (второй год последействия)**

Вариант опыта	1977 г.	1978 г.	Среднее за 2 года	
			урожайность	прибавка урожайности
1	2	3	4	5
1	0,46	0,53	0,50	—
2	0,59	0,57	0,58	0,08
3	0,63	0,71	0,67	0,17
4	0,52	0,56	0,54	0,04
5	0,79	0,62	0,71	0,21
6	0,84	0,65	0,75	0,25

Продолжение таблицы 6.9.

1	2	3	4	5
7	0,62	0,70	0,66	0,16
8	0,73	0,79	0,76	0,26
9	0,73	0,79	0,76	0,26
1	2	3	4	5
10	0,79	0,81	0,80	0,30
11	0,90	0,93	0,92	0,42
12	0,82	0,83	0,83	0,33
НСР <sub>05</sub>	0,27	0,26	0,27	

При изучении влияния минеральных удобрений на фоне извести на формирование репродуктивных органов сои было установлено И. Г. Герщенко (1980), что виды и дозы минеральных удобрений оказывают влияние на формирование цветов, бобов и динамику налива семян сои. Погодные условия вегетационного периода играют решающую роль в формировании репродуктивных органов. Во все годы исследований положительное влияние на формирование семян сои оказывали фосфорные удобрения.

Симбиотические отношения сои с *Rhizobium Japonicum* в значительной мере ограничиваются влажностью почвы на глубине расположения клубеньков. За 4 года исследований только 2 года были относительно благоприятными. В годы с неблагоприятными условиями улучшение питательного режима способствует усилению симбиоза – увеличивает количество и массу клубеньков на 54 и 60% и более, значительно увеличивает долю активных клубеньков (В. Т. Николаева, 1955. С. 40-47).

Изучая отзывчивость сортов сои на внесение минеральных удобрений и извести, М. С. Кузьмин (1980) пришел к выводу, что на кислых почвах Амурской области существенно повысить урожайность всех сортов сои можно лишь при совместном применении извести и удобрений. Эффективность их внесения под среднеспелые сорта сои Амурская 310 и Янтарная ниже, чем под скороспелые. Более значительные при-

---

бавки урожайности семян при внесении извести и совместном применении извести и азотно-фосфорных удобрений (соответственно 33,8 и 50,7%) получены у скороспелого сорта Смена. Данный сорт обеспечивал получение такой же урожайности, как у среднеспелых, но созрел на неделю раньше.

Опыты по изучению видов и повышенных доз минеральных удобрений на фоне извести показали, что урожайность семян сои в контрольных вариантах существенно различались по годам.

Низкая урожайность сои в 1977 г. объясняется неблагоприятными погодными условиями летнего периода. Отмечено недостаточное количество влаги в почве во второй половине вегетации сои и пониженные температуры в августе и сентябре. В этих условиях выявлена высокая эффективность фосфорных и азотно-фосфорных удобрений на фоне извести. Максимальная прибавка урожайности сои в среднем за 2 года получена от внесения азотно-фосфорных удобрений. Практически такая же прибавка урожайности (0,19 т/га) получена от применения одинарной дозы фосфора –  $P_{90}$ . Применение повышенных доз минеральных удобрений и их сочетаний не способствовало дальнейшему росту урожайности.

Опытами установлено, что на бедных фосфором почвах основное фосфорное удобрение необходимо вносить на глубину 12–18 см, это обеспечивает посевы сои в фосфоре в период максимальной потребности. При мелкой заделке удобрения слабо используются соей, но способствуют интенсивному росту и развитию сорняков. Наиболее оптимальные условия фосфорного питания растений сои складываются, если по всей глубине пахотного слоя почвы содержится среднее количество  $P_2O_5$  – 36–55 мг/кг почвы (70–110 кг/га).

В 2015 г. на бурой лесной почве, содержащей 4 мг/кг  $P_2O_5$ , основное внесение аммофоса в дозе 200 кг/га обеспечило дополнительно семян сои 0,5 т/га. Если учесть, что при этом использовалось 6% фосфора от внесенного количества, можно рассчитывать на его последствие в течение 3–4 лет. Несмотря на высокую цену на удобрение, оно окупится за 2 года.

Потребность сои в калийных удобрениях проявляется только на легких почвах при содержании обменного калия менее 100 мг  $K_2O$  на 1 кг почвы. В этом случае хлорсодержащие калийные удобрения рекомендуется вносить с осени под зяблевую обработку почвы в дозе 30–60 кг/га (см. табл. 6.4).

### 6.3.2. Влияние длительного применения удобрений и извести на свойства почвы и урожайность сои

Длительное применение минеральных удобрений в стационарном полевом опыте оказывает существенное влияние на ряд агрохимических и биологических показателей луговой черноземовидной почвы. К концу десятой ротации пятипольного севооборота применение только одних азотных удобрений в среднегодовой дозе  $N_{24}$  приводило к снижению подвижного фосфора в пахотном слое почвы до 29 мг/кг, что в отдельные годы снижало урожайность культур севооборота. За пятидесятилетний период в среднем по трем закладкам опыта сформировалось три уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором: первый уровень содержания  $P_2O_5$  составляет менее 35 мг/кг, второй уровень – 36–55 мг/кг и третий уровень – более 56 мг  $P_2O_5$  на 1 кг почвы (см. рис. 4.1).

Содержание гумуса увеличилось относительно контроля на 0,21% при совместном применении минеральных и органических удобрений (см. табл. 4.2). Вместе с тем внесение повышенных доз удобрений ( $N_{42}P_{48}$  на 1 га севооборотной площади) увеличило показатель гидролитической кислотности на 0,4–0,5 мг-экв на 100 г почвы, обменной кислотности на 0,1 ед. рН. Некоторое увеличение содержания подвижного калия было при систематическом применении калийных удобрений, но более существенное превышение содержания  $K_2O$  относительно контроля (на 30 мг/кг почвы) отмечено в варианте с длительным применением органических и минеральных удобрений.

Длительное применение различных систем удобрений влияет на численность и состав микроорганизмов, в которые входят бактерии, грибы, простейшие и бактериофаги. Количество и состав микроорганизмов в почве зависит от её агрохимических, физико-химических свойств. В свою очередь микрофлора влияет на плодородие почвы и питание растений.

Из большого разнообразия биологических показателей луговой черноземовидной почвы существенные изменения произошли в содержании углерода микробной биомассы: увеличение на 10% по отношению к контролю при внесении азотно-фосфорных удобрений в дозе ( $N_{42}P_{48}$ ). При внесении азотно-фосфорных удобрений с навозом статистически достоверное увеличение нитрификационной способности почвы относительно контроля (10–18%).

Внесение извести из расчёта по 1 г. к. на фоне длительного применения минеральной системы удобрений снизило величину актуальной кислотности на 0,5–0,6 ед. рН, а на фоне органоминеральных удобрений – на 0,4 ед. рН по

---

сравнению с фоновыми вариантами. Обменная кислотность в варианте без внесения удобрений под действием извести уменьшилась на 0,4 ед. рН, а на фоне длительного применения удобрений – на 0,5 ед. рН, при этом реакция среды из группы среднекислая перешла в слабокислую. На третий год и последующие (5–6-й) последствие извести во всех вариантах опыта способствовало стабилизации обменной кислотности на уровне контрольного варианта (без внесения удобрений). Полученные результаты свидетельствуют о том, что более полное взаимодействие с почвой наступает на 3–4-й год после внесения извести. На неудобренном фоне известь в первый год действия снизила показатель гидролитической кислотности на 1,47 мг-экв. на 100 г почвы по сравнению с фоном (4,16 мг-экв. на 100 г почвы). На фоне длительного применения одних только азотных удобрений известь снизила показатель гидролитической кислотности на 2,07 мг-экв. на 100 г почвы. На фоне длительного применения азотно-фосфорных и органоминеральных удобрений гидролитическая кислотность снизилась на 1,39–1,48 мг-экв. на 100 г почвы. Известкование в первый год действия способствовало увеличению степени насыщенности луговой черноземовидной почвы основаниями во всех вариантах на 4–7% и на 7–8% в последующие годы. В первый год своего действия известь в вариантах без внесения и с применением одних азотных удобрений снижала содержание подвижного фосфора на 2–3 мг/кг почвы, а на фоне использования повышенных доз азотно-фосфорных и органоминеральных удобрений увеличила на 4–9 мг/кг по сравнению с фоновым вариантом. Известь на третий год действия на фоне длительного применения пониженных доз азотно-фосфорных ( $N_{24}P_{30}$ ) и повышенных доз органоминеральных удобрений ( $N_{42}P_{48}$  + навоз 4,8 т) увеличила содержание гумуса соответственно на 0,10 и 0,11% по сравнению с фоновыми вариантами.

Различные группы микроорганизмов по-разному реагировали на известкование луговой черноземовидной почвы. Внесение извести на фоне длительного применения минеральных и органоминеральных удобрений способствовало увеличению содержания углерода микробной биомассы на 97 мг/кг почвы по сравнению с фоновым вариантом. Возможно под действием извести происходит активизация микрофлоры, участвующей в процессе синтеза гумуса, что положительно влияет на его содержание в почве. В первый год действия известь в контрольном варианте и на фоне азотных удобрений способствовала увеличению нитрификационной способности почвы на 1,7 мг/кг  $N-NO_3$ . В последующие годы действие извести было незначительным.

Наиболее интенсивно процесс разложения соломы за 1 месяц экспозиции был отмечен при известковании на фоне длительного применения среднегодовой дозы азотно-фосфорных удобрений  $N_{24}P_{30}$  на 1 га севооборотной площади. Разложению подверглось на 1,7% соломы больше, чем в фоновом варианте.

На фоне применения повышенных доз минеральных удобрений ( $N_{42}P_{48}$ ) известкование практически не повлияло на активность целлюлозоразлагающих бактерий. Совместное действие извести и органоминеральных удобрений способствовало увеличению разложения целлюлозы, убыль массы соломы составила 22,9%, что на 0,5% больше по сравнению с фоновым вариантом.

Несмотря на существенные изменения агрохимических и биологических свойств почвы, под влиянием длительного применения удобрений это не сказалось должным образом на урожайности сои (табл. 6.11).

Таблица 6.11

Влияние длительного применения удобрений  
на урожайность сои, т/га

Вариант опыта	Вторая культура севооборота, 2008–2010 гг.		Четвертая культура севооборота 2010–2012 гг.	
	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю
Контроль (без удобрений)	1,80	–	2,40	–
$P_{30}$	1,83	0,03	2,37	-0,03
$N_{24}$	1,93	0,13	2,32	-0,08
$N_{24}P_{30}$	1,86	0,06	2,33	-0,07
$N_{24}P_{30}K_{24}$	1,71	-0,09	2,37	-0,03
$N_{42}P_{48}$	1,81	0,01	2,42	0,02
$N_{24}P_{30}$ + навоз 4,8 т	1,80	0	2,38	-0,02

В среднем за три года десятой ротации урожайность сои во втором поле севооборота колебалась по вариантам от 1,71 до 1,93 т/га. В четвертом поле севооборота при урожайности в контроле 2,40 т/га урожайность по вариантам варьировала в пределах 2,32–2,42 т/га.

Погодные условия вегетационного периода и общий уровень агротехники оказывают большое влияние на формирование урожайности культуры. Так, во втором поле севооборота в контрольном варианте разница в урожайности составила 0,66 т/га, а в четвертом поле – 1,05 т/га.

Во втором поле севооборота максимальная урожайность сои (2,48 т/га) получена при внесении органоминеральных удобрений ( $N_{30}P_{60}$  + навоз 4,8 т), а в четвертом поле – 2,64 т/га при внесении повышенной дозы удобрений ( $N_{42}P_{48}$ ).

В вегетационно-полевом опыте в среднем за два года исследований в варианте без применения удобрений и извести урожайность сои составила 2,15 т/га. Длительное применение одних только азотных удобрений снизило урожайность сои на 0,20 т/га, а внесение извести в этом варианте привело к снижению урожайности на 0,39 т/га по сравнению с вариантом без применения удобрений. Это связано с низким содержанием доступного фосфора в почве, недостаток которого негативно сказался на росте и развитии растений сои. По данным структурного анализа растений, установлено, что растения сои на фоне внесения одних только азотных удобрений были самыми низкорослыми, имели меньшее количество бобов и семян.

Непосредственное внесение под сою фосфорных удобрений в дозе  $P_{60}$  обеспечило прибавку урожайности семян 0,12 т/га (табл. 6.12).

Таблица 6.12

**Влияние извести на фоне длительного применения удобрений на урожайность семян сои, 2006–2007 гг.**

Длительное применение удобрений (фактор А)	Внесено удобрений под культуру	Урожайность, т/га		
		Без извести	С известью 5,5 т/га (фактор Б)	В среднем по фактору А
1	2	3	4	5
Без удобрений	0	2,15	2,00	2,07
$N_{24}$	0	1,95	1,76	1,86

Продолжение таблицы 6.12

1	2	3	4	5
$N_{24}P_{30}$	$P_{60}$	2,27	2,24	2,26
$N_{42}P_{48}$	$N_{30}P_{60}$	2,45	2,43	2,44
$N_{24}P_{30}$ + навоз 4,8 т	$N_{30}P_{60}$ + навоз 12 т	2,55	2,83	2,69
Среднее значение	—	2,27	2,25	2,26
НСП <sub>05</sub> частных 0,30; НСП <sub>05</sub> фактор А 0,11; НСП <sub>05</sub> фактор Б 0,07				

Внесение такой же дозы фосфорных удобрений совместно с азотом ( $N_{30}P_{60}$ ) увеличило урожайность сои на 0,30 т/га по сравнению с вариантом, где удобрения не применялись. Максимальная урожайность сои получена на фоне длительного применения органоминеральных удобрений. Прибавка составила 0,40 т/га при внесении удобрений и 0,68 т/га при совместном применении удобрений и извести по сравнению с вариантом без удобрений.

### 6.3.3. Припосевное внесение удобрений

Для повышения эффективности минеральных удобрений и коэффициента использования элементов питания посев сои необходимо проводить с одновременным внесением в рядки по 20–30 кг/га д. в. двойного гранулированного суперфосфата, аммофоса или другого сложного удобрения. При более высоких дозах припосевого удобрения всхожесть семян снижается на 18–30%, задерживается появление всходов, что приводит к неравномерному развитию растений, снижению их урожайности и интенсивному развитию сорняков.

В течение многих лет изучалось также припосевное удобрение сои. Было установлено, что внесение фосфора в дозе  $P_{15}$  обеспечивает прибавку урожайности 0,2 т/га (В. Т. Куркаев, 1962. 23 с.; Г. К. Шелевой, В. Т. Куркаев, 1971. 92 с.). В наших опытах по сравнительной эффективности аммофоса и двойного гранулированного суперфосфата на луговой черноземовидной почве в среднем за 3 года суперфосфат дал прибавку 0,12, аммофос – 0,23 т/га (табл. 6.13).

Таблица 6.13

**Эффективность применения аммофоса под сою  
на луговой черноземовидной почве**

Вариант опыта	Урожайность семян сои по годам, т/га			Средняя за три года	
	1973	1974	1975	урожайность	прибавка урожайности
Контроль	1,95	1,49	1,96	1,80	—
P <sub>30</sub>	2,03	1,63	2,10	1,92	0,12
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	2,12	1,78	2,03	2,03	0,23
HCP <sub>05</sub>	0,14	0,14	0,06		

Следует отметить, что припосевное фосфорное удобрение в отличие от прошлых лет вносилось сбоку рядка сои на 6 см и ниже семян на 1–3 см.

В 2015 г. на лугово-бурой почве была проведена производственная проверка эффективности применения высококонцентрированного аммофоса (N<sub>12</sub>P<sub>52</sub>) в дозе 40 кг/га удобрения. При содержании P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в почве 14–19 мг/кг урожайность семян повысилась на 0,16–0,18 т/га, условно чистый доход составил 1600–2200 руб. /га.

#### 6.3.4. Приём подкормки сои

В период вегетации посеы сои могут испытывать недостаток того или иного элемента, который можно восполнить с помощью корневой или в некорневой подкормки.

Раннюю подкормку посевов сои азотом целесообразно проводить на позднеспелых и среднеспелых сортах при обработке их листовыми гербицидами. В 2008 г. было установлено, что дозы мочевины 43 и 65 кг/га (N<sub>20</sub> и N<sub>30</sub>) в баковой смеси с гербицидом Пульсар в дозе 0,9 л/га и расходом рабочего раствора 200 л/га приводили к сильным ожогам листьев сои. На позднеспелом сорте Марината при внесении N<sub>5</sub> и N<sub>10</sub> получена тенденция к повышению урожайности семян на 0,08 т/га (табл. 6.14). По среднеспелому сорту Нега 1 получена существенная прибавка урожайности – 0,13 т/га.

Таблица 6.14

**Влияние внекорневой подкормки  
на урожайность сортов сои, т/га**

Вариант опыта	Сорт сои Марината			Сорт сои Нега 1			Сорт сои Лидия		
	уро-жай-ность	прибавка урожайности		уро-жай-ность	прибавка урожайности		уро-жай-ность	прибавка урожайности	
		1	2		1	2		1	2
Контроль	0,86	–	–	1,02	–	–	1,27	–	–
Пульсар 0,9 л/га	1,12	0,26	–	1,55	0,53	–	1,46	0,19	–
Пульсар 0,9 л/га + N <sub>5</sub>	1,20	0,34	0,08	1,59	0,57	0,04	1,46	0,19	–
Пульсар 0,9 л/га + N <sub>10</sub>	1,20	0,34	0,08	1,68	0,66	0,13	1,47	0,20	0,01
Пульсар 0,9 л/га + N <sub>20</sub>	1,15	0,29	0,03	1,55	0,53	0,0	1,45	0,18	-0,01
Пульсар 0,9 л/га + N <sub>30</sub>	1,04	0,18	-0,08	1,53	0,51	-0,02	1,35	0,08	-0,11
НСР <sub>05</sub>	0,11			0,12			0,16		
Примечание: 1 – общая прибавка урожайности, 2 – прибавка урожайности от удобрений									

В 2009–2010 гг. применение этих доз мочевины в баковой смеси с гербицидом Пульсар в два срока – первый тройчатый лист и три настоящих листа – позволило получить следующие результаты (табл. 6.15).

Таблица 6.15

Влияние срока внесения мочевины на урожайность сои,  
т/га, 2009–2010 гг.

Вариант опыта	Сорт сои Марината			Сорт сои Нега 1			Сорт сои Лидия		
	уро-жай-ность	прибавка урожайности		уро-жай-ность	прибавка урожайности		уро-жай-ность	прибавка урожайности	
		1	2		1	2		1	2
Контроль	2,12	-	-	1,58	-	-	1,70	-	-
Пульсар 0,9 л/га*	2,54	0,42	-	2,25	0,67	-	2,17	0,47	-
Пульсар 0,9 л/га* + N <sub>5</sub>	2,72	0,60	1,8	2,32	0,74	0,07	2,23	0,53	0,06
Пульсар 0,9 л/га* + N <sub>10</sub>	2,66	0,54	1,2	2,44	0,86	0,19	2,22	0,52	0,05
Пульсар 0,9 л/га**	2,64	0,52	-	2,30	0,72	-	2,05	0,35	-
Пульсар 0,9 л/га** + N <sub>5</sub>	2,62	0,50	00,02	2,29	0,71	-0,01	2,03	0,33	-0,02
Пульсар 0,9 л/га** + N <sub>10</sub>	2,59	0,47	-0,05	2,34	0,76	0,04	1,97	0,27	-0,08
НСР <sub>05</sub>	0,18			0,17			0,17		

Примечание: \* обработка в фазу первого тройчатого листа; \*\* обработка в фазу три настоящих листа; 1 – общая прибавка урожайности, 2 – прибавка урожайности от удобрений

На позднеспелом сорте Марината существенная прибавка урожайности семян сои получена от применения  $N_5$  в фазу первого тройчатого листа. В этом варианте получена максимальная урожайность сои – 2,72 т/га. По среднеспелому сорту сои Нега 1 максимальная урожайность семян получена в варианте внесения Пульсара 0,9 л/га +  $N_{10}$  (2,44 т/га) в фазу первого тройчатого листа. По скороспелому сорту сои Лидия внесение мочевины в подкормку было неэффективным.

Более поздние подкормки сои целесообразно проводить на основании данных анализов растительной диагностики, которые выполняют с применением приборов ОП-2, шкалы Магницкого или лаборатории функциональной диагностики «Аквадонис».

Для диагностики минерального питания сои лучшими индикаторными органами являются листья. Наиболее подходящими соединениями для диагностики азотного и фосфорного питания сои являются нитратный азот и неорганический фосфор, определяемые в 2%-й уксусно-кислой вытяжке по методу Магницкого. Диагноз азотного питания сои во второй половине вегетации лучше проводить по содержанию амидного азота, так как нитраты к этому времени восстанавливаются до связанных форм азота.

Для контроля питания сои в период вегетации были определены нормальные уровни содержания элементов питания (табл. 6.16).

Таблица 6.16

**Нормальные уровни содержания  
элементов питания в листьях сои в фазу цветения  
при урожайности 2,0–2,5 т/га**

Элемент	В % на сухое вещество	Элемент	В мг на 100 г сухого вещества
N	3,8–4,9	N нитратный	120–220
$P_2O_5$	0,6–0,8	N амидный	150–190
$K_2O$	2–3	P неорг.	400–560
CaO	1,4–2,2	Сульфаты	100–200
Mg	0,4–0,7	Mg неорг.	420–560

На основании данных анализа клеточного сока листовых черешков сои можно установить необходимость в подкормке в различные фазы развития сои. Подкормка будет эффективна, если содержание соответствующего элемента меньше нормы (табл. 6.17). С целью производственной проверки этого метода было проведено обследование посевов сои на площади 21 тыс. га. Недостаток фосфора был обнаружен на площади 14,7 тыс. га и азота на площади 6,3 тыс. га. Внекорневые подкормки фосфором с помощью авиации были проведены на площади 6,7 тыс. га. Учет эффективности подкормок показал, что их проведение оказывает положительное влияние на урожайность сои. Прибавка урожайности семян составила от 0,2 до 0,37 т/га.

*Таблица 6.17*

**Нормальный состав клеточного сока черенков  
листьев сои в фазы развития**

Черешки	Фаза развития	Содержание в 1 кг клеточного сока, мг		
		Азот	Фосфор	Калий
Второй – третий	Третий тройчатый лист	200–300	24–40	2000–3000
Третий – четвертый	Цветение	250–375	40–60	2500–3000
Пятый	Бобообразование	100–200	60–90	3000–4000
Пятый – шестой	Налив семян	0–50	70–80	3000–4000

При высоком уровне земледелия возможно применение жидких удобрений с учетом результатов растительной диагностики. Из эффективных средств, представленных на рынке удобрений для внекорневых подкормок, можно выделить перспективную новинку – многофункциональное жидкое фосфорно-калийное удобрение Нутри-Файт РК производства немецкой компании «Agroplanta». Оно предназна-

чено для проведения внекорневых подкормок и содержит 28%  $P_2O_5$  в форме фосфита  $PO_3$  и 26%  $K_2O$ . Фосфор в этой форме хорошо усваивается листом и быстро распределяется по органам растения, активизируя вторичный обмен веществ. Нутри-Файт рекомендуется вносить вместе со Спартаном – кондиционером для воды, который оптимизирует её жесткость, повышает проникновение действующих веществ, улучшает смачивание листа и прилипание, повышает стойкость к смыванию, сокращает расход рабочей жидкости на единицу площади. На сое обработку этим удобрением можно совмещать с внесением средств защиты растений.

Во ВНИИ сои препарат Нутри-Файт в 2013 г. испытывали на скороспелом сорте сои Лидия. В условиях повышенной влажности почвы обработка посевов препаратами Спартан + Нутри-Файт способствовала активному оттоку пластических веществ из листьев в бобы и более быстрому созреванию сои, что обеспечило получение невысокой, но статистически достоверной прибавки урожайности. При внекорневой подкормке в первый срок прибавка урожайности относительно контроля составила 0,09 т/га, во второй – 0,13 т/га (табл. 6.18). Отмечена тенденция увеличения (на 1%) содержания протеина.

*Таблица 6.18*

**Влияние препарата Нутри-Файт на урожайности сои, т/га**

Варианты опыта	Урожайность сои	Прибавка урожайности к контролю
Контроль (без обработки препаратом)	1,74	–
Спартан + Нутри-Файт, в фазе 4–6 листьев	1,83	0,09
Спартан + Нутри-Файт через 11 дней после первой обработки	1,87	0,13
НСР <sub>05</sub>	0,09	

В семидесятые годы в ряде стран выявлен недостаток для сои серы в почвах. С помощью растительной и почвенной диагностики недостаток этого элемента был обнаружен нами и в почвах Амурской области. В связи с этим были проведены полевые опыты по изучению эффективности элементарной серы и других удобрений под сою в качестве основного удобрения.

Изучалось влияние дополнительного внесения к фону  $N_{30}P_{60}$  серы, магния и кальция соответственно в дозах 100, 25 и 100 кг/га д. в. Как показали результаты исследований, элементарная сера оказывает существенное влияние на урожайность сои (табл. 6.19). В благоприятные по климатическим условиям 1970, 1971 и 1973 гг. прибавка урожайности от серы составила 0,36–0,40 т/га. В среднем за 4 года сера повысила урожайность сои на 0,18 т/га по сравнению с вариантом, где вносились азотно-фосфорные удобрения.

В 1972 г. в условиях переувлажнения содержание сульфатов в почве и растениях было незначительным, несмотря на внесение элементарной серы, которая является медленно растворимым удобрением. В этом году не отмечено её эффективности (М. Д. Салтанов и др. 1978. С. 19-26).

На бурой лесной почве влияние элементарной серы на продуктивность сои изучалось на фоне полного минерального удобрения –  $N_{30}P_{90}K_{60}$ . Эффективность серы, кальция и магния на данном типе почв представлена в табл. 6.20.

Таблица 6.19

**Влияние серы на урожайность сои  
на луговой черноземовидной почве, т/га**

Показатель	Вариант опыта					
	контроль	NP	NPS	NPMg	NPMgS	NPMgCaS
1	2	3	4	5	6	7
1969 г.						
Урожайность сои	1,04	1,09	1,41	–	–	–
Прибавка урожайности		0,05	0,37	–	–	–

Продолжение таблицы 6.19

1	2	3	4	5	6	7
1970 г.						
Урожайность сои	2,37	2,44	2,77	2,56	2,75	2,79
Прибавка урожайности	—	0,07	0,40	0,19	0,38	0,42
1971 г.						
Урожайность сои	2,07	2,23	2,44	2,29	2,32	2,25
Прибавка урожайности	—	0,16	0,37	0,22	0,25	0,18
1972 г.						
Урожайность сои	1,13	1,17	1,16	1,19	1,08	1,17
Прибавка урожайности	—	0,04	0,03	0,06	-0,05	0,04
1973 г.						
Урожайность сои	1,88	2,04	2,24	2,12	2,26	2,19
Прибавка урожайности	—	0,16	0,36	0,24	0,38	0,31
Среднее за 1969–1973 гг.						
Урожайность сои	1,86	1,97	2,15	2,04	2,10	2,10
Прибавка урожайности	—	0,11	0,29	0,18	0,24	0,24
НСР <sub>ос</sub> 0,13 (1969 г.); 0,10 (1970 г.); 0,31 (1971 г.); 0,08 (1972 г.); 0,12 (1973 г.)						

Таблица 6.20

**Влияние серы, кальция и магния на урожайность сои  
и её качество**

Вариант опыта	Урожай- ность сои, т/га	Прибавка урожайности, т/га	Сырой протеин	Жир
			%	
1971 г.				
Контроль	1,03	—	34,4	19,6
$N_{30}P_{90}K_{60}$	1,39	0,36	35,1	19,8
$N_{30}P_{90}K_{60}S_{100}$	1,59	0,56	36,4	19,8
$N_{30}P_{90}K_{60}Ca_{200}$	1,42	0,39	35,4	19,9
$N_{30}P_{90}K_{60}Ca_{200}S_{100}$	1,67	0,64	35,9	20,0
$N_{30}P_{90}K_{60}Ca_{200}S_{100}Mg_{25}$	1,75	0,72	36,0	20,1
НСР <sub>05</sub>	0,14			
1972 г.				
Контроль	0,41	—	33,2	19,8
$N_{30}P_{90}K_{60}$	0,74	0,33	33,5	19,9
$N_{30}P_{90}K_{60}S_{100}$	1,00	0,59	34,1	20,0
$N_{30}P_{90}K_{60}Ca_{200}S_{100}Mg_{25}$	1,11	0,70	34,4	20,0
НСР <sub>05</sub>	0,09			

На данном типе почвы сера повышала урожайность сои, по отношению к фону NPK на 0,20–0,26 т/га. Сера в меньшей степени влияла на прирост сухой массы растений, чем азотно-фосфорные удобрения и калий, но в большей степени на абсолютную массу зерна и массу клубеньков (М. Д. Салтанов, Г.А Целковский, 1976. С. 58-68).

В отдельные годы положительное влияние на урожайность сои оказывали магниевые удобрения. На луговой черноземовидной почве в 1970 г. магний повысил урожайность сои на 0,12 т/га по сравнению с фоном NP. В среднем за 4 года повышение урожайности составило 0,07 т/га. По данным Г. А. Целковского (1978), Mg повысил урожайность сои на 0,08 т/га по сравнению с фоном NPK и на 0,11 т/га – с фоном NPKCaS.

Применение Са в дозах 100 и 200 кг/га не оказало существенного влияния на урожайность сои. В литературе есть упоминания, что соотношение Са и Mg в питании различных культур должно быть определенным. Поэтому в условиях вегетационного опыта мы определяли, какое соотношение этих элементов оптимальное для сои. Результаты опыта представлены в таблице 6.21.

Таблица 6.21

Влияние соотношения СаО и MgО на урожайность сои, г/сосуд

Вариант опыта	Зерно		Солома	
	урожайность	прибавка урожайности	урожайность	прибавка урожайности
НРКСаО 1 г. к.	18,4	—	17,7	—
НРКСаО 0,75 г. к. + MgO 0,25 г. к.	19,7	1,3	18,0	0,3
НРКСаО 0,5 г. к. + MgO 0,5 г. к.	20,9	2,5	18,4	0,7
НРКСаО 0,25 г. к. + MgO 0,75 г. к.	19,7	1,3	17,5	-0,20
НРKMgO 1 г. к.	20,7	2,3	18,5	0,8
НСР <sub>05</sub>	2,5		2,0	

Кальций и магний, внесенные в различном соотношении, не оказали влияние на урожайность соломы, но оказали существенное влияние на формирование семян. Увеличение урожайности на 13,6% получено при соотношении Са и Mg, как 1:1, внесенных по половине гидролитической кислотности кальция и магния.

В Биолого-почвенном институте была выявлена эффективность шламов борно-кислотного производства (борогипса) Приморского объединения «Бор» под овощи и полевые культуры. Нами в условиях Приамурья в 1978–1980 гг. проведены опыты по изучению влияний борогипса на урожайность сои (Г. К. Шелевой, 1983, С. 56-64).

Полевые опыты проводили на двух типах почв: луговой черноземовидной – южная зона Амурской области и бурой лесной глеевой – центральная и северная зоны.

В 1978 г. испытывали борогипс и элементарную серу в дозе 100 кг/га (табл. 6.22). На луговой черноземовидной почве действие фонового удобрения (аммофоса) проявилось слабо, в варианте с элементарной серой получена тенденция к повышению урожайности семян. На бурой лесной глеевой почве в центральной зоне были эффективны как борогипс, так и элементарная сера.

Таблица 6.22

**Урожайность сои в зависимости от внесения минеральных и серосодержащих удобрений, т/га**

Вариант опыта	Луговая черноземовидная почва (южная зона)		Бурая лесная глеевая почва			
			Центральная зона		Северная зона	
	1	2	1	2	1	2
Контроль (без удобрений)	2,18	-	0,75	-	0,97	-
N <sub>25</sub> P <sub>90</sub> – фон	2,10	-0,08	0,96	0,21	1,09	0,12
Фон + S <sub>100</sub> элемент	2,34	0,16	1,19	0,44	1,19	0,22
Фон + S <sub>100</sub> борогипс	2,19	0,01	1,15	0,40	1,17	0,20
НСР <sub>05</sub>	0,2		0,22		0,3	
Примечание: 1 – урожайность сои, 2 – прибавка урожайности						

Прибавка урожайности от применения элементарной серы составила 0,44 т/га, а от борогипса – 0,40 т/га.

Изучение доз борогипса показало, что наиболее приемлемая доза составляет 50 кг/га серы (табл. 6.23).

Таблица 6.23

Влияние доз борогипса на урожайность сои, т/га (1979–1980 гг.)

Вариант опыта	Южная зона Амурской области			Центральная зона Амурской области		
	урожай- ность	прибавка урожайности		урожай- ность	прибавка урожайности	
		т/га	%		т/га	%
Контроль (без удобр.)	1,60	–	–	0,42	–	–
N <sub>25</sub> P <sub>90</sub> – фон	1,73	0,13	8,1	0,47	0,05	11,9
Фон + S <sub>50</sub>	1,90	0,30	18,8	0,52	0,10	23,8
Фон + S <sub>100</sub>	1,81	0,21	13,1	0,51	0,09	21,4
Фон + S <sub>200</sub>	1,81	0,21	13,1	0,52	0,10	23,8
НСР <sub>05</sub>	0,30			0,12		

Исследования в вегетационном опыте показали, что на сильно кислой почве эффективность борогипса значительно повышается при её известковании (табл. 6.24).

Таблица 6.24

Урожайность сои на бурой лесной глеевой почве при внесении серы и борогипса, г/сосуд

Вариант опыта	Урожай- ность сои	Прибавка урожайности
P <sub>200</sub> мг/кг – фон	28,7	–
Фон + известь 1 г.к.	29,0	0,3
Фон + известь 1 г.к. + сера 100 мг/кг	29,4	0,7
Фон + известь 1 г.к. + борогипс 100 мг/кг	31,6	2,9
НСР <sub>05</sub>	0,18	

Достоверная прибавка урожайности семян сои получена только при внесении борогипса на фоне извести. Восполнение недостатка серы на Дальнем Востоке из местных источников возможно только за счет двух

форм: элементарной серы (месторождение о-ва Итуруп) и гипса (отходы ППО «Бор»). Академик П. А. Баранов (1969) в связи с этим писал: «Если сера способна повышать, как выяснилось, помимо урожая ещё и качество продукции (холодостойкость, белковость и др.), то трудно будет переоценить значение специальных мер по снабжению сибирских и дальневосточных почв серой, хотя бы в форме гипса».

Для диагностирования необходимости применения серных удобрений предлагаются вытяжка и шкала, рекомендованные ЦИНАО. При определении сульфатной серы с помощью  $I_n$  HCl низкая обеспеченность почвы серой составляет до 3 мг/кг, оптимальная – 6–12 мг и высокая – более 12 мг/кг почвы.

### 6.3.5. Бактериальные и микроудобрения

Необходимость применения микроудобрений обусловлена потребностью растений в микроэлементах и низким содержанием их в почвах. По данным Д. Н. Костикова (1975), почвы Зейско-Буреинской равнины различаются по содержанию валовых форм микроэлементов (табл. 6.25).

Таблица 6.25

#### Степень обеспеченности микроэлементами почв Амурской области

Почвы	Элементы				
	Mo	Mn	Co	Zn	B
Луговая черноземовидная	низкая	средняя	низкая	средняя	высокая
Луговая глеевая	низкая	очень высокая	низкая	средняя	высокая
Бурая лесная	низкая	средняя	низкая	средняя	средняя
Аллювиальная	низкая	высокая	низкая	высокая	низкая

В соево-зерновых севооборотах особое значение имеет применение молибденовых удобрений в сочетании с нитрагином под сою. Потребность сои в азоте очень велика, и чтобы её обеспечить, семена необходимо обрабатывать молибденом, участвующим в связывании азота воздуха, и нитрагином, приготовленным на основании активных штаммов клубеньковых бактерий. В связи с тем, что все почвы Амурской области содержат низкое количество подвижного молибдена – 0,07–0,20 мг/кг по-

чвы, обработка семян сои раствором молибдена – обязательный агроприём. Обработка 1 т семян 6–8 литрами раствора, содержащего 250–500 г молибдата аммония, повышает урожайность семян на 0,2–0,6 т/га и увеличивает содержание белка в сое на 3–5 %. Многолетние исследования показали, что в Амурской области наиболее эффективно совместное применение молибдена и жидкого нитрагина. Доза микроэлемента при этом снижается до 150–160 г на 1 т семян.

Ещё в древние времена земледельцы заметили, что некоторые бобовые культуры могут обогащать почву азотом. Оказалось, что специфические клубеньковые бактерии вступают во взаимовыгодные отношения с растением-хозяином и улучшают режим его азотного питания за счет фиксации этого элемента из воздуха. Поэтому в течение последних 100 лет прилагаются усилия регулирования азотного питания бобовых культур с помощью бактериальных препаратов.

Соя веками приспособилась к использованию биологического (симбиотического) азота, поэтому она слабо отзывается на внесение минерального азота. Правильное использование особенности сои – питание растений дешевым азотом атмосферы вместо минерального азота – резко снижает экономические затраты и не вызывает загрязнения окружающей среды.

Во Всероссийском НИИ сои выделено несколько десятков активных штаммов клубеньковых бактерий сои, которые могут быть использованы в производстве для предпосевной обработки семян.

Бактериальное удобрение – жидкий нитрагин, разработанный в ФГБНУ ВНИИ сои и зарегистрированный под названием БиоБеСтА, обладает комплексом следующих положительных свойств:

- безвреден для человека, животных, растений и насекомых;
- повышает урожайность семян сои на 0,07–0,24 т/га и содержание белка в семенах на 1–3%;
- повышает энергию прорастания и всхожесть семян сои;
- задерживает развитие грибной и бактериальной микрофлоры на семенах;
- по эффективности может быть эквивалентен 60–80 кг минерального азота на 1 га;
- при систематическом применении этого препарата снижается вынос почвенного азота и улучшает плодородие почв.

Применять нитрагин наиболее эффективно в сочетании с молибденом (табл. 6.26). По данным других авторов (В. И. Рафальский и др., 1972.

124 с.; В. И. Голов, 2004. 316 с.), прибавки урожайности сои от применения молибденового удобрения на луговой черноземовидной почве колебались от 0,06 до 0,99 т/га.

*Таблица 6.26*

**Влияние молибдена и нитрагина на урожайность сои, т/га**

Вариант опыта	Годы проведения опытов							
	1961		1962		1972–1979		2004	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	2,05	-	1,73	-	1,30	-	1,12	-
Молибден	2,39	0,34	1,96	0,23	1,41	0,11	1,45	0,33
Молибден + нитрагин	2,88	0,83	2,12	0,39	1,60	0,30	1,56	0,44

Примечание: 1 – урожайность сои, 2 – прибавка урожайности

Процесс азотфиксации клубеньковыми бактериями в большей степени зависит от обеспеченности растений молибденом, фосфором и другими элементами питания.

Способ применения бактериально-молибденовой смеси следующий:

Получение маточного раствора молибдена: 3 кг молибдата аммония растворяют в 10 л горячей воды.

Получение рабочего раствора молибдена: маточный раствор молибдена выливают в 200-литровую емкость и доливают водой до 180 л.

Получение бактериально-молибденовой смеси: в день посева в рабочий раствор молибдена вносят 2 л нитрагина и перемешивают. Приготовленной смесью опрыскивают семена сои из расчета 6–8 л на 1 т.

Проведенные испытания различных способов внесения молибденового удобрения (внесение в почву, внекорневая подкормка, опудривание семян) на Амурской государственной сельскохозяйственной опытной станции показали, что применение его путем смачивания семян является наиболее эффективным.

Внесение молибдата аммония непосредственно в почву следует признать непригодным методом, так как при этом следует дозу увеличить почти в 100 раз на единицу площади, а прибавка урожайности, как правило, бывает ниже, чем при смачивании семян. По этой же причине нельзя

признать рентабельным внесение молибденового удобрения при посеве в рядки, так как в этом случае дозу необходимо увеличить в 15–20 раз. Внесение молибдена путем внекорневой подкормки было менее эффективным по сравнению со смачиванием семян. Это объясняется тем, что при опрыскивании растений они получают молибден поздно, поскольку применять его можно только при достаточно развитой листовой поверхности, то есть не раньше цветения. Кроме того, следует отметить, что этот метод более трудоемкий (В. И. Голов, 2004. 316 с.). При внекорневой подкормке сои молибденом прибавка урожайности семян неустойчивая – 0,04–0,10 т/га (А. В. Щегольков, 2017. 22 с.).

Из других микроэлементов, в среднем за 4 года кобальт повышал урожайность сои на 0,1 т/га, бор – на 0,14 т/га, а их совместное применение обеспечило прибавку 0,22 т/га (Д. Н. Костиков, 1976. С. 59-65). Особенно эффективным было внесение борных удобрений на фоне извести. В полевых опытах эффективным было использование бора в форме борогипса при известковании кислых бурых лесных глеевых почв.

#### **6.4. Производство семян и подготовка их к посеву**

В комплексе мероприятий, обеспечивающих получение высокой урожайности сои важная роль принадлежит семенам. Чтобы добиться потенциальной продуктивности сорта и получить качественные семена, необходимо строго соблюдать сортовую технологию возделывания культуры. Для семенных посевов в системе севооборота выделяют наиболее плодородные поля, чистые от сорняков. Размещают сою по лучшим предшественникам, избегая размещения сои по сое и другим бобовым культурам.

Приёмы основной и предпосевной обработки почвы, ухода за посевами необходимо проводить в оптимальные сроки и с высоким качеством. Семенные посевы сои следует размещать в подготовленную с осени почву по типу полупара. Основная обработка должна проводиться на глубину пахотного слоя – 20–22 см. На тяжёлых почвах с пахотным слоем 14–16 см нужно проводить рыхление подпахотного слоя, это улучшает водопроницаемость почвы, способствует более глубокому проникновению в почву корней и стабилизации обеспеченности растений влагой.

Весна в Амурской области, как правило, засушливая, поэтому с целью сохранения влаги в обязательном порядке осенью нужно проводить выравнивание почвы боронованием, а весной – ранневесеннее боронование. Боронование необходимо проводить и до всходов, и по всходам, что позволяет наряду с сохранением влаги обеспечить равномерность и чистоту посевов.

---

Получить полноценные семена сои по химическому составу можно только при сбалансированном минеральном питании растений. Содержание подвижного фосфора по всей глубине пахотного слоя должно быть 36–55 мг/кг, что соответствует средней обеспеченности почв  $P_2O_5$ . При посеве необходимо применять аммофос в дозе 20–25 кг д. в. на гектар.

Посев сои должен проводиться в биологические оптимальные сроки при ширине междурядий 20–30 см и оптимальной норме высева. Для большинства сортов, созданных ВНИИ сои, оптимальная площадь питания составляет 180–225 см<sup>2</sup>, хотя для отдельных сортов, например Нега 1, требуется большая площадь (240–245 см<sup>2</sup>).

Качество семян сои зависит не только от их условий и технологии выращивания, но и в значительной мере от уборки и послеуборочной обработки (А. И. Коноплев, 1977. С. 101-104). Уборке семенных участков необходимо уделять особое внимание. Она проводится при влажности семян 14–16% и плюсовых температурах. Это обеспечивает их минимальное дробление и повреждение. Регулировку молотильного аппарата комбайна необходимо настраивать так, чтобы происходил полный вымолот бобов и минимальное повреждение зерна. Поэтому режимы работы молотилки не могут быть одинаковыми не только в течение уборки, но и в течение одного дня.

Послеуборочная подработка семян сои, проводимая на специализированных поточных зерноочистительных линиях, приводит к значительному повреждению и травмированию. Наиболее повреждающее воздействие из применяемых в послеуборочной обработке машин оказывают шнеки и норрии.

На количество и степень повреждений большое влияние оказывают влажность зерна и температура воздуха. Как низкая, так и высокая влажность способствуют увеличению количества повреждений: при низкой влажности – за счёт дробления, при высокой – за счёт микроповреждений. При влажности 13–14% общее количество механических повреждений получается минимальным.

На зимнее хранение семена сои должны засыпаться с влажностью не более 14 %. Высота насыпи при этом должна быть 1,5–2,0 м.

Для посева следует использовать крупное, хорошо отсортированное и выровненное зерно с высокой всхожестью (В. М. Конечный и др., 1970. 24 с.). На основании данных полевых опытов А. И. Громова (1977) пришла к выводу, что урожайные качества семян сои во фракциях различной крупности зависит в первую очередь от процентного соотношения внутри каждой фракции семян различных сроков формирования, а во вторую – от

их веса. Наиболее урожайны фракции, состоящие из первых семян, даже при меньшем их весе. Автор заключает, что основными условиями, определяющими урожайные качества семян крупной фракции у сои, являются, во-первых, соотношение во фракции групп семян в зависимости от времени формирования на родительском растении; во-вторых, величина семян, определяющая потенциальный запас питательных веществ для зародыша и величину зародыша; в-третьих, однородность семян, обеспечивающая выровненность стеблестоя посева, а, следовательно, и возможность реализации каждым растением своих урожайных свойств; в-четвёртых, содержание инфекционных начал.

Весной обязательно проверяют качество посевного материала. Семена должны быть хорошо выполненными, с высоким удельным весом, без карантинных сорняков, живых вредителей и их личинок, повреждающих сою, в полной мере отвечать требованиям стандарта на сортовые и посевные качества (В. А. Тильба и др., 2014. 174 с.). Сортовые и посевные качества семян представлены в таблице 6.27. Обеззараживание семян сои фунгицидами предупреждает развитие многих болезней. Протравливать семена можно заранее или перед посевом. Наибольший эффект дает заблаговременное протравливание семян – за 1,5–2 месяца до посева. Влажность семян после протравливания не должна превышать 15–16%, поэтому необходимо строго соблюдать рекомендованные нормы препаратов и расхода рабочей жидкости (6–8 л/т семян), тщательно проводя регулировку протравочных машин.

*Таблица 6.27*

**Сортовые и посевные качества сои (ГОСТ Р 52325-2005)**

Категория семян	Сортовая чистота, %, не менее	Чистота семян, %, не менее	Содержание семян других растений, шт./кг, не более		Влажность, %, не более	Всхожесть, %, не менее
			Всего	В том числе сорных		
ОС	99,5	98,0	10	5	14,0	87
ЭС	99,5	98,0	10	5	14,0	87
РС	98,5	96,0	15	8	14,0	82
РСт	98,0	95,0	25	15	14,0	80

Кроме, того необходимо тщательно очистить машину от препаратов, использованных для обработки семян зерновых культур.

Обязательным агроприёмом на почвах Приамурья является предпосевная обработка семян сои раствором молибденового микроудобрения в сочетании с жидким нитрагином, приготовленным на основе активных штаммов клубеньковых бактерий. Для протравливания семян сои используются протравители ПС-10А, «Мобитокс» или ПСШ-5.

### 6.5. Посев сои

Посев – важный агроприем, от своевременного и качественного выполнения которого зависят состояние и продуктивность как отдельных растений, так и в целом фитоценоза на поле. Основная задача посева – обеспечение дружных равномерных всходов, соблюдение оптимальной глубины заделки семян, площади и формы площади питания растений в зависимости от биологических особенностей сорта.

Сравнительная оценка посевов сои ручного и сеялкой СЗП–3,6 позволили выявить основные параметры отдельных факторов, существенно влияющих на качество посева и урожайность сои (рис. 6.1).



**Рисунок 6.1.** *Параметры различных факторов, влияющих на качество посева и урожайность сои*

При ручном посеве все агротребования, предъявляемые к посеву, выполняются с минимальными отклонениями от оптимальных с высоким

качеством, что обеспечивает повышение урожайности сои на 1,1–1,4 т/га по сравнению с посевом сеялкой.

### 6.5.1. Сроки посева

Одним из основных агроприемов, гарантирующих получение высокого урожая, – оптимальный срок сева. Установление срока для новых сортов сои, различающихся периодом вегетации, в условиях Дальнего Востока требует изучения (А. К. Чайка, 2011. С. 6-12; В. А. Тильба, 2010. С. 8-9).

Мы изучали влияние сроков сева на урожайность трех, различающихся по скороспелости, сортов сои: Марината – три срока, Нега 1 – четыре срока и Лидия – пять сроков сева. К севу сои приступали, когда почва была прогрета на глубину 5 см до 10°C. Сою высевали ширококормным способом, норма посева составляла 600–700 тыс. всхожих семян на 1 га.

Сорт сои Лидия согласно производственной классификации, принятой для почвенно-климатических условий Амурской области, относится к скороспелой группе. По данным Тамбовского сортоучастка, в среднем за 11 лет испытания период его вегетации составил 102 дня, урожайность – 2,15 т/га. Сорт сои Нега 1 – среднеспелый, в среднем за 6 лет испытаний период вегетации составил 113 дней, средняя урожайность – 2,48 т/га. Сорт сои Марината – позднеспелый, в среднем за 9 лет испытаний период вегетации составил 119 дней, урожайность – 2,56 т/га.

Максимальная урожайность сои сорта Марината в годы исследований получена при раннем сроке сева – на уровне 2,96 т/га (табл. 6.28).

**Таблица 6.28**

**Урожайность сои сорта Марината при различных сроках сева, т/га**

Срок посева	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Средняя за 3 года	
	Даты посева			Урожайность	± к контролю
	10.05; 15.05; 22.05	17.05; 14.05; 22.05	12.05; 17.05; 22.05		
Первый	1,58	3,31	3,98	2,96	–
Второй	1,24	2,85	3,71	2,60	-0,36
Третий	1,08	2,39	2,55	2,01	-0,95
НСР <sub>05</sub>	0,19	0,66	0,46		

По годам урожайность сои изменялась в значительных пределах из-за большой разницы в количестве выпавших осадков. При посеве 14–17 мая средняя за 3 года урожайность была ниже на 0,36 т/га, а при посеве 22 мая – на 0,95 т/га по сравнению с ранним сроком посева. Аналогичная закономерность в формировании урожайности отмечена у среднеспелого сорта Нега 1 (табл. 6.29). Максимальная урожайность получена при первом сроке посева, при более поздних она снижалась. При посеве в конце мая – начале июня по годам убавка урожайности достигала 1,29–2,74 т/га.

Урожайность сои скороспелого сорта Лидия при посеве в первый срок находилась в прямой зависимости от осадков, выпавших в начале лета. При посеве скороспелых сортов после 10 июня урожайность, как правило, снижается, и максимальным снижением было при посеве после 16–18 числа (табл. 6.30).

*Таблица 6.29*

**Урожайность сои сорта Нега 1 при различных сроках посева, т/га.**

Срок посева	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Среднее за 3 года	
	Даты посева			урожайность	± к первому сроку
	15.05; 22.05; 02.06	14.05; 22.05; 29.05	12.05; 17.05; 22.05; 29.05		
Первый	1,19	3,39	4,07	2,88	–
Второй	1,14	2,83	3,56	2,51	-0,37
Третий	1,08	2,10	3,73	2,30	-0,58
Четвертый	–	–	1,33	–	–
НСР <sub>05</sub>	0,14	0,37	0,36		

При посеве до 10 июня урожайность сои сорта Лидия оставалась на уровне первого срока или снижалась незначительно, в зависимости от обеспеченности посевов влагой.

По данным Н. С. Слободяника (2012), урожайность этого сорта была максимальной и совершенно одинаковой (3,40 т/га) при посеве 15 и 20 мая. При посеве 10 мая и 5 июня урожайность снизилась на 0,40 т/га.

Таблица 6.30

**Урожайность сои сорта Лидия при различных  
сроках посева, т/га**

Срок посева	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Среднее за 3 года	
	Даты посева			уро- жай- ность	± к первом сроку
	19.05; 26.05; 02.06; 09.06; 16.06	19.05; 26.05; 4.06; 10.06; 16.06	20.05; 26.05; 02.06; 10.06; 18.06		
Первый	1,52	3,22	3,97	2,90	—
Второй	1,78	2,85	2,67	2,43	-0,47
Третий	1,72	2,97	2,63	2,77	-0,13
Четвер- тый	2,00	3,05	3,07	2,71	-0,19
Пятый	0,26	1,24	0,49	0,66	-2,24
НСР <sub>ос</sub>	0,16	0,36	0,22		

Выводы, полученные в результате полевых опытов, подтверждаются на практике передовых хозяйств области (табл. 6.31). Так, в 2010 г. в ООО «Приамурье» при посеве сои сорта Марината 10–15 мая урожайность была на 0,20 т/га выше, чем при посеве 16–20 мая. Урожайность сои скороспелого сорта Лидия при посеве 1–5 июня была в 2 раза ниже, чем при посеве 20–25 мая. В условиях ООО «Димское» урожайность сои скороспелого сорта при посеве 26–31 мая снизилась на 0,47 т/га по сравнению с оптимальным сроком (20–25 мая). Аналогичные данные получены в ОАО «Пограничное».

В ведущем сельскохозяйственном предприятии области ЗАО р(нп) Агрофирма «Партизан» рекомендации по срокам посева выполняются в полном объеме. В 2010 г. валовой сбор сои составил 30 тыс. т, а в 2011 г. он вырос до 35 тыс. т.

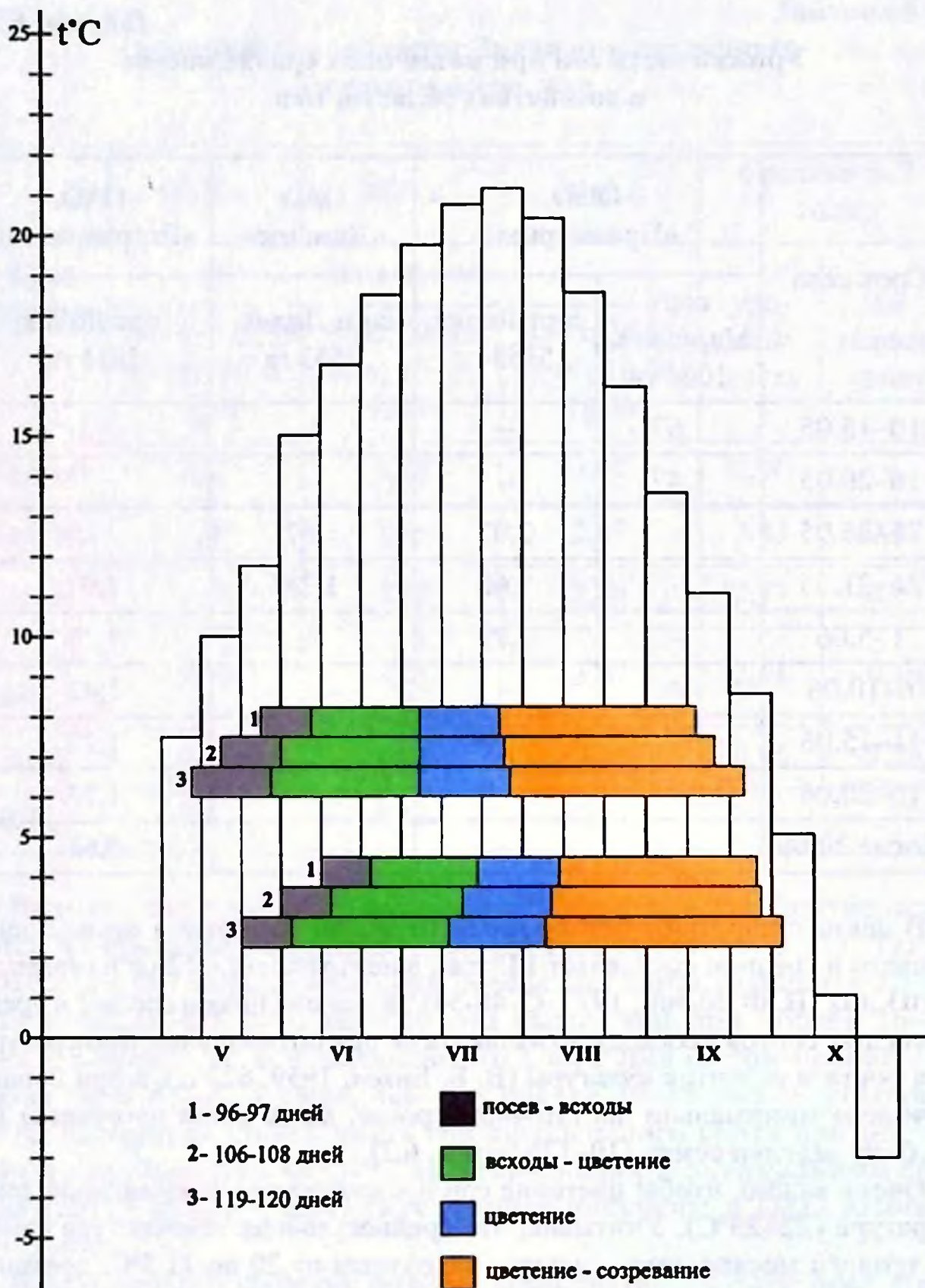
Таблица 6.31

**Урожайность сои при различных сроках посева  
в хозяйствах области, т/га**

Срок сева	ООО «Приамурье»		ОАО «Димское»	ОАО «Пограничное»
	сорт Марината, 1060 га	сорт Лидия, 5355 га	сорт Лидия, 2553 га	сорт Лидия, 5814 га
10–15.05	1,67	–	–	–
16–20.05	1,47	–	–	–
21–25.05	–	2,07	1,67	–
26–31.05	–	1,60	1,23	1,99
1–5.06	–	0,99	–	1,25
6–10.06	–	–	–	1,42
11–15.06	–	–	–	1,22
16–20.06	–	–	–	1,77
После 20.06	–	–	–	0,64

В связи с коротким безморозным периодом, который в южной зоне области в среднем составляет 133 дня, в центральной – 126 и в северной – 103 дня (В. Ф. Кузин, 1977. С. 48-54), посев сои позднеспелых и среднеспелых сортов необходимо начинать не при оптимальной температуре для роста и развития культуры (В. Б. Енкен, 1959. 622 с.), а при биологическом минимально достаточном уровне, когда почва прогреется на глубину заделки семян (10–12°C) (рис. 6.2).

Очень важно, чтобы цветение сои проходило при оптимальной температуре (22–25°C). Учитывая, что среднесуточная температура самого теплого месяца лета – июля – колеблется от 20 до 21,5°C, дефицит тепла для цветения и завязывания бобов по зонам Амурской области составляет 8–15%. Поэтому все сорта сои должны высеваться с таким учетом, чтобы цветение начиналось в начале июля и заканчивалось в июле – начале августа (рис. 6.2).



**Рисунок 6.2.** Прохождение периодов развития сои в зависимости от температуры и сроков посева

За последние 25 лет среднедекадная температура воздуха несколько повысилась, но она остается ниже оптимальной (табл. 6.32).

Таблица 6.32

**Средняя температура воздуха по декадам 2007–2016 гг.  
в с. Садовом Тамбовского района  
Амурской области**

Год	Средняя температура воздуха								
	Июнь			Июль			Август		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2007	19,5	21,2	21,1	23,6	23,5	21,9	23,4	23,8	17,6
2008	18,6	23,5	24,0	22,0	22,7	24,4	22,0	20,9	20,0
2009	14,7	17,3	17,5	20,8	19,9	21,7	23,3	20,0	16,8
2010	21,2	22,1	26,6	22,3	22,4	21,9	19,1	19,1	20,0
2011	16,5	21,1	20,3	22,2	24,3	24,9	24,3	18,9	20,6
2012	20,0	19,3	24,8	23,6	23,2	21,0	22,3	19,6	18,7
2013	16,8	18,8	23,4	20,5	22,4	22,3	22,1	21,1	16,1
2014	20,2	21,0	24,8	22,4	21,6	22,0	21,1	21,2	24,6
2015	16,3	22,5	20,3	21,9	22,9	22,6	22,4	23,5	20,5
2016	15,4	17,0	18,7	22,3	22,2	22,3	21,8	19,6	16,8
2007–2016	17,9	20,4	22,2	22,2	22,5	22,5	22,2	20,8	19,2
Средне- многолетняя	17,2	19,3	20,1	21,4	21,9	21,4	20,8	19,6	17,8

Примечание:

- среднедекадная температура воздуха по годам исследований выше 22°C
- средняя температура воздуха по декадам за 2007–2016 гг.
- среднемноголетняя температура воздуха по декадам выше 21°C

В среднем за 10 лет в третьей декаде июня температура была выше среднесуточного значения на 1,1°C. Июль в целом был теплее на 0,8°C по сравнению со среднесуточным показателем. Первая декада августа была теплее на 1,4°C. Анализ температурного режима в с. Садовом свидетельствует, что среднесуточная температура в период цветения сои крайне нестабильна (табл. 6.32). В отдельные годы, например в 2009 году, температура близкая к оптимальной была только в первой декаде августа (23,3°C). По среднесуточным данным относительно благоприятные условия по температурному режиму складываются для цветения сои в июле – 21,4–21,9°C. При оптимальных сроках посева скороспелых сортов сои (рис. 6.2) 25 мая, среднеспелых – 15 мая и позднеспелых – 8 мая цветение растений приходится на июль. При поздних посевах сои соответственно 10 июня, 1 июня и 20 мая на значительной части растений цветение сортов с различным периодом вегетации проходит в августе при более низких температурах, что отрицательно сказывается на формировании репродуктивных органов.

В условиях вегетационного опыта, выполненного в трехкратной повторности в сосудах Вагнера емкостью 7 л, установлено, что продолжительность периода всходов-цветения у сорта сои Марината составляет 38 дней, Нега 1 – 37 и сорта сои Лидия – 27 дней. Цветение этих сортов длится соответственно 16, 19 и 10 дней. В производственных условиях из-за неравномерности всходов и других причин срок цветения растений сои на одном поле увеличивается на 7–12 дней.

С учетом почвенно-климатических условий Амурской области и данных вегетационных и полевых опытов определены оптимальные сроки сева сои (табл. 6.33).

**Таблица 6.33**

**Оптимальные биологические сроки посева сортов сои  
разных групп спелости**

Группа спелости	Почвенно-климатическая зона Амурской области		
	южная	центральная	северная
Позднеспелая	С 8–10 по 15–16.05	–	–
Среднеспелая	С 15–16 по 22–23.05	С 18–19 по 22–23.05	–
Скороспелая	С 19–20 по 30–31.05	С 22–23 по 30–31.05	С 25–26 по 30–31.05

С продвижением на север посев сортов одной группы спелости начинается позже на 2–3 дня, но заканчивается в тот же срок, что и на юге. Учитывая короткий безморозный период, большие площади посевов, слабую оснащенность хозяйств техникой и рабочей силой, рекомендуется в каждом хозяйстве высевать 3–4 сорта сои с различным периодом вегетации. Каждый сорт позднеспелой и среднеспелой группы должен высеваться за 5–7 дней, а скороспелой – за 10–15 дней, что позволяет растениям вегетировать в наиболее благоприятных условиях и формировать высокую урожайность. Возможные агротехнические сроки посева для сои позднеспелых сортов – с 5–6 по 16 мая, для среднеспелых – 12–13 по 24–26 мая и скороспелых – с 15–16 мая по 10 июня.

### 6.5.2. Глубина заделки семян

В связи с ранними сроками посева сои позднеспелых и среднеспелых сортов возникла необходимость провести опыты по определению оптимальной глубины заделки семян. Считается, что в условиях Приамурья оптимальная глубина заделки семян сои на тяжелых почвах составляет 4–5 см, а на легких – 5–6 см. Однако в производственных условиях она колеблется от 0 до 12 см.

В результате проведенных опытов установлено, что при ранних сроках посева необходимо обращать особое внимание на глубину и равномерность заделки семян сои по глубине, так как это существенно влияет на рост, развитие и продуктивность растений (табл. 6.34).

Таблица 6.34

Влияние глубины заделки семян на урожайность сои сорта Марината, т/га

Глубина заделки семян, см	2009 г.		2010 г.		В среднем за 2 года	
	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю	урожайность	± к контролю
3	2,95	-0,2	3,79	0,33	3,37	0,07
5*	3,15	–	3,46	–	3,30	–
7	2,75	-0,98	2,78	-0,88	2,48	-0,82
НСР <sub>05</sub>	0,31		0,38			
Примечание: * глубина 5 см – контроль						

При посеве сои сорта Марината на глубину 7 см при температуре почвы на глубине 5 см 10°C урожайность семян в среднем за 2 года снижается на 0,82 т/га по сравнению с заделкой семян на глубину 5 см. При наличии влаги в верхнем слое почвы глубина заделки семян может быть снижена до 3 см. Поэтому при ранних сроках посева сои позднеспелых и среднеспелых сортов сои необходимо использовать сеялки, оборудованные прикаточными катками, которые позволяют регулировать глубину заделки семян.

### **6.5.3. Площади питания, способы посева и нормы высева семян**

Соя в Амурской области возделывается не один десяток лет, тем не менее, с появлением новых сортов вопрос о лучших способах посева, нормах высева семян и площади питания для каждого сорта нуждаются в дополнительном изучении.

В. И. Рафальским (1972) была установлена биологически оптимальная площадь питания для одного растения сортов сои местной селекции на уровне 180 см<sup>2</sup>. В посевах с междурядьями 45 см растения в рядке должны быть размещены через 4 см. Наиболее крупные семена формировались в посевах с междурядьями 45 см и размещением растений в рядке через 5 см. Такие семена имели более высокое содержание жира. Максимальный урожай соя формировала в посевах с междурядьями 30 см. Но из-за невозможности механизировать уход посева с такими междурядьями не находили практического применения.

Т. В. Чухно (1977) на Приморской опытной станции изучал влияние площади питания на урожайность сои позднеспелого сорта Приморская 529 и раннеспелого Приморская 494.

Он установил, что у обоих сортов количество бобов и семян находится в прямой зависимости от площади питания, с увеличением которой эти показатели возрастают, а с уменьшением — снижаются. Вместе с тем при уменьшении площади питания продуктивность каждого растения снижается, но урожайность с единицы площади возрастает при увеличении количества растений (до определенного предела). Оптимальной площадью питания одного растения, обеспечивающей наивысший урожай с гектара посева на лугово-бурьих оподзоленных среднесуглинистых почвах для обоих сортов сои, является площадь от 135 до 225 см<sup>2</sup>. С приближением формы площади питания к квадрату увеличивается не только продуктивность растений, но и повышается урожайность зерна с единицы площади посева, а также изменяется качество урожая. Вместе с тем выдержать форму площади питания

---

близкой к квадрату можно, используя сеялки точного высева, а семена должны быть хорошо откалиброваны.

Несмотря на многолетний опыт возделывания сои в Приамурье, многим агроприёмам нет четкого обоснования. Одним из таких является способ посева сои. Этому вопросу посвящено большое количество работ, однако результаты проведенных исследований крайне противоречивые.

В опытах К. К. Малыш (1951) в среднем за 5 лет урожайность сои при широкорядном (на 45 см) способе посева была выше на 0,46 т/га, чем при рядовом. Изучая те же способы посева, Ю. Е. Землянская (2002) получила противоположные данные. Продуктивность сои сортов Лидия и Соната при рядовом способе посева была на 0,33–0,8 т/га выше по сравнению с широкорядным способом посева и двух норм высева. В опытах В. М. Пенчукова (1973) самая высокая урожайность получена в посевах с междурядьями 30 см и двухстрочным размещением растений. В. А. Золотницкий (1962) отмечал, что способ посева сои через диск (на 30 см) не обоснован ни с биологической, ни с хозяйственно-экономической стороны. Л. П. Шалунова (1981) на основании проведенных полевых опытов делает вывод, что однострочный посев сои с шириной междурядий 30 см наиболее перспективный, так как в большей степени соответствует биологии местных сортов. Установлено, что при различных междурядьях оптимальным является размещение в рядке от 3 до 5 см и площади питания для одного растения 180 см<sup>2</sup> (В. И. Рафальский, 1972. 124 с.). По мнению В. А. Золотницкого (1962), А. П. Ващенко (2010), сою необходимо возделывать широкорядным способом для того, чтобы проводить междурядные обработки, которые уничтожают сорняки и рыхлят почву, создавая тем самым благоприятные условия для нормального развития растений и обеспечения доступа воздуха к клубенькам. Согласно четырехлетним данным Ф. Б. Коломийцева (2003), междурядные культивации на луговой черноземовидной почве выполняли только одну полезную функцию борьбы с сорной растительностью и не влияли на продуктивность сои как фактор рыхления почвы.

Исследованиями И. Ф. Беликова (1963) установлено, что урожайность сои зависит от освещенности растений, которая регулируется густотой и способом посева на почвах разного плодородия с учетом биологических особенностей сорта.

По данным М. В. Толмачева (2006), на фоне гербицидов урожайность сои была одинаковой при посеве рядовым и широкорядным (на 45 см), но рядовой способ имеет преимущество как менее затратный.

В 2005–2007 гг. опыты по влиянию способа посева, норм высева прово-

дилься в пятипольном севообороте лаборатории плодородия почв ВНИИ сои на среднемощной луговой черноземовидной почве. Изучали два способа посева (с сортом сои Соната): рядовой – с шириной междурядий 15 см и широкорядный – 30 см. Опыт по изучению способов посева и норм высева проводили в четырехкратной повторности, общая площадь делянки составляла 80 м<sup>2</sup>, учетная – 48 м<sup>2</sup>. Влияние способов посева и внесения удобрений на урожайность сои изучали в длительном стационарном опыте, заложенном в 1963–1964 гг. Благодаря длительному применению удобрений сформировалось несколько уровней плодородия луговой черноземовидной почвы. Общая площадь делянки составляла 90 м<sup>2</sup>, учетная – 60 м<sup>2</sup> при трехкратной повторности.

Погодные условия вегетационного периода 2005 г. были неблагоприятными для сои. В период формирования репродуктивных органов (июль – сентябрь) осадков выпало значительно меньше нормы: в июне 10%, в августе 41, в сентябре 23%. В июле – сентябре температура воздуха была выше нормы на 1–3 °С. В этих условиях соя сформировала урожайность 0,66–0,86 т/га (табл. 6.35). В засушливых условиях при слабом развитии растений и рядовом способе посева урожайность сои возрастала с увеличением числа растений от 58 до 118 шт. м<sup>2</sup>, при этом площадь питания составила 172 и 85 см<sup>2</sup> соответственно.

**Таблица 6.35**

**Влияние способа посева и густоты стояния растений к моменту уборки на урожайность сои, т/га**

Густота стеблестоя (фактор А) шт./м <sup>2</sup>	Ширина междурядий 15 см (фактор Б)		Густота стеблестоя (фактор А) шт./м <sup>2</sup>	Ширина междурядий 30 см (фактор Б)	
	урожайность сои	прибавка урожайности		урожайность сои	прибавка урожайности
58	0,66	-	36	0,64	-
84	0,72	0,06	46	0,68	0,04
107	0,78	0,12	50	0,69	0,05
118	0,84	0,18	68	0,77	0,13
133	0,86	0,20	80	0,77	0,13
НСР <sub>05</sub> для фактора А – 0,04 т/га; для фактора Б – 0,06 т/га					

Расстояние между растениями в рядке сократилось от 11,5 до 5,6 см. Дальнейшее увеличение количества растений до 133 шт./м<sup>2</sup>, снижение площади питания до 75 см<sup>2</sup>, расстояние между растениями в рядке до 5 см, не оказали влияния на урожайность сои.

С увеличением ширины междурядий до 30 см урожайность сои соответствовала рядовому посеву при норме высева на 61–63% больше. Урожайность сои возрастала при увеличении количества растений до 68 шт./м<sup>2</sup>, снижении площади питания до 147 см<sup>2</sup> и расстояния между растениями в рядке до 4,9 см.

Изучение способа посева в длительном стационарном опыте на фоне различных уровней плодородия почвы не выявило существенных различий в урожайности семян сои (табл. 6.36). При минимальной обработке почвы и большом количестве осадков в июле (144% нормы) в 2006 г. азотные и азотно-фосфорные удобрения способствовали интенсивному развитию сорняков, что привело к снижению урожайности. Максимальная урожайность сои (2,15 т/га) получена на фоне фосфорных удобрений.

В 2007 г. в условиях слабой засоренности посевов азотно-фосфорные удобрения повысили урожайность сои на 0,33–0,35 т/га при рядовом способе посева. При широкорядном способе посева максимальная прибавка урожайности сои (0,39 т/га) получена на фоне органо-минеральных удобрений.

Таблица 6.36

Влияние удобрений и способа посева на урожайность сои, т/га

Средне- годовая доза удобрений	Внесено под сою (фактор А)	Способ посева (фактор Б)							
		рядовой, 15 см				широкорядный, 30 см			
		2006 год	2007 год	средняя		2006 год	2007 год	средняя	
				урожай- ность сои	при- бавка			урожай- ность сои	при- бавка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Контроль	Контроль	2,12	1,34	1,73	-	2,20	1,32	1,76	-
P <sub>30</sub>	-	2,15	1,38	1,77	0,04	2,06	1,42	1,74	-0,02
N <sub>24</sub>	-	2,02	1,51	1,77	0,04	1,99	1,49	1,74	-0,02

Продолжение таблицы 6.36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_{24}P_{30}$	$P_{60}$	2,01	1,42	1,72	-0,01	1,97	1,50	1,74	-0,02
$N_{24}P_{30}K_{24}$	$P_{60}$	2,02	1,46	1,74	0,01	2,09	1,39	1,74	-0,02
$N_{42}P_{48}$	$N_{30}P_{60}$	2,04	1,69	1,87	0,14	1,93	1,60	1,77	0,01
$N_{42}P_{48}$	$N_{30}P_{60}$	2,04	1,67	1,86	0,13	1,97	1,63	1,80	0,04
$N_{42}P_{48}$	$P_{60}$	2,04	1,58	1,81	0,08	1,95	1,59	1,77	0,01
$N_{24}P_{30}$ + навоз 4,8 т	$N_{24}P_{30}$ + навоз 12 т	2,11	1,66	1,89	0,15	2,13	1,71	1,92	0,16
НСР <sub>05</sub> для фактора А: 2006 г. – 0,05; 2007 г. – 0,11; для фактора Б: 2006 г. – 0,11; 2007 г. – 0,23									

В среднем за 2 года при рядовом способе посева азотно-фосфорные удобрения повышали урожайность сои на 0,13 т/га, а органоминеральные – на 0,15 т/га. При широкорядном способе посева существенная прибавка (0,16 т/га) получена на фоне минеральных удобрений с навозом. Исследования показали, что скороспелый сорт сои Соната формирует практически одинаковую урожайность при посеве рядовым и широкорядным (на 30 см) способами.

Результаты производственной проверки способов посева сои на полях ЗАО р (нп) Агрофирмы «Партизан» и Опытного-производственного хозяйства (ОПХ) ВНИИ сои подтвердили данные полученные в полевых опытах (табл. 6.37). Скороспелый сорт сои Соната при норме высева 110 кг/га сформировал урожайность 1,48 т/га. Увеличение нормы высева до 140 кг/га не оказало существенного влияния на урожайность. Ещё меньше изменения в урожайности были при различных способах посева – 0,04 т/га.

Практически одинаковая урожайность сои сорта Лидия получена при рядовом и широкорядном способах посева.

Нормы высева семян рассчитывают с учетом их посевных качеств и последующих работ по уходу за посевами. В «Системе земледелия

Амурской области» (2003) рекомендуется высевать такое количество семян сои, чтобы к уборке на 1 м<sup>2</sup> было не менее 55–60 среднеспелых и 60–65 скороспелых сортов растений.

Таблица 6.37

Влияние способа посева на урожайность сои, т/га

Норма высева семян, кг/га	Способ посева	
	рядовой, 15 см	широкорядный, 30 см
Сорт сои Соната (Агрофирма «Партизан», 2005 г.)		
110	1,48	1,49
140	1,60	1,52
Средняя	1,54	1,50
Сорт сои Лидия (ОПХ ВНИИ сои, 2006 г.)		
120	1,32	1,35

Для этого необходимо среднеспелые сорта высевать с нормой 750–800 тыс., а скороспелые 800–900 тыс. всхожих семян на 1 га. В последнем издании системы земледелия (2016) для позднеспелых сортов рекомендована норма высева семян 500–550 тыс. всхожих семян на 1 га, среднеспелых – 650–750, а для скороспелых сортов – 800–900 тыс. всхожих семян на 1 га.

Необходимо отметить, что норма высева семян сои никак не зависит от периода вегетации сорта. Она определяется габитусом куста конкретного сорта и его такими биологическими особенностями, как формирование максимального количества веток и соотношение бобов на основном стебле и ветках.

По данным лаборатории селекции ВНИИ сои позднеспелых сортов сои Алёна и Бонус к уборке на 1 м<sup>2</sup> должно быть 50 шт., среднеспелых Нега 1 и Лазурная – 47–50; Кухана и Лебедушка – 45–50; Даурия – 48–52; Гармония – 50–55 шт/м<sup>2</sup>; МК 100 – 55 растений на 1 м<sup>2</sup> и т.д. по каждому сорту.

В производственных условиях норма высева всхожих семян в среднем на 25% должна превышать оптимальное количество растений, сохранившихся к уборке.

## **6.6. Уход за посевами сои**

Уход за посевами – комплекс механических, химических и биологических агроприемов, направленных на сохранение влаги, корректировку минерального питания, защиту посевов от сорняков, вредителей и болезней сои. Уход за посевами, как и система обработки почвы, планируется и проводится в зависимости от технологии возделывания культуры на конкретном поле.

Сохранение влаги в почве и корректировка минерального питания сои рассмотрены в разделах об обработке почвы и о применении удобрений. В данном разделе (6.6.) рассматриваются вопросы по защите посевов сои от сорняков, вредителей и болезней.

### **6.6.1. Защита посевов сои от сорняков**

На протяжении всей истории соеводства в Амурской области сильная засоренность посевов была главной причиной низкой урожайности сои. В 60–80-е годы прошлого столетия в посевах сои насчитывалось 200–250 стеблей сорных растений на 1 м<sup>2</sup>, причем 50–80% от общего количества составляли злаковые однолетние сорняки: просо куриное, мышей сизый и зеленый, овсюг обыкновенный, шерстяк волосистый.

Многолетние наблюдения показали, что усовершенствование агротехники с включением в её состав гербицидов повлияло на постепенное уменьшение засоренности посевов сои. В видовом составе сорной растительности существенных изменений не произошло. Вместе с тем просо куриное, шерстяк волосистый и пикульник двураздельный утратили роль доминантов в фитоценозе сорных растений (Ф. Б. Коломийцев и др., 2003. 168 с.). В последние годы наблюдается тенденция к увеличению засорения посевов сои различными видами полыни и осота, канатником Теофраста. Широкое распространение получила полынь Сиверса. Отмечено прогрессирующее распространение некоторых видов поздно вегетирующих сорных растений, например акалифа южная (Н. В. Машенко, Ф. Б. Коломийцев, 2009. С. 87-98).

До внедрения в производство гербицидов борьба с сорняками осуществлялась исключительно механическими мерами: основная и предпосевная обработки почвы, боронование и междурядные культивации. Эти агроприемы применяются при возделывании сои по традиционной безгербицидной технологии. На фоне тщательной зяблевой вспашки на глубину 20–22 см плугами с предплужниками и предпосевной обработки почвы, двух-, четырехкратное боронование посевов сои до всходов, по

всходам и двух-, трехкратные междурядные культивации обеспечивают относительно хорошую чистоту посевов и формирование высокой урожайности.

Считается, что междурядные культивации сои нужны не только для борьбы с сорняками, но и для рыхления почвы, обеспечивающего доступ воздуха к клубеньковым бактериям и повышение ими азотфиксации. На основании четырехлетних исследований Ф. Б. Коломийцев и другие исследователи (2003) пришли к выводу, что междурядные культивации посевов сои как фактор рыхления почвы не влияют на урожайность (табл. 6.38).

*Таблица 6.38*

**Влияние рыхления междурядий на урожайность сои на луговой черноземовидной почве, т/га**

Вариант опыта	Год				Средняя урожайность сои
	1984	1985	1986	1987	
Без культивации	2,58	1,89	2,31	2,29	2,27
Одна культивация	2,60	1,91	2,33	2,29	2,31
Две культивации	2,65	1,87	2,17	2,17	2,22
НСР <sub>05</sub>	0,18	0,36	0,32	0,23	

Автор делает вывод, что междурядные культивации на луговой черноземовидной почве всегда выполняли только одну полезную функцию – борьба с сорной растительностью. Хотя следует сделать оговорку «при хорошей основной и предпосевной обработках почвы», которые обеспечивают рыхлое состояние почвы до начала сезона ливневых дождей в июле – августе, когда соя на 90–95% сформировала надземную массу, обеспечивающую величину урожая семян.

Срок проведения довсходовых боронований и по всходам зависят от интенсивности прорастания сорняков и сроков сева сои. Эти работы следует проводить, когда семена сорняков прорастают или начинают появляться всходы. Первое довсходовое боронование желательно проводить через 2–3 дня после посева на глубину мельче заделки семян, чтобы не нарушить контакта семян с почвой, созданного катками, установленными на сеялке или при прикатывании агрегатами гладких или кольчатых

катков. Оно обеспечивает выравнивание поверхности поля, сохранение влаги и уничтожение проростков и всходов сорняков. Необходимость во втором довсходном бороновании возникает, как правило, при раннем посеве и формировании плотной почвенной корки в результате сильных осадков. Довсходные боронования посевов прекращают за 2–3 дня до появления всходов, так как проростки сои сильно повреждаются зубьями борон.

Довсходное боронование проводится поперек рядков посева или по диагонали со скоростью 8–10 км/час, а по всходам – 4 км/час. Для этого в настоящее время используются пружинные бороны. При массовом появлении проростков и всходов сорняков боронование сои можно проводить до появления четвертого настоящего листа.

Первую культивацию посевов сои проводят при обозначении рядков всходов сои на глубину 5–6 см с защитной зоной 8–10 см. Вторую – через 10–12 дней после первой. Одновременно с культивацией проводят боронование посевов пропалочными боронками. В зависимости от состояния почвы и засоренности посевов агрегаты для междурядной обработки комплектуются различным набором рабочих органов.

В настоящее время в Амурской области соя возделывается в основном по двум технологиям: традиционной – основанной на применении интенсивной обработки почвы и использовании гербицидов; почвозащитной ресурсосберегающей – на основе минимальной обработки почвы.

Посевы сои, как правило, имеют сложный тип засоренности, включающий как однолетние, так и многолетние сорные растения (Ф. Б. Коломийцев и др., 2003. 168 с.). По данным Р. Д. Чепелева (1977), в посевах сои насчитывается более 70 видов сорных растений. Основной фон засоренности составляют 15–20 видов, среди которых преобладают однолетники. Основной вред посевам сои наносят высокостебельные многолетние и малолетние сорняки.

Мерам борьбы с сорняками в посевах сои и их влиянию на урожайность посвящено большое количество работ, однако до последнего времени остаётся недостаточно изучен вопрос об эффективности применения новых гербицидов в зависимости от способа обработки почвы и возделывания сортов сои с различным периодом вегетации. В настоящее время наиболее действенными мерами борьбы с сорняками являются химические – применение гербицидов, ассортимент которых пополнился не только высокоэффективными почвенными и листовыми аналогами, но и общеистребительного действия – глифосатами. За 30 лет было испытано большое количество различных гербицидов, однако постоянное

появление новых видов и форм средств защиты посевов сои от сорняков требует их изучения в местных почвенно-климатических условиях. Исследования по этим вопросам были выполнены на луговой черноземной почве опытного поля ВНИИ сои в 2008–2014 гг. при возделывании сои по различным технологиям с использованием различных видов гербицидов и сортов, различающихся продолжительностью периода вегетации.

В 2008–2010 гг. в соответствии с традиционной технологией возделывания сои изучали применение почвенных и листовых гербицидов на сое сортов различных групп спелости: позднеспелый Марината, среднеспелый Нега 1 и скороспелый Лидия. Сорта высевали с учетом их периода вегетации (11–13 мая, 21–22 мая и 20–30 мая соответственно).

По результатам учета засоренности сортов сои (табл. 6.39 – 6.41) установлено, что в посевах позднеспелого сорта видовой состав сорняков больше, чем среднеспелого и скороспелого – 17, 14 и 12 видов соответственно. В посевах позднеспелого сорта, по сравнению со скороспелым, были обнаружены такие сорняки, как пикульник двураздельный, вьюнок, желтушник, канатник Теофраста, овсюг. В посевах позднеспелого сорта злаковые сорняки составляли 46% от общего количества стеблей, среднеспелого – 35 и скороспелого – 32%. Злаковые сорняки представлены в основном шерстяком волосистым.

*Таблица 6.39*

**Видовой состав сорняков в опытах с соей сорта  
Марината (2008–2010 гг.)**

Сорняк	Вариант опыта					
	Контроль	Трефлан, Базагран	Фронтьер, Базагран	Пульсар	Зеллек Супер + Базагран	Миура + Корсар
1	2	3	4	5	6	7
Шерстяк волосистый	276,3	65,7	125,7	280,7	155,0	257,0
Акалифа южная	186,3	106,3	127,5	269,2	258,5	206,3
Полынь	9,5	0,6	0,9	7,0	0,6	1,3
Осот	4,1	4,1	1,2	3,7	1,5	0,6

Продолжение таблицы 6.39

1	2	3	4	5	6	7
Марь белая	4,1	0,4	—	3,2	2,4	1,3
Дурнишник обыкновенный	0,4	—	—	—	—	—
Коммелина обыкновенная	8,1	10,0	2,8	3,0	8,7	16,3
Горец Бунге	4,4	—	0,4	4,6	0,9	0,2
Хвощ полевой	8,9	9,4	30,2	15,0	13,3	10,2
Пикульник двураздельный	0,2	—	0,4	—	—	0,4
Просо куриное	8,2	1,1	1,7	0,6	1,7	8,0
Мышей сизый и зеленый	—	5,6	—	—	1,1	8,3
Щирица запрокинутая	0,7	—	—	—	—	—
Желтушник	0,2	—	—	—	—	—
Канатник Теофраста	0,7	—	—	—	—	—
Овсяг	0,9	—	—	—	—	1,1
Всего	513,0	203,2	290,8	587,0	443,7	511,0

В зависимости от сорта этот сорняк в контрольном варианте составлял 93–97% от общего количества стеблей злаковых, а гербициды снижали засоренность посевов сои злаковыми сорняками на 64–75%. Наибольшая эффективность получена от применения Трефлана в дозе 4 л/га с Базаграном – 2 л/га. Менее эффективным было применение одного только Пульсара в дозе 0,9 л/га.

Таблица 6.40

**Видовой состав сорняков в опыте с сортом сои Нега 1  
(2008–2010 гг.)**

Сорняк	Вариант опыта					
	Кон- троль	Трефлан, Базагран	Фронтьер, Базагран	Пуль- сар	Зеллек Супер + Базагран	Миура + Корсар
Шерстяк волосистый	137,2	48,5	107,6	138,3	87,8	143,7
Акалифа южная	173,4	148,5	138,0	163,7	234,3	194,3
Полынь	22,6	0,6	3,0	16,9	11,1	11,3
Осот	0,6	2,0	5,7	6,1	2,2	2,4
Марь белая	3,5	0,7	0,4	2,8	0,9	1,1
Дурнишник обыкновенный	–	–	–	0,2	–	–
Коммелина обыкновенная	4,8	1,5	1,7	2,6	2,0	6,8
Горец Бунге	1,7	0,4	0,6	2,2	0,6	0,6
Хвощ полевой	10,9	9,6	13,2	11,3	16,1	10,6
Пикульник двураздельный	–	–	–	0,2	–	–
Просо куриное	1,1	1,1	5,6	0,9	2,0	3,7
Мышей сизый и зеленый	4,8	1,7	4,6	1,7	11,9	10,0
Желтушник	0,4	–	–	–	–	–
Овсюг	–	–	0,9	–	–	–
Всего	361,0	214,6	281,3	346,9	368,9	384,5

Таблица 6.41

**Видовой состав сорняков в опытах с сортом сои Лидия  
(2008–2010 гг.)**

Сорняк	Вариант опыта					
	Контроль	Трефлан, Базагран	Фронтьер, Базагран	Пульсар	Зеллек Супер + Базагран	Миура + Корсар
Шерстяк волосистый	165,6	33,5	97,2	118,3	68,5	94,1
Акалифа южная	173,3	146,7	103,0	193,9	203,0	209,5
Полынь	10,4	0,7	3,2	8,9	10,7	10,4
Осот	2,4	0,6	0,4	1,8	0,8	1,1
Марь белая	5,7	0,6	1,1	1,5	0,9	0,9
Дурнишник обыкновенный	–	–	–	–	0,2	–
Коммелина обыкновенная	2,0	2,0	0,6	2,2	2,6	5,6
Горец Бунге	2,6	3,0	0,2	1,5	0,6	0,6
Хвощ полевой	11,0	27,0	14,4	21,5	17,8	21,7
Просо куриное	9,3	1,9	4,4	0,2	–	–
Мышей сизый и зеленый	3,5	1,1	3,3	1,1	1,9	4,1
Щирица запрокинутая	0,4	–	–	0,2	0,2	0,2
Всего	386,2	217,1	227,8	351,1	307,2	348,2

Установлена тесная корреляционная зависимость между урожайностью сои и общей массой сорняков ( $R=0,89-0,98$ ). Значительно меньше парная корреляция между урожайностью сои и количеством сорных растений. Колебания коэффициентов корреляции за 2 года были значительными – от 0,12 до 0,92. Очень низкие коэффициенты корреляции получены между урожайностью и количеством двудольных сорняков ( $R=0,06-0,45$ ).

Самая высокая засоренность посевов – 624 стебля отмечена на поздне-спелом сорте сои Марината в контрольном варианте (табл. 6.42). На сое среднеспелого сорта она была ниже на 26%, а скороспелого – на 20,4%.

На сортах с большим периодом вегетации эффективность применения гербицидов выше. Масса сорняков в посевах сои сорта Марината снижалась на 72% и сорта Нега 1 – на 77%, при снижении числа стеблей сорных растений соответственно на 39,6 и 40,4%.

Наибольшая прибавка (40%) урожайности от контрольного значения была получена при испытаниях гербицидов на сое сорта Нега 1 (табл. 6.43). В целом же наибольшая урожайность (2,28 т/га) получена у позднеспелого сорта сои Марината. Этот факт обусловлен более высоким потенциалом данного сорта по отношению к другим сортам за счет более продолжительного периода вегетации.

Наиболее рентабельным при возделывании по традиционной технологии позднеспелого и среднеспелого сортов сои оказался вариант с применением гербицида Пульсар в дозе 0,9 л/га. На скороспелом сорте максимальная рентабельность получена при использовании баковой смеси Зеллек Супер 0,7 л/га + Базагран 2 л/га.

Среднее увеличение затрат по всем сортам сои по сравнению с контрольным вариантом при использовании гербицидов составило 2685 руб./га. При этом средняя прибавка стоимости продукции с 1 га составила 8698,6 руб., что в 3 раза покрыло понесенные издержки. Рост урожайности повлиял на снижение себестоимости в среднем на 583 руб. во всех вариантах.

Таблица 6.42

Влияние гербицидов на засоренность посевов сои,  
2008–2010 гг.

Вариант опыта	Масса сорняков		Эффективность применения гербицидов, %	Количество сорняков				
	г/м <sup>2</sup>	% к контролю		Всего стеблей, шт/м <sup>2</sup>	злаковых		двудольных	
					шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сорт сои Марината								
Контроль, без гербицидов	624	100	–	513	286	56	227	44
Трефлан 4 л/га, Базагран 2 л/га	176	28	72	203	72	36	131	64

Продолжение таблицы 6.42

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фронтьер 1,2 л/га, Базагран 2л/га	278	44	56	291	124	43	167	57
Пульсар 0,9 л/га	280	45	55	587	281	48	306	52
Зеллек Супер 0,7 л/га + Базагран 2 л/га	285	46	54	444	158	36	286	64
Миура 0,3 л/га + Корсар 2 л/га	368	59	41	511	241	50	270	50
Сорт сои Нега 1								
Контроль, без гербицидов	462	100	—	361	143	40	218	60
Трефлан 4 л/га, Базагран 2 л/га	105	23	77	215	51	24	164	76
Фронтьер 1,2 л/га, Базагран 2л/га	222	48	52	281	95	39	186	61
Пульсар 0,9 л/га	249	54	46	347	141	32	206	68
Зеллек Супер 0,7 л/га + Базагран 2 л/га	212	46	54	369	102	28	267	72
Миура 0,3 л/га + Корсар 2 л/га	220	48	52	385	158	41	227	59
Сорт сои Лидия								
Контроль, без гербицидов	497	100	—	386	156	40	230	60
Трефлан 4 л/га, Базагран 2 л/га	203	41	59	217	37	17	180	83
Фронтьер 1,2 л/а, Базагран 2л/га	169	34	66	228	105	46	123	54
Пульсар 0,9 л/га	213	43	57	351	118	32	233	68
Зеллек Супер 0,7 л/га + Базагран 2 л/га	215	43	57	307	69	22	238	78
Миура 0,3 л/га + Корсар 2 л/га	294	59	41	348	98	28	250	72

Таблица 6.43

**Влияние гербицидов на урожайность сои  
и их экономическая эффективность**

Вариант опыта	Урожайность сои, т/га			Средняя за 3 года, т/га		Условно чистый доход с 1 га, руб.	Рента- бель- ность, %
	2008 год	2009 год	2010 год	урожай- ность сои	при- бав- ка		
1	2	3	4	5	6	7	8
Сорт сои Марината							
Контроль, без гербицидов	0,89	2,03	2,28	1,73	—	19421	170
Трефлан 4 л/га, Базагран 2 л/га	1,49	2,51	2,84	2,28	0,55	25867	175
Фронтьер 1,2 л/га, Базагран 2 л/га	1,43	2,46	2,75	2,21	0,48	25108	176
Пульсар 0,9 л/га	1,29	2,48	2,97	2,25	0,52	26842	202
Зеллек Супер 0,7 л/га + Базагран 2 л/га	1,27	2,47	2,93	2,22	0,49	26173	195
Миура 0,3 л/га + Корсар 2 л/га	1,15	2,44	2,52	2,04	0,31	21597	146
НСР <sub>05</sub>	0,11	0,20	0,29				
Сорт сои Нега 1							
Контроль, без гербицидов	1,05	1,37	1,90	1,44	—	14680	134
Трефлан 4 л/га, Базагран 2 л/га	1,49	1,97	2,53	2,00	0,56	21301	148
Фронтьер 1,2 л/га, Базагран 2 л/га	1,51	1,88	2,66	2,02	0,58	22127	159
Пульсар 0,9 л/га	1,43	2,01	2,57	2,00	0,56	22804	178
Зеллек Супер 0,7 л/ га + Базагран 2 л/га	1,36	2,05	2,60	2,00	0,56	22662	174
Миура 0,3 л/га + Корсар 2 л/га	1,20	2,13	2,43	1,92	0,48	19846	138

Продолжение таблицы 6.43

1	2	3	4	5	6	7	8
НСР <sub>05</sub>		0,16	0,19	0,17			
Сорт сои Лидия							
Контроль, без гербицидов	1,05	1,04	2,11	1,40	–	14336	135
Трефлан 4 л/га, Базагран 2 л/га	2,54	1,73	2,30	1,86	0,46	19199	138
Фронтьер 1,2 л/га, Базагран 2 л/га	2,57	1,92	2,23	1,91	0,51	20551	152
Пульсар 0,9 л/га	1,37	1,54	2,29	1,73	0,33	18415	148
Зеллек Супер 0,7 л/ га + Базагран 2 л/га	1,62	1,68	2,37	1,89	0,49	21086	167
Миура 0,3 л/га + Корсар 2 л/га	1,45	1,66	2,41	1,84	0,44	18798	134
НСР <sub>05</sub>		0,11	0,32	0,12			

Подготовка почвы для возделывания сои по традиционной технологии может заключаться в проведении глубокой (18–20 см) зяблевой обработки тяжелыми культиваторами или плоскорезами сразу после уборки предшественника. В таком случае предшественниками являются зерновые или раноубираемые кормовые культуры. Через 5–8 дней, по мере отрастания сорняков, проводится культивация почвы на глубину 10–12 см с боронованием. После первой глубокой культивации можно применять тяжелые дисковые бороны типа БДТ-7 или дискаторы с последующим лушением и боронованием.

Весной на этих полях проводится закрытие влаги, а перед посевом культивация легкими культиваторами с боронами в двух направлениях. На хорошо обработанной почве применяют один из проверенных почвенных гербицидов за 7–10 дней до посева с заделкой: Трефлан в дозе 3 л/га, Фронтьер Оптима – 1,2 л/га. В фазу 1–3-трехчатых листьев у сои применяют гербициды с учетом видового состава сорняков и степени засоренности каждого поля.

Опыты, проведенные в 2011–2012 гг., показали, что на хорошо подготовленной почве на фоне почвенного гербицида эффективность гербицидов, вносимых по вегетирующей сое, невысокая (табл. 6.44).

Таблица 6.44

**Эффективность применения гербицидов на сое сорта Лидия  
при посеве по традиционной технологии**

Вариант опыта	2011 г.			2012 г.		
	Урожай- ность, т/га	При- бавка, т/га	Рента- бель- ность, %	Уро- жай- ность, т/га	При- бавка, т/га	Рента- бель- ность, %
Контроль (без гербицидов)	2,03	–	222	1,61	–	187
Фронтьер 1,2 л/га, Пульсар 0,9 л/га	2,39	0,36	187	1,76	0,15	133
Фронтьер 1,2 л/га, Базагран 2 л/га	2,29	0,26	176	1,80	0,19	151
Галакси Топ 1,3 л/га + Арамо 45 1,5 л/га	2,45	0,42	204	1,77	0,16	136
Базагран 2 л/га + Арамо 45 1,5 л/га	2,47	0,44	220	1,80	0,19	1,57
Пульсар 0,9 л/га	2,41	0,38	233	1,74	0,13	161
Пульсар 0,9 л/га + Базагран 1,5 л/га	2,55	0,52	228	1,69	0,08	135
Пивот 0,4 л/га + Пульсар 0,5 л/га	2,38	0,35	216	1,86	0,25	167
НСР <sub>05</sub>		0,15			0,22	

В 2012 г. в опыте с сортом сои Лидия при средней урожайности 1,75 т/га и в связи с высокими ценами на гербициды рентабельность возделывания сои была самой высокой в контрольном варианте и при внесении баковой смеси Пивот 0,4 л/га + Пульсар 0,5 л/га, а также при внесении только Пульсара в дозе 0,9 л/га. Аналогичные данные получены в опытах с позднеспелым сортом сои Марината. В 2011 и 2012 гг. самая высокая рентабельность была получена в контрольных вариантах – 224 и 267%, соответственно.

Эффективность гербицидов при выращивании сои с применением минимальной обработки почвы в значительной степени зависит от предпосевной подготовки почвы. Для основной обработки почвы использовали тяжелый культиватор КП-3,8. Зяблевую обработку почвы проводили на глубину 18 см после уборки пшеницы. Весной выравнивали поверхность почвы и закрытие влаги, а перед посевом проводили одну–две культива-

ции паровым культиватором. В зависимости от интенсивности предпосевной обработки почвы эффективность гербицидов существенно различалась. Так, в 2011 году при наличии на поверхности почвы соломы и стерни, а также комков почвы существенно снизилась эффективность почвенного гербицида Фронтьер Оптима (табл. 6.45). В этом случае целесообразно применять гербициды системного действия в повышенных дозах. Хорошие результаты получены от следующих баковых смесей: Галакси Топ 1,5 л/га + Зеллек Супер 0,7 л/га; Галакси Топ 1,5 л/га + Арамо 45 1,5 л/га; Галакси Топ 1 л/га + Пульсар 0,5 л/га + Арамо 45 1,5 л/га.

**Таблица 6.45**

**Эффективность гербицидов при посеве сои сорта Марината с применением минимальной обработки почвы, т/га**

Вариант опыта	2011 г.		2012 г.	
	Урожайность сои	Прибавка урожайности	Урожайность сои	Прибавка урожайности
Контроль (без гербицидов)	1,96	–	1,01	–
Фронтьер 1,2 л/га	1,95	-0,01	1,56	0,55
Фронтьер 1,2 л/га, Пульсар 0,9 л/га	2,28	0,32	2,27	1,26
Фронтьер 1,2 л/га, Базагран 2 л/га	2,22	0,26	2,06	1,05
НСР <sub>05</sub>		0,34		0,23

В 2012 г. при более тщательной весенней подготовке почвы внесение почвенного гербицида повысило урожайность сои на 0,55 т/га. Эффективным было и своевременное внесение гербицида Пульсар в дозе 0,9 л/га по вегетирующим растениям. В результате опыта было установлено, что разные сорта не одинаково реагируют на внесение гербицидов (табл. 6.46). Так, сорт сои Лазурная положительно отзывался на обработку посевов гербицидом Пульсар как в фазу первого настоящего листа, так и в фазу третьего тройчатого листа – 0,09 и 0,15 т/га соответственно. В фазу трех листьев по сравнению с контролем на 0,15 т/га была выше урожайность и сорта Вега. Такие сорта, как Лидия, Соната и Марината при внесении гербицида в фазу 3-го листа формировали урожайность на 0,03–0,18 т/га выше, чем при внесении в фазу первого тройчатого листа.

Таблица 6.46

## Реакция сортов сои на применение гербицида Пульсар

Срок внесения гербицида	Название сорта сои	Урожайность сои, т/га	Отклонение урожайности от контроля, т/га	Отклонение урожайности в зависимости от сроков, т/га
Контроль (без гербицида)	Лидия	2,98	—	—
	Соната	2,67	—	—
	Соер 4	2,76	—	—
	Даурия	3,36	—	—
	Гармония	3,26	—	—
	Лазурная	3,11	—	—
	Нега 1	3,91	—	—
	МК 100	3,58	—	—
	Вега	3,44	—	—
	Марината	3,48	—	—
Фаза первого тройчатого листа	Лидия	2,78	-0,20	—
	Соната	2,62	-0,05	—
	Соер 4	2,72	-0,04	—
	Даурия	3,22	-0,14	—
	Гармония	3,23	-0,03	—
	Лазурная	3,20	+0,09	—
	Нега 1	3,49	-0,42	—
	МК 100	3,54	-0,04	—
	Вега	3,43	-0,01	—
	Марината	3,28	-0,20	—
Фаза третьего тройчатого листа	Лидия	2,96	-0,02	+0,18
	Соната	2,76	-0,09	+0,14
	Соер 4	2,52	-0,24	-0,20
	Даурия	3,26	-0,10	+0,04
	Гармония	3,09	-0,17	-0,14
	Лазурная	3,26	+0,15	+0,06
	Нега 1	3,52	-0,39	+0,03
	МК 100	3,33	-0,25	-0,21
	Вега	3,59	+0,15	+0,16
	Марината	3,38	-0,10	+0,10

Большие площади посевов, с одной стороны, и недостаток материально-технических средств и трудовых ресурсов, с другой, вынуждают сельхозпроизводителей внедрять ресурсосберегающую технологию, в том числе и прямой посев, который применяется во многих странах мира. Он предусматривает увеличение применяемых гербицидов, в частности общеистребительного действия, в 1,5–2 раза по сравнению с традиционной технологией. Как правило, это посев генномодифицированных сортов сои.

В условиях Амурской области прямой посев сои ограничен рядом факторов. В связи с крайне неравномерным выпадением осадков тяжелые луговые черноземовидные среднеспособные и маломощные, луговые глееватые почвы при их выпадении заплывают и сильно уплотняются при высыхании. Это ведет к образованию глубоких трещин и быстрой потере почвенной влаги. Из-за низкой урожайности сельскохозяйственных культур и слабого опада на поверхности почвы слой мульчи не образуется. В связи с этим в местных условиях следует выполнять мелкую качественную обработку почвы, которая предотвращает её растрескивание при высыхании. Кроме того, короткий безморозный период не способствует перегниванию соломы и пожнивных остатков. Это затрудняет посев сои, особенно сеялками с анкерными сошниками. Значительно затруднен посев при повышенной влажности почвы и прорастании однолетних сорняков.

В США, Бразилии, Канаде обширные площади посева сои занимают генномодифицированные сорта сои, которые обрабатываются глифосатами по вегетирующим растениям.

Для прямого посева сои в местных почвенно-климатических условиях необходимо подбирать «сухие» поля с легкими почвами, которые при выпадении осадков не заплывают, а при высыхании не уплотняются, образуя трещины. Глинистые почвы, предназначенные для прямого посева сои, необходимо готовить предварительно, что требует детального изучения факторов увлажнения и прогревания.

В условиях Приамурья прямой посев сои нельзя рассматривать как альтернативу традиционной или ресурсосберегающей технологии на основе минимальной обработки почвы. При благоприятных погодных условиях и использовании набора высокоэффективных гербицидов прямой посев сои дает хорошие результаты. Исследо-

ваний по эффективности гербицидов при посеве сои по нулевой обработке почвы проведено недостаточно. Поэтому с 2009 года в лаборатории плодородия почв и питания культур в севообороте ВНИИ сои были начаты исследования по этой проблеме.

В 2009 г. в качестве гербицида общеистребительного действия применяли Раундап в дозе 4 л/га препарата за 2 недели до посева сои. В ходе наблюдений за фитосанитарным состоянием посевов в опыте отмечено, что в контрольном варианте по стерне интенсивно развивалась полынь Сиверса, высота которой к уборке достигла 1,5–2,0 м (рис. 6.3).



**Рисунок 6.3. Посев сои по стерне**  
*(слева – контрольный вариант опыта;*  
*справа – вариант опыта с применением Раундапа*  
*в дозе 4 л/га)*

Она полностью подавила всходы сои. Не был эффективен в борьбе с полынью и гербицид Пульсар в дозе 1 л/га. В этих вариантах не получено семян сои (табл. 6.47). Совместное применение Раундапа с Пульсаром обеспечило чистоту посевов и формирование урожайности на уровне 1,34 т/га. Снижение дозы глифосата в 2 раза было менее эффективным, прибавка по сравнению с оптимальной

дозой снизилась на 0,5 т/га. Практически такая же урожайность сои получена при использовании баковой смеси Раундапа 2 л/га и Дианата 2 л/га.

*Таблица 6.47*

**Влияние обработки почвы и гербицидов на урожайность сои, т/га (2009 г.)**

Вариант опыта	Урожайность сои	Прибавка урожайности к контролю
Посев по зяби		
Контроль (без гербицидов)	0,92	-
Зеллек Супер 0,7 л/га + Базагран 2 л/га	1,39	0,47
Пульсар 0,9 л/га	1,30	0,38
Посев по стерне		
Контроль (без гербицидов)	0	-
Раундап 4 л/га, Пульсар 0,9 л/га	1,34	-
Раундап 2 л/га, Пульсар 0,9 л/га	0,84	-0,50
Раундап 2 л/га + Дианат 2 л/га, Пульсар 0,9 л/га	0,97	-0,37
Пульсар 1 л/га	0	0
НСР <sub>05</sub>	0,21	

Зяблевая вспашка с оборотом пласта и последующая обработка почвы по типу полупара полностью уничтожили все виды полыни (рис. 6.4).



**Рисунок 6.4.** Посев сои по зяби (слева – контрольный вариант; справа – вариант с применением Зеллек Супера 0,7 л/га + Базагран 2 л/га)

В контрольном варианте были в основном однолетние злаковые и двудольные сорные растения, что позволило сформировать урожайность 0,92 т/га. Применение баковой смеси Зеллек Супер 0,7 л/га + Базагран 2 л/га и Пульсара в дозе 0,9 л/га обеспечило повышение урожайности на 0,47 и 0,38 т/га, соответственно.

Исследования, проведенные в вышеуказанном опыте, получили дальнейшее развитие в экспериментах 2011–2013 гг. с двумя сортами сои, различающихся по периоду вегетации. В 2011 г. при посеве 3 июня по нулевой обработке почвы максимальная урожайность сои (1,99 т/га) скороспелого сорта Лидия получена при внесении гербицида Торнадо после посева (табл. 6.48).

Внесение гербицида за неделю до посева снизило эффективность на 0,41 т/га. Ещё ниже получена прибавка урожайности при внесении Торнадо 17 мая, за 2 недели до посева. При осеннем внесении глифосата прибавка урожайности составила 0,95–0,97 т/га. Увеличение дозы Торнадо от 3 до 4-х л/га было неэффективно, прибавка урожайности изменилась от 1,12 до 1,15 т/га при  $НСР_{05} = 0,14$  т/га. Уровень рентабельности снизился на 13%. Максимальный условно чистый доход (13674 руб. с 1 га) получен при внесении гербицида Торнадо после посева и Пульсара по вегетирующим растениям сои. В этом варианте получена и самая высокая рентабельность – 220%.

Таблица 6.48

**Эффективность применения гербицидов под сою сорта Лидия  
при посеве по стерне 2011 г.**

Вариант опыта	Урожайность сои, т/га	Прибавка урожайности, т/га	Усл. чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Контроль (без гербицидов)	0,46	—	682	17
Торнадо 3 л/ га, 03.09.10 г., Пульсар 0,9 л/ га	1,41	0,95	7874	126
Торнадо 3 л/ га, 14.09.10 г., Пульсар 0,9 л/га	1,43	0,97	8074	130
Торнадо 3 л/ га, 17.05.11 г., Пульсар 0,9 л/га	0,81	0,35	1874	30
Торнадо 3 л/ га, 24.05.11 г., Пульсар 0,9 л/га	1,58	1,12	9574	154
Торнадо 3 л/ га, 05.06.11 г., Пульсар 0,9 л/га	1,99	1,53	13674	220
Пульсар 0,9 л/га	0,50	0,04	148	3
Торнадо 4 л/ га, 24.05.11 г., Пульсар 0,9 л/га	1,61	1,15	9430	141
НСР <sub>05</sub>	0,14			

В засушливых условиях 2012 г. применение глифосата за 5 дней до посева (посев 26 мая) и через 3 дня после посева сои было менее эффективным – соответственно на 42 и 32% по сравнению с ранней осенней обработкой сорняков (табл. 6.49).

Таблица 6.49

**Эффективность гербицидов под сою сорта Лидия  
при посеве по стерне, 2012 г.**

Вариант опыта	Урожайность сои, т/га	Прибавка урожайности, т/га	Усл. чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Контроль (без гербицидов)	0,35	—	-220	-4
Торнадо 3 л/га, 10.08.11 г., Пульсар 0,9 л/га	1,82	1,47	17638	225
Торнадо 3 л/га, 25.08.11 г., Пульсар 0,9 л/га	1,69	1,34	15818	202
Торнадо 3 л/га, 14.09.11 г., Пульсар 0,9 л/га	1,39	1,04	11618	148
Торнадо 3 л/га, 21.05.12 г., Пульсар 0,9 л/га	1,20	0,85	8958	114
Торнадо 3 л/га, 29.05.12 г., Пульсар 0,9 л/га	1,35	1,00	11058	141
Пульсар 0,9 л/га	0,35	0	-1566	-24
НСР <sub>05</sub>	0,28			

Максимальная урожайность сои (1,82 т/га), условно чистый доход (17638 руб./га) и рентабельность (225%) получены при раннем внесении гербицида Торнадо.

При посеве 18 мая по нулевой обработке почвы сои позднеспелого сорта Марината послевсходовое внесение гербицида Пульсар обеспечило увеличение урожайности относительно контроля на 0,23 т/га (табл. 6.50).

Осеннее внесение Торнадо повысило урожайность на 0,52 т/га по сравнению с послепосевным довсходовым. Максимальный условно чистый

доход – 19774 руб./га и рентабельность – 318% получены при сочетании осеннего внесения гербицида Торнадо в дозе 3 л/га и послевсходового внесения Пульсара в дозе 0,9 л/га.

Установлено, что при посеве сои по нулевой обработке почвы в 1-й и 2-й декадах мая в условиях Приамурья применять гербициды общестребибельного действия весной нет смысла, так как на стерне многолетние сорняки появляются после 20–25 мая, хоть это и раньше на 8–12 дней, чем на обработанной почве.

*Таблица 6.50*

**Эффективность применения гербицидов под сою сорта Марината при посеве по стерне, 2011 г.**

Вариант опыта	Урожайность сои, т/га	Прибавка урожайности, т/га	Усл. чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Контроль (без гербицидов)	0,99	–	5982	153
Пульсар 0,9 л/га	1,22	0,23	7348	151
Торнадо 3 л/га, 03.09.11 г., Пульсар 0,9 л/га	2,60	1,61	19774	318
Торнадо 3 л/га, 21.05.11 г., Пульсар 0,9 л/га	2,08	1,09	14574	234
НСР <sub>05</sub>	0,17			

Наблюдениями за фитосанитарным состоянием посевов сои установлено, что применение гербицидов сплошного действия не обеспечивает полного уничтожения многолетних сорняков. Весной на делянках появлялись отдельно стоящие растения осотов и полыней, поэтому в 2012 году в схему опыта были включены варианты с обработкой почвы (табл. 6.51).

При посеве 16 мая позднеспелого сорта сои Марината осеннее внесение гербицида Торнадо было эффективнее на 0,9 т/га по сравнению с весенним внесением. Максимальная урожайность семян (2,72 т/га) получена при сочетании химических и агротехнических мер борьбы с

сорняками. Предпосевная культивация почвы на глубину 6–8 см и применение гербицида Пульсар в дозе 0,9 л/га в фазу 1–3 настоящих листа на фоне применения Торнадо в дозе 3 л/га обеспечило практически 100% уничтожение сорняков и формирование урожая 2,72 т/га. Предпосевная обработка почвы повышала урожайность сои на 0,27 т/га при НСР<sub>0,5</sub> 0,17 т/га. Комплексное применение агротехнических и химических мер борьбы с сорной растительностью позволило получить условно чистый доход 29473 руб./га при рентабельности 342%.

Таблица 6.51

**Эффективность применения гербицидов, удобрений и обработок почвы при возделывании сои сорта Марината, 2012 г.**

Вариант опыта	Урожайность сои, т/га	Прибавка урожайности, т/га	Усл. чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Контроль (без гербицидов)	0,40	–	480	9
Торнадо 3 л/га, 10.08.11 г., Пульсар 0,9 л/га	2,45	2,05	26458	337
Торнадо 3 л/га, 20.05.11 г., Пульсар 0,9 л/га	1,55	1,15	13858	177
Торнадо 3 л/га, 10.08.11 г., обработка почвы 20.09.11 г., Пульсар 0,9 л/га	2,50	2,10	26408	307
Торнадо 3 л/га, 10.08.11 г., обработка почвы 20.09.11 г. и 14.05.12 г., Пульсар 0,9 л/га	2,70	2,30	28994	329
Торнадо 3 л/га, 10.08.11 г., аммофос N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> , обработка почвы 20.09.11 г. и 14.05.12 г., Пульсар 0,9 л/га	2,46	2,06	22730	194
Торнадо 3 л/га 10.08.11 г., обработка почвы 14.05.12 г., Пульсар 0,9 л/га	2,72	232	29473	342
НСР <sub>0,5</sub>	0,17			

### 6.6.2. Меры борьбы с болезнями и вредителями сои

Защита посевов сои от вредителей и болезней на Дальнем Востоке приобретает все большее значение в связи с тем, что площади посева этой культуры постоянно увеличиваются, нарушаются севообороты, снижается интенсивность и качество агротехнических приемов.

По данным В. И. Заостровных (2003), соя в Амурской области поражается многочисленными фитофагами. Их видовой состав представлен следующими вредителями: соевая плодоярка, листоед многоядный, соевая полосатая блошка, луговой мотылек, нематода, совки (люцерновая, стальниковая, исландская с-черная, совка-ипсилон), листоед четырехточечный, клубеньковая муха, почвенный минёр, тли, полевые клопы, паутиновый клещ, клубеньковые долгоносики.

В соесеющих районах Амурской области формируется комплекс фитофагов, насчитывающий в настоящее время до 100 видов насекомых (Н. В. Мащенко, 2008. 191 с.). Из них к числу наиболее вредоносных относятся вредители бобов (соевая плодоярка, стальниковая совка, листовые клопы-щитники). Повреждённость семян сои плодояркой может достигать 40...50%, стальниковой совкой – 20%. Корни сои повреждает повсеместно корневой минёр, проявляющий наибольшую вредоносность в центральных районах и на востоке южной соесеющей зоны. При массовом появлении лугового мотылька посевы сои могут быть уничтожены на больших площадях (Н. В. Мащенко, 2009. С. 87-98, 2012. 32 с.).

Монокультура сои ведёт к быстрому распространению соевой цистообразующей нематоды, наносящей большой вред посевам. Соевая нематода впервые была обнаружена в нашей области П. П. Прохоровым (1973). По данным этого автора (П. П. Прохоров, 1976. С. 59-64), нематоды в разной степени инвазировали растения изученных 10 сортов сои. Состав нематод в зависимости от сорта и поражения растений различными болезнями колебался от 11 до 28 видов из 8–14 семейств и 11–20 родов. Из амурских сортов сои наиболее устойчивым к фито-нематодам был сорт сои Смена. В Амурской области соя поражается различными грибными, бактериальными и вирусными болезнями. Глубокое всестороннее изучение болезней сои здесь началось в конце 50-х годов после организации лаборатории защиты растений при Амурской государственной сельскохозяйственной опытной станции, которую возглавила А. М. Гунина.

В этот период обследовались посевы сои с целью уточнения рас-

---

пространенности заболеваний и видового состава их возбудителей. Были изучены заболевания: фузариоз всходов, фузариозный трахомикоз, фузариоз стеблей и бобов, церкоспороз, бактериоз, аскохитоз, ржавая пятнистость листьев или септориоз, оливковая пятнистость листьев, ложномучнистая роса, вирусные болезни (А. М. Гунина, 1968. С. 73-80; 1971. С. 163-167).

Одним из наиболее вредоносных заболеваний на сое являются корневые гнили. обстоятельные исследования по данному заболеванию проведены Л. К. Дубовицкой (1984, 1987).

Анализ работ о болезнях сои на Дальнем Востоке, проведенный В. И. Заостровных (2004), свидетельствует, что произошло изменение видового состава наиболее вредоносных заболеваний. Если в 30-е и 50-е гг. преобладали такие заболевания, как фузариоз, аскохетоз и белая гниль, то в 80-е и 90-е гг. они стали встречаться значительно реже. Наряду с этим широко распространились такие болезни, как септориоз, пероноспороз, церкоспороз и корневые гнили (А. М. Гунина, 1983. С. 47-51; Л. К. Дубовицкая, 1984. С. 40). Система мероприятий по защите сои от вредителей и болезней включает агротехнические, химические и биологические методы борьбы с вредными организмами. Важную роль в общей системе играют севообороты и предшественники. Исследования показали, что соя поражается корневыми гнилями во всех звеньях севооборота, однако наибольшее поражение отмечается при бессменном возделывании до 72–77% (Н. И. Серебренникова и др., 1983. С. 84-89). При выращивании сои в звене севооборота пшеница-соя повреждение снижается на 18–20%. Наименьшее проявление заболевания отмечается в схемах севооборота, где соя возвращается на прежнее место через 2 года.

Бессменное возделывание сои ведет к накоплению специализированных вредителей – соевой плодожорки и соевой полосатой блошки. При использовании в качестве предшественника сои зерновых культур повреждение растений вредителями снижается в 2–5 раз.

Одной из причин высокой поврежденности бобов сои является засоренность посевов осотом розовым, скердой кровельной, смолевкой, которые являются кормом стальнойковой совки, гусеницы её до поздней осени повреждают бобы сои (Н. В. Машенко, 1984. 136 с.).

Большие возможности в борьбе с вредителями и болезнями заложены в основной обработке почвы, правильное проведение которой способствует накоплению влаги, очищению полей от сорняков, значи-

тельному снижению численности соевой полосатой блошки, соевой плодожорки, люцерновой совки.

На полях, где сильно размножилась цистообразующая нематода, рекомендуется высевать рапс, редьку масличную. Корни этих растений выделяют вещества, губительно действующие на нематоду («Технологии и комплекс машин для производства зерновых культур и сои в Амурской области», 2011. 137 с.). Запахивание земной массы на сидерат или использование этих культур в качестве занятого пара снижает распространение нематоды на 80–90% («Адаптивные и прогрессивные технологии возделывания сои и кукурузы на Дальнем Востоке», 2009. 140 с.).

При минимальной обработке почвы краевая зона полей из-под сои должна опаживаться плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя.

Важную роль в защите посевов сои от вредителей и болезней играет соблюдение оптимальных норм высева для каждого сорта. В том случае растения формируют оптимальный листовой аппарат, обеспечивающий активный фотосинтез. В загущенных посевах формируется слабая корневая система, продуктивность растений снижается в 2–3 раза.

Распространение вредных организмов в значительной мере зависят от общей культуры земледелия: содержание в чистоте от сорняков межполевых дорог и межей, очистка почвообрабатывающих машин при переезде с одного поля на другое, очистка комбайнов от соломы и половы.

При массовом появлении вредителя на первое место выступают химические меры борьбы. Химическая обработка проводится на основании обследования посевов, при котором определяются площадь заселения вредителем, его возраст. Учет численности фитофага позволяет оценить целесообразность проведения химобработки с учетом порога экономической вредоносности и принять решение по сортименту и норме расхода препарата (табл. 6.52).

Эффективным приемом в снижении вредоносности бобовых совков, лугового мотылька, листоедов является химическая защита. Вследствие открытого образа жизни они легко уничтожаются кишечными и контактными инсектицидами, включенными в список препаратов, разрешенных к применению. В результате опрыскивания посевов препаратами наблюдалось снижение поврежденности бобов на 89,0–92,5%.

Таблица 6.52

Экономические пороги вредоносности различных вредителей при урожайности 1,8–2,0 т/га (Н. В. Мащенко, 2012. 32 с.)

Стадии роста и развития сои	Вредитель	Численность вредителя
Всходы (семядоли, простые листья)	Листоед многоядный (попынный)	25–30 лич./м <sup>2</sup>
	Листоед соевый полосатый (блошка)	40–50 жук/м <sup>2</sup>
	Совка элла	2–3 гус./м <sup>2</sup>
	Медведица снежная	5–6 гус./м <sup>2</sup>
1–2-й тройчатый лист	Листоед многоядный (попынный)	5–8 лич./м <sup>2</sup>
2–4-й тройчатый лист	Луговой мотылек (I поколение)	20–25 гус./м <sup>2</sup>
3–6-й тройчатый лист	Донниковая совка	10–15 гус./м <sup>2</sup>
Начало цветения – начало бобообразования	Стальниковая совка	8 гус./м <sup>2</sup>
	Луговой мотылек (II поколение)	30–40 гус./м <sup>2</sup>
	Соевая плодоярка	8–10 яиц /100 бобов
Налив семян	Стальниковая совка	10 гус./м <sup>2</sup>

Против соевой плодоярки, листояда соевого полосатого (блошки) и многоядного (попынного), заселяющих зону поля, контактирующую с прошлогодними посевами сои, пустырями и многолетними травами, проводятся краевые опрыскивания. При активной миграции гусениц лугового мотылька из естественных резерваций и их очагов распространения эффективно своевременное проведение ленточных или барьерных опрыскиваний поперек направления движения гусениц вредителя.

Против корневого минера эффективен инсектицидный протравитель Круйзер. Он полностью очищает корневую систему сои от вредителя, снижает развитие корневых гнилей на 12% и увеличивает количество клубеньков до 20% (Н. В. Мащенко, 2012. 32 с.).

В последние годы во ВНИИ сои проводятся исследования по защите посевов сои от сорной растительности, вредителей и болезней. Были разработаны химические и биологические методы борьбы с вредителями сои, позволяющие снизить потери урожая семян на 10–15%. Наибольшая биологическая

эффективность в борьбе с корневой гнилью отмечена при использовании препаратов Скарлет и Максим – 22,8% (А. Н. Дубровин, 2013. С. 87-92).

По результатам исследований, проведенных в 2010–2014 гг., разработаны рекомендации применения высокоэффективных инсектицидных препаратов против основных вредителей сои. Самое экономически выгодное и целесообразное их внесение – 3-я декада июля – начало лета бабочек соевой плодожорки. Нельзя исключать и другие сроки, так как возможны массовые вспышки других вредителей, особенно лугового мотылька (А. Н. Дубровин, 2014. 16 с.).

Испытание более 10 инсектицидных препаратов на сое показало, что большинство из них довольно эффективно снизили вредоносность открыто живущих вредителей. Основной, до конца не решенной проблемой является борьба с узкоспециализированным вредителем сои – плодожоркой соевой. Единственный зарегистрированный к применению на сое препарат Шарпей – действующее вещество циперметрин.

Против корневого минера и цистообразующей нематоды в области рекомендуется протравливание семян препаратом Круйзер. Эффективными против фузариозной корневой гнили, фузариоза, аскохитоза, плесневения семян являются протравители Виталок КС и Максим КС (А. Н. Дубровин, И. Н. Новосадов, 2016. 20 с.).

В настоящее время в Амурской области недостаточно испытано биологических препаратов для защиты посевов сои. Группа компаний «Биона» предлагает для борьбы с болезнями: фузариоз, плесневение семян, антрокноз, аскохитоз, бурая пятнистость, серая гниль проводить предпосевную обработку семян препаратами: Респекта – 1 л/т, Нитрофикс Ж – 2 л/т, Нитрофикс П – 1,2 кг/т, Адьюгрейн – 1 л/т.

### **6.7. Уборка урожая сои**

В условиях Амурской области уборку сои ведут при полной спелости семян. К этому времени все листья опадают, бобы и стебли у большинства сортов приобретают бурую окраску, а семена затвердевают и имеют цвет, свойственный данному сорту.

В хозяйствах часто начинают уборку сои не скороспелого, а среднеспелого сорта, это свидетельствует о том, что в хозяйстве нарушаются оптимальные биологические сроки посева. Например, сорт сои Даурия с периодом вегетации 110 дней высевается с 10–12 мая, а скороспелый сорт Лидия, у которого период вегетации короче на 8 дней (102), высевается в конце мая – начале июня, то есть на 20–25 дней позже, что ставит оба сорта в условия,

---

не соответствующие биологическим требованиям их в тепловом режиме в период цветения.

На семенных участках уборку сои следует проводить при влажности семян 14–16%, поэтому в течение суток подрегулировку комбайнов следует осуществлять 2–3 раза. Уборку сои на товарные цели можно проводить при влажности зерна 12–16%. Уборка урожая при менее 12 %-й влажности семян приводит к появлению трещин на семенах и растрескиванию бобов. При влажности более 16% семена травмируются, ухудшается их качество, что приводит к недобору урожая.

Перед уборкой сои комбайны проходят тщательную подготовку. При необходимости их переоборудуют на низкий срез. Для обеспечения нормальной работы жатки рекомендуется отрегулировать пружины её уравнивания, чтобы при поднятии рукой делителя усилие составляло 20–25 кг. При уборке на рыхлой и влажной почве усилие снижается до 15–20 кг. Для уменьшения потерь за жаткой рекомендуется удлинить пальцы граблин мотвила до 310 мм.

Скорость комбайна не должна превышать 4,5–5,0 км/час, окружная скорость мотвила в процессе работы комбайна должна превышать поступательную скорость агрегата в 1,4–1,6 раза. Это означает, что на расстоянии 20 м мотвило должно сделать восемь-девять полных оборотов.

При настройке молотилки двух барабанных комбайнов большие шкивы устанавливаются на валы барабанов, а малые – на вал контрпривода. При этом первый барабан должен вращаться со скоростью 400–450, а второй – 600–650 об./мин. Зазоры на входе и выходе 1 и 2-го барабанов должны устанавливаться соответственно 24 и 12; 18 и 9 мм; перекрытие штифтов – 20–25 мм.

Суммарные потери зерна при уборке комбайном не должны превышать 2–3 %, дробление семян – не более 3%, содержание сорных примесей – не более 5%.

Большие площади посевов, недостаточная обеспеченность хозяйств комбайнами и комбайнерами не позволяют провести уборку в сжатые сроки. Почти ежегодно часть посевов попадает под снег, что ведет к значительным потерям зерна и ухудшению его качества.

В Амурской области при посеве скороспелых сортов в оптимальные биологические сроки (3-я декада мая) уборка начинается в конце сентября – начале октября. Чтобы начать уборку на 5–6 дней раньше, посев можно начать 15 мая; более ранние посевы снижают урожайность. Десикация ранних посевов позволяет начать уборку ещё раньше (на 7–10 дней).

Впервые на посевах сои в условиях Амурской области в 2013, 2014 гг. были проведены опыты по десикации препаратами нового поколения: Реглон Супер (д. в. дикват), Ураган Форте (калийная соль глифосата кислоты) и Тайфун (изопропиламинная соль глифосата кислоты). Опыты проведены со скороспелым сортом сои Лидия, среднеспелым МК 100 и позднеспелым сортом сои Марината.

На первом этапе изучения установлены оптимальные дозы и сроки внесения десикантов. В 2013 г. на растениях скороспелого сорта сои Лидия первая обработка была проведена за 24 дня до уборки (3 сентября), вторая – за 14 дней и третья – за 11 дней до уборки. Ураган Форте и Реглон Супер применяли в дозе 1,5 л/га. Через 5 дней хорошо проявилось действие препарата Реглон Супер, а на делянке, обработанной Ураганом Форте, растения практически не отличались от растений контрольного варианта (рис. 6.5).



**Рисунок 6.5.** *Влияние десикантов на растения сои через 5 суток после применения (в центре – Реглон Супер, справа – контроль, слева – Ураган Форте)*

Учёт урожая показал, что обработка за 24 дня до уборки привела к снижению урожайности сои на 0,07 т/га. Во второй срок небольшое снижение урожайности получено при внесении глифосата – 0,04 т/га. Реглон Супер наоборот немного повысил урожайность (на 0,06 т/га) за счет гибели сорных растений и растений сои, отставших в разви-

тии. При третьем сроке обработки оба десиканта не оказали влияния на урожайность сои (табл. 6.53). Максимальное содержание белка и азота в семенах сои отмечено при обработке посевов десикантом Реглон Супер за 14 дней до уборки.

На позднеспелом сорте сои Марината гербицид Ураган Форте, применяемый в качестве десиканта, вносили в дозах 1,5 и 3,0 л/га. Первая обработка посевов была проведена 17 сентября, за 18 дней до уборки, а вторая – 22 сентября, за 13 дней до уборки. Результаты опыта представлены в таблице 6.54.

Таблица 6.53

**Влияние десикации на урожайность и качество семян сои сорта Лидия**

Вариант опыта	Урожайность сои, т/га	Разница урожайности сои по отношению к контролю, ±	Содержание в семенах, %			
			белка	N	P	K
Контроль (без обработки)	1,82	–	39,6	6,34	0,44	3,41
Реглон Супер, 1-й срок	1,75	-0,07	39,5	6,31	0,46	3,43
Ураган Форте, 2-й срок	1,78	-0,04	39,4	6,30	0,47	3,52
Реглон Супер, 2-й срок	1,88	0,06	39,8	6,36	0,45	3,50
Ураган Форте, 3-й срок	1,84	0,02	39,7	6,35	0,45	3,47
Реглон Супер, 3-й срок	1,83	0,01	39,2	6,26	0,48	3,51
НСР <sub>05</sub>		0,16	0,5	0,07	0,02	0,10

Таблица 6.54

**Влияние десикации на урожайность и качество семян сои  
сорта Марината**

Вариант опыта	Урожай- ность сои, т/га	Прибавка урожайно- сти, ц/га	Содержание в семенах, %			
			белок	N	P	K
Контроль (без обработки)	1,22	—	38,0	6,08	0,37	3,06
Ураган Форте 1,5 л/га, 1-й срок	1,29	0,07	37,6	6,02	0,40	2,94
Ураган Форте 3 л/га, 1-й срок	1,27	0,05	37,7	6,03	0,49	3,12
Реглон Супер 1,5 л/га, 1-й срок	1,25	0,03	38,1	6,10	0,51	3,04
Ураган Форте 3 л/га, 2-й срок	1,28	0,06	38,6	6,17	0,37	3,09
Реглон Супер 1,5 л/га, 2-й срок	1,26	0,04	38,7	6,19	0,38	3,09
НСР <sub>05</sub>		0,14	1,7	0,27	0,24	0,25

В условиях 2013 г., при выпадении осадков в июле на 86 мм и в августе на 140 мм больше нормы и пониженной температуре в третьей декаде августа (меньше нормы на 1,7 °С), посевы сои поразились фузариозным трахомикозом. Особенно это сильно отразилось на сое позднеспелого сорта. Средняя урожайность сои сорта Марината получена на 0,5 т/га ниже показателя сои сорта Лидия.

В 2014 г. десикация сои среднеспелого сорта МК 100 проводилась на фоне основного внесения аммофоса в дозе 1,0 ц/га. Реглон Супер в дозе 1,5 л/га на удобренном фоне несколько увеличивал сбор зерна (на 0,09 т/га), а применение Тайфуна в дозе 3 л/га снижало сбор зерна на 0,05 т/га. Обработка сои дикватом ускорила созревание по сравнению с глифосатом на 5 дней.

---

Применение глифосата (изопропиламинной кислоты) в дозе 2,0–3,0 и 4,0 л/га на растениях скороспелого сорта Лидия показало, что оптимальная доза – 3 л/га. При раннем сроке посева сои этого сорта урожайность была на 0,61 т/га ниже, чем при посеве в конце мая. Реглон Супер несколько повышал урожайность сои – на 0,1 и 0,03 т/га на удобренном фоне и при внесении аммофоса соответственно. Десикация гербицидом Тайфун приводила к некоторому снижению урожайности на 0,05 т/га на удобренном и удобренном фоне.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение, что для десикации сои следует применять препараты контактного действия (Молоток, Реглон Супер, Суховей) с действующим веществом дикват в дозе 1,5 л/га, при обработке посевов при побурении бобов нижнего и среднего ярусов за 11–14 дней до уборки. Начинать уборку можно через 5–7 дней после внесения. Обработка глифосатами калийной соли (Ураган Форте, Раундап Экстра, Торнадо 500) в дозе 3,0 л/га позволяет начать уборку через 7–10 дней, а изопропиламинной соли (Раундап, Тайфун) в такой же дозе через 10–12 дней.

Ранние посева сои скороспелых сортов следует размещать на чистых от сорняков полях и применять комплекс гербицидов, обеспечивающих чистоту посевов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Соя – одна из самых важных бобовых культур в мире. Благодаря уникальному химическому составу и высокой усвояемости, она занимает первое место по распространению среди белково-масличных культур. Соевый белок по своему составу и биологической ценности превосходит белки всех возделываемых сельскохозяйственных культур и сопоставим с белками животного происхождения. В связи с планируемым существенным расширением посевов сои, большим разнообразием физических, физико-химических и химических свойств почв, нестабильными гидротермическими условиями, дефицитом материально-технических средств и кадров всех уровней в каждом хозяйстве необходимо дифференцированно применять наиболее эффективные модификации различных технологий возделывания.

Являясь основной экономически значимой сельскохозяйственной культурой в Амурской области, посевы сои постоянно увеличиваются. Например, в 2018 г. планировалось посеять сою на площади 950 тыс. га. Фактически соей засеяно 952 тыс. га, составило 101% планового показателя. Однако урожайность остается значительно ниже потенциальной возможности возделываемых в области сортов.

Получение высокой стабильной урожайности сои невозможно без соблюдения основных требований агротехники:

- подбор сортов с учетом их биологических особенностей, агроклиматических, материально-технических и трудовых ресурсов каждого хозяйства;

- повышение плодородия почв и эффективного применения удобрений;

- соблюдение сортовой агротехники;

- внедрение севооборотов без повторных посевов сои;

- поддержание баланса органического вещества и элементов минерального питания на уровне 100–110%, близкой к оптимальной (рН 6,5) кислотности почвенного раствора, равновесного содержания подвижного фосфора до средней обеспеченности ( $P_2O_5$ , 36–55 мг/кг почвы), соблюдение оптимальных сроков, способов посева и норм высева, глубины заделки семян и других агроприемов.

Таким образом, внедрение результатов выполненных исследований позволит повысить урожайность сои в 1,5–2 раза. Для получения более высокой продуктивности данной зернобобовой культуры требуются новые научные разработки в области селекции и агротехники.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонин Н. С. Критические периоды и периоды максимальной эффективности в питании растений // Химизация соц. с.-х. земледелия, 1940. № 7. С. 25–31.
2. Агроклиматический справочник по Амурской области. Л.: Агрометиоиздат, 1970. 136 с.
3. Агрохимическая характеристика почв Зейско-Буреинской равнины и эффективность удобрений на них / Г. В. Голов, Д. Н. Костиков, Г. Ф. Свеженцева и др. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1967. 86 с.
4. Агроэкономическая оценка предшественников и звеньев севооборотов на пойменной аллювиальной почве северной зоны Амурской области / А. Е. Алёшин, В. М. Пенчуков, Я. Я. Скродерс, Г. К. Шелевой // Вопросы растениеводства в Приамурье. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1973. С. 49–58.
5. Адаптивные и прогрессивные технологии возделывания сои и кукурузы на Дальнем Востоке: метод. рек. / под редакцией А. К. Чайка. Владивосток: «Дальнаука», 2009. 140 с.
6. Алёшин А. Е. Предшественники и звенья севооборота на луговой глееватой почве // Вопросы растениеводства в Приамурье. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1973. С. 64–88.
7. Асаров Х. С., Ань До. Значение для сои и фасоли соотношения между кальцием, фосфором и калием в питательной среде // Агрохимия, 1966. № 4. С. 35–44.
8. Багаев В. Б. Влияние временного исключения фосфора из питательной смеси в период цветения на рост и развитие сои / В. Б. Багаев // Доклады Академии наук СССР, новая серия Т.Х.С., 1953.
9. Баранов В. Ф., Кочегура А.В., Лукомец В.М. Соя на Кубани. Краснодар, 2009. 322 с.
10. Баранов П. А. Об удовлетворении потребности растений в сере и сероводержащих удобрениях // Химия в сельском хозяйстве, 1969. № 1. С. 18–22.
11. Басистый В. П. Известкование пахотных земель в Хабаровском крае / В. П. Басистый, С. Н. Юрова, А. И. Кофан. Новосибирск: Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1990. 23 с.
12. Беликов И. Ф. Развитие растений в зависимости от размещения / И. Ф. Беликов // Соя. М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. С. 88–94.

13. Белько Д. И. Ранняя обработка зяби как средство борьбы с сорняками // Проблемы сельского хозяйства Приамурья. Хабаровское кн. изд-во, 1966. Т. 1. С. 17–20.
14. Богомолов В. А., Шильников И. А. Влияние тонины помола известняков различной прочности на эффективность известкования // Агрoхимия, 1979. № 3. С. 83–89.
15. Бурлака В. В. Растениеводство Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1970. 396 с.
16. Бурлака В. В. Растениеводство Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1965. 496 с.
17. Бурлака В. В., Басистый В. П., Калинина Н. А. Влияние удобрений на урожайность сои в условиях переувлажнения почвы // Проблемы сельского хозяйства Приамурья: Благовещенск: Хабаровское кн. изд-во, 1966. С. 69–75.
18. Бурлака В. В., Пенчуков В. М., Скродерс Я. Я. Соя в северных районах Амурской области. Благовещенск: Типография № 1 Амурского областного отделения по печати, 1971. 96 с.
19. Влияние фосфоритно-карбонатной муки Архаринского месторождения на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур / И. Г. Ковшик, Е. Т. Наумченко, В. Ф. Прокопчук, В. В. Русаков // Бюллетень ВНИИ удобрений и агропочвоведения им. Д. Н. Прянишникова. М., 2003. № 117. С. 121–124.
20. Воложенин А. Г. Основные вопросы агротехники сои при комплексной механизации. Владивосток, 1965. С. 79–106.
21. Гедройц К. К. Избранные сочинения. М.: Изд-во «Сельскохозяйственная культура», 1955. Т. 1. 590 с.
22. Геращенко И. Г., Ковшик И. Г. Влияние удобрений на формирование репродуктивных органов сои // Применение удобрений в Приамурье: науч.-техн. бюл. Новосибирск, 1980. Вып. 20. С. 29–34.
23. Голов В. И. Круговорот серы и микроэлементов в основных агро-системах Дальнего Востока. Владивосток: «Дальнаука», 2004. 316 с.
24. Голов В. И., Прокопова Т. К. Об эффективности серных удобрений на почвах Дальнего Востока // Пути повышения продуктивности растениеводства на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 44–56.
25. Голов Г. В. Агрoхимическая характеристика почв Амурской области // Агрoхимическая характеристика почв СССР. М.: Наука, 1971. С. 108–151.

26. Голов Г. В. Закономерности фиксации и распределения фосфатов в некоторых почвах Зейско-Буреинской равнины // Проблемы сельского хозяйства Приамурья. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1969. Т. 2. С. 47–51.
27. Голубев В. В. Обработка почвы // Соя: сб. статей. М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963. С. 39–43.
28. Голубев В. В. Система земледелия в Приамурье: учебное пособие. Благовещенск: Изд-во БСХИ, 1981. 86 с.
29. Голубев В. В. Углубление пахотного слоя лугово-черноземовидных почв Амурской области // автореф. дис. канд. с.-х. наук. Благовещенск, 1961. 32 с.
30. Грицун А. Т. К вопросу о потребности сои в основных элементах питания в условиях эффективного использования минеральных удобрений // Бюллетень науч.-техн. информации ДальНИИСХ. 1958. № 5. С. 3.
31. Грицун А. Т. Основы возделывания сои в Приморье. Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1981. 160 с.
32. Грицун А. Т. Применение удобрений в Приморском крае. Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1964. 438 с.
33. Грицун А. Т. Применение удобрений под сою // Соя в Приморском крае. Владивосток, 1965. С. 107–160.
34. Грицун А. Т. Система удобрений под сою в Приморском крае // Биология, селекция и возделывания сои. Благовещенск, 1971. С. 93–104.
35. Громова А. И. Биологические основы высокой урожайности семян крупной фракции у сои // Труды Благовещенского сельскохозяйственного института. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1971. Т. 6. Вып. 2. С. 50–57.
36. Гунина А. М. Болезни сои в Амурской области // Труды Амурской с.-х. опытной станции. 1968. Т. 2, Вып. 2. С. 73–80.
37. Гунина А. М. Болезни сои в Амурской области // Биология и возделывания сои. Владивосток, 1971. С. 163–167.
38. Гунина А. М., Дубовицкая Л. К. Влияние зараженности семян сои болезнями на посевные и урожайные качества: науч.-техн. бюл. / ВНИИ сои. 1983. Вып. 11. С. 47–51.
39. Дубовицкая Л. К. Корневые гнили сои // Масличные культуры. 1984. № 4. С. 40.
40. Дубовицкая Л. К. Корневая гниль сои в Приамурье и обоснование мер борьбы с ней // автореф. дис. канд. с.-х. наук. ВИЗР. Л.: 1987. 16 с.

41. Дубровин А. Н. Применение химических средств основными вредителями сои // Методическое пособие ВНИИ сои. Благовещенск: ООО «Типография», 2014. 16 с.
42. Дубровин А. Н., Новосадов И. Н. Итоги работы по борьбе с вредителями и болезнями сои // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока: сб. науч. тр. ВНИИ сои. Благовещенск: ООО «Типография», 2013. Т. 1. С. 87–92.
43. Дубровин А. Н., Новосадов И. Н. Технологические приёмы оптимизации фитосанитарного состояния соевого агроценоза // Методические рекомендации ФГБНУ ВНИИ сои. Благовещенск: ИПК «Одеон», 2016. 20 с.
44. Духовный В. Н. Состояние и пути повышения плодородия почв // Почвы Амурской области. Благовещенск: Амурпрполиграфиздат, 1987. С. 6–11.
45. Енкен В. Б. Соя. М.: Сельхозгиз, 1959. 622 с.
46. Енкен В. Б., Рубцова В. В. Возможности возделывания сои в Западной Сибири // Соя: сб. статей. М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. С. 134–158.
47. Жарких А. А. Жизнь растительного организма и вода. Хабаровское кн. изд-во, 1976. 144 с.
48. Заостровных В. И. Экологическая классификация вредных организмов сои // Пути повышения продуктивности полевых культур на Дальнем Востоке: Сб. науч. тр. Благовещенск: Изд-во ПКИ «Зея», 2004. С. 48–58.
49. Заостровных В. И., Дубовицкая Л. К. Вредные организмы сои и система фитосанитарной оптимизации её посевов. Новосибирск, 2003. 528 с.
50. Захарова Е. Б. Зависимость урожайности сои и агрофизических показателей плодородия от плотности сложения почвы // Пути воспроизводства плодородия почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур в Приамурье. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2003. С. 9–14.
51. Землянская Ю. Е. Продуктивность новых сортов сои в зависимости от норм и способов посева // Пути воспроизводства плодородия почв и повышение урожайности сельскохозяйственных культур в Приамурье. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2002. Вып. 8. С. 37–43.
52. Зимовец Б. А. Почвенно-геохимические процессы муссонно-мерзлотных ландшафтов. М.: Изд-во Наука, 1967. 165 с.

- 
53. Золотницкая М. И. Жизнь, оставившая след // Амурская правда. Благовещенск, 1967. 18 мая. С. 2.
  54. Золотницкий В. А. Соя на Дальнем Востоке. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1962. 248 с.
  55. Зональная система земледелия (на ландшафтной основе). А. И. Пупонин, Г. И. Баздырев и др. // под ред. А. И. Пупониной. М.: Колос, 1995. 287 с.
  56. Зональная система земледелия Амурской области. Ответственный редактор В. Ф. Кузин. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1982. 228 с.
  57. Зональная система земледелия Амурской области. Ответственный редактор В. Ф. Кузин. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1985. 272 с.
  58. Иванов Г. И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 200 с.
  59. Известкование кислых почв / В. П. Басистый, Е. И. Исаева, Н. А. Калинина [и др.] // В кн. Научные основы и рекомендации по применению удобрений в районе Зауралья, Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Западно-Сибирское кн. изд-во, 1976. С. 178–184.
  60. Известкование кислых почв в Амурской области: методические рек. / В. Ф. Кузин, И. Г. Ковшик и др. Новосибирск, 1983. 58 с.
  61. Казачков Ю. Н. Бор в почвах юга Дальнего Востока и его накопление основными культурами в связи с применением борных удобрений // Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1975. 30 с.
  62. Казачков Ю. Н., Куркаев В. Т. Влияние цинковых удобрений на урожай сои и кукурузы // Труды Амурской сельскохозяйственной станции. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1965. Т. 1. С. 126–128.
  63. Казачков Ю. Н., Куркаев В. Т. Применение микроудобрений под сою и кукурузу // Проблемы сельского хозяйства Приамурья. Хабаровское кн. изд-во, 1966. Т. 1. С. 91–94.
  64. Картер Дж. Л., Хартвиг Э. Агротехника сои // Соя. М.: Изд-во Колос, 1970. С. 211–292.
  65. Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои / Н. Д. Фоменко, В. Т. Синеговская, Н. С. Слободяник и др. Благовещенск: ООО «ИПК «Одеон», 2015. 96 с.
  66. Качияни А. И. Почвы земледельческих районов Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1954. 162 с.

- 
67. Клеткина О. О. Основоположник селекции и семеноводства сои в Приамурье (о жизни и деятельности ученого селекционера В. А. Золотницкого). Благовещенск: ООО «Типография», 2012. 32 с.
  68. Ключева В. Ф. Характеристика бурых лесных глеевых почв восточного и северного агропочвенных районов Зейско-Бурейской равнины // Пути повышения плодородия почв Приамурья: науч.-техн. бюл. СО ВАСХНИЛ. Новосибирск, 1982. Вып. 18. С. 27–32.
  69. Ковшик И. Г. Современные технологии возделывания полевых культур в зерно-соевых севооборотах Приамурья // Состояние и перспективы развития земледелия Амурской области: рекомендации: Благовещенск: ПКИ «Зея», 2002. С. 46–51.
  70. Ковшик И. Г., Кузьмин М. С. Исследование фосфорного питания сои с использованием  $^{32}\text{P}$  // Селекция и агротехника сои: сб. науч. тр. СО ВАСХНИЛ. Новосибирск: Изд-во СО ВАСХНИЛ, 1982. С. 72–81.
  71. Ковшик И. Г., Науменко А. В. Проблемы повышения плодородия почв и применения удобрений в Амурской области // Агронабформ (спец. выпуск). 2015, сентябрь. С. 28–29.
  72. Ковшик И. Г., Науменко А. В. Климатические и погодные условия юга Амурской области и их влияние на урожайность сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2015. № 4 (36). С. 8–13.
  73. Ковшик И. Г., Наумченко Е. Т. Усвоение соей фосфора из фосфоритной муки // Интенсификация возделывания сои на Дальнем Востоке: Сб. науч. трудов. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1984. С. 55–62.
  74. Ковшик И. Г., Тильба В. А. Различные варианты технологий возделывания сои в Приамурье: Методические рекомендации // ГНУ ВНИИ сои ДВРАНЦ РАСХН. – Благовещенск: ООО «Типография», 2013. 20 с.
  75. Коломийцев Ф. Б. Сорная растительность Амурской области и меры с ней / Ф. Б. Коломийцев и др. Благовещенск: ИПК Приамурье, 2003. 168 с.
  76. Колосков П. И. Климат сои и климатически возможные районы её культуры в Дальневосточном крае. Хабаровск: Дальгиз, 1932. С. 28–32.
  77. Коноплев А. И. Повреждение семян сои в процессе сушки // Труды (растениеводство и земледелие). Хабаровск: Изд-во, 1977. Т. XII. С. 101–104.
  78. Костиков Д. Н. Об эффективности применения микроудобрений в условиях Амурской области // Почвы, удобрения и урожай сельскохозяйственных культур в Приамурье. 1976. Вып. 1. С. 59–65.
-

- 
79. Костиков Д. Н. Содержание микроэлементов в почвах Зейско-Бурейской равнины // Вопросы изучения почв Амурской области и повышение их плодородия: сб. науч. тр. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1975. С. 72–80.
  80. Кузин В. Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1976. 248 с.
  81. Кузин В. Ф., Малыш Л. К. О сортовом размещении сои в Амурской области // Селекция, семеноводство и агротехника сои. Новосибирск: Изд-во СО ВАСХНИЛ, 1977. С. 48–54.
  82. Кузьмин М. С. Минимальная обработка почвы в Амурской области. Благовещенск: ОАО ПКИ «Зея», 2010. 192 с.
  83. Кузьмин М. С. Отзывчивость сортов сои на внесение минеральных удобрений и извести // Применение удобрений в Приамурье: науч.-техн. бюл. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1980. Вып. 20. С. 22–29.
  84. Кулик Л. Селу Садовое – 120 лет: Начало славных дел // Амурский маяк. 2004. 13 августа. С. 4–5.
  85. Курдин Д. А., Павлов Н. В. Применение удобрений и извести на кислых почвах Приамурья. Благовещенск, 1975. 22 с.
  86. Курдин Д. А., Миклушонок В. Ф., Сырой А. А. Рядковый способ внесения удобрений под сою // Труды Амурской с.-х. опытной станции. Благовещенск: Амурское кн. изд-во, 1961. С. 280–290.
  87. Куркаев В. Т. Агрохимические основы применения удобрений в Амурской области // Автореф. дис. д-ра. с.-х. наук. Воронеж, 1972. 38 с.
  88. Куркаев В. Т. Применение удобрений в Приамурье. Хабаровское кн. изд-во, 1965. 72 с.
  89. Куркаев В. Т., Голов В. И. Методические указания по применению молибдена под сою. Благовещенск: Амурское кн. изд-во, 1962. 23 с.
  90. Куркаев В. Т., Курдин Д. А. Удобрение сои. Благовещенск: Амурское кн. изд-во, 1963. 20 с.
  91. Куркаев В. Т., Шелевой Г. К., Степкин Р. Н. Почвы и диагностика питания растений в Приамурье: методические рек. Новосибирск, 1978. 94 с.
  92. Лещенко А. К. Культура сои. Киев: «Наукова думка», 1978. 236 с.
  93. Лещенко А. К., Касаткин Б. В., Хотулев М. И. // Соя. М.: 1948. 272 с.
  94. Лисина К. И. Возделывание сои в поукосных посевах // Оптимизация условий возделывания сои в Приамурье: сб. науч. тр. Новосибирск, 1981. С. 98–103.
-

95. Мазен Д. А. Состав обменных катионов в выщелочном чернозёме при длительном применении различных систем удобрения // Материалы 39-й Международной науч. конф. «Агрохимическая эффективность применения средств химизации в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур». М., 2005. С. 12–15.
96. Макаров В. Н. Влияние плотности почвы на содержание элементов минерального питания в пахотном горизонте и урожай сои // Условия произрастания и урожай сои: науч. труды. Новосибирск, 1978. С. 46–51.
97. Макаров В. Н. Действие плотности почвы на формирование урожая сои // Вопросы возделывания с.-х. культур в Амурской области. Новосибирск, 1976. С. 99–103.
98. Макаров Р. Ф., Архипова В. В. Влияние длительного применения удобрений на плодородие типичного чернозёма и продуктивность севооборота // Бюллетень ВНИИ удобрений и агропочвоведения, 2001. № 115. С. 46–47.
99. Малыш К. К. Сделано селекционерами // Амурская правда. Благовещенск, 1963. 20 апреля. С. 2.
100. Малыш К. К. Сорты сои в Амурской области // Амурская правда. 1961. 2 декабря. № 285 (12448). С. 2.
101. Малыш К. К. Соя в Амурской области. Благовещенск, 1951. 64 с.
102. Мащенко Н. В. Наиболее распространенные вредители сои в Приамурье и меры борьбы с ними: методическое пособие. Благовещенск: Изд-во ПКИ «Зея», 2012. 32 с.
103. Мащенко Н. В. Насекомые – вредители сои: методические рек. Новосибирск, 1984. 136 с.
104. Мащенко Н. В. Фитосанитарный мониторинг сои. Благовещенск: ОАО ПКИ «Зея», 2008. 191 с.
105. Мащенко Н. В., Коломийцев Ф. Б. Современное состояние и перспективы защиты сои от сорняков, вредителей и болезней в Амурской области // Состояние и перспективы научного обеспечения АПК Дальнего Востока: сб. науч. тр. РАСХН. Дальневосточный КЦ. ГНУ ВНИИ сои. Благовещенск: Типография, непосредственно подчиненная УВД по Амурской области, 2009. С. 87–98.
106. Морозов Н. Лаборатория «Амурской чудесницы» // Амурская правда. 1967. 5 июля. № 157 (14165). С. 4.
107. Муха В. Д., Лазарев В. И. Изменение физико-химических свойств чернозёма типичного при его длительном сельскохозяйственном использовании // Агрохимия, 2003. № 1. С. 5–7.

- 
108. Мякушко Ю. П. О селекции сои в Соединенных Штатах Америки // Селекция и семеноводство. 1972. № 4. С. 75–76.
  109. Мякушко Ю. П., Баранов В. Ф. Соя. М.: Колос, 1984. 332 с.
  110. Надёжкин С. М., Надёжкина Е. В., Лебедева Т. Б. Изменение плодородия чернозёма, выщелоченного при различных системах удобрений // Тезисы докладов 2-го съезда общества почвоведов. М., 1996. Кн. 1. С. 378–379.
  111. Неунылов Б. А., Слабко Ю. И. Азотное питание сои // Агрохимия, 1967. № 11. С. 45–51.
  112. Неунылов Б. А., Слабко Ю. И. Использование соей азота из удобрения при разных сроках его внесения // Агрохимия, 1968. № 12. С. 3–9.
  113. Николаева В. Т. Симбиотическая деятельность посевов сои в зависимости от условий выращивания // Интенсификация семеноводства на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. Новосибирск, 1985. С. 40–47.
  114. Новак А. Г. Возделывание сои. М.: Россельхозиздат, 1964. 104 с.
  115. Новак А. Г. Основные вопросы земледелия Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1953. 358 с.
  116. Огороков В. В. Влияние систем и удобрений на плодородие серой лесной почвы Владимирского Ополя // Агрохимия, 1997. № 9. С. 20–28.
  117. Олроге А. Дж. Минеральное питание сои. Соя. М., 1970. С. 165–210.
  118. Онищук В. С. Почвы юго-западной части Зейско-Буреинской равнины и качественная их оценка // Автореф. дис. канд. с.х. наук. Уфа, 1969. 24 с.
  119. Онищук В. С. Почвы юго-западной части Зейско-Бурейской равнины (классификация и диагностика). Благовещенск, 1970. 73 с.
  120. Онищук В. С., Панасюк А. Н. Комплексная характеристика и оценка почвенных ресурсов равнинных ландшафтов для системы технологий и машин в растениеводстве Приамурья. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2010. 324 с.
  121. Опыт возделывания сои по интенсивной технологии в Приамурье / В. А. Тильба, В. Т. Синеговская и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 174 с.
  122. Опыт возделывания сои по интенсивной технологии в Приамурье: брошюра. М. ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 176 с.
  123. Организация и технология комплексного агрохимического окуль-

- туривания полей в Приамурье / Н. М. Завальнюк, А. И. Коноплёв, И. Г. Ковшик [и др.] // Методические рекомендации. Новосибирск, 1986. 40 с.
124. Пенчуков В. М. Вопросы возделывания сои в Амурской области // Вопросы растениеводства в Приамурье. Благовещенск, 1973. С. 3–21.
125. Пенчукова Н. А. Распределение фосфора, усвояемого листом, между органами сои // Проблемы сельского хозяйства Приамурья, 1969. Т. 2. С. 72–75.
126. Пенчукова Н. А., Тарануха В. М., Белый Н. И. Эффективность известкования // Вопросы возделывания основных сельскохозяйственных культур в Амурской области. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1976. С. 157–164.
127. Пенчукова Н. А., Шелевой Г. К. Особенности применения удобрений в Приамурье. Благовещенск: Изд-во БСХИ, 1974. 135 с.
128. Попов Е. В. Влияние длительного применения удобрений на физико-химические свойства чернозема выщелоченного // Материалы 3-й Международной научной конференции «Агроэкологическая эффективность применения средств химизации в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур». М.: 2005. С. 73–76.
129. Посыпанов Г. С. Кормовые зернобобовые культуры. М.: Изд-во «Знание», 1979. 65 с.
130. Продуктивность сои в зависимости от действия серосодержащих удобрений / Г. К. Шелевой, И. Г. Ковшик и др. // Факторы повышения продуктивности сои: сб. науч. тр. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1983. С. 53–64.
131. Прокопчук В. Ф., Ковшик И. Г., Наумченко Е. Т. Повышение эффективности минеральных удобрений под сою в Амурской области // Резервы повышения продуктивности сои: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ. Сибирское отд-е. ВНИИ сои. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1990. С. 140–144.
132. Прокопчук В. Ф., Наумченко Е. Т. Классификация и диагностика почв Дальневосточной таежно-лесной и Восточной буро-зелено-лесной областей. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2003. 58 с.
133. Прохоров П. П. Нематоды растений сои разных сортов // Вопросы возделывания основных сельскохозяйственных культур в Амурской области. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1976. С. 59–64.

- 
134. Прохоров П. П. Нематоды сои Верхнего Приамурья // Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1973. 23 с.
  135. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения // Химизация сельского хозяйства. М.: Гос. изд-во сельскохоз. лит., 1953. Т. 3. 686 с.
  136. Псарева О. С. Влияние длительного применения удобрений на некоторые показатели почвы и продуктивность сахарной свеклы: труды молодых учёных. Воронеж: Изд-во, 2001. № 2. С. 52–57.
  137. Ратнер Е. И. Питание растений и применение удобрений. М.: Изд-во «Наука», 1965. 224 с.
  138. Ратнер Е. И., Акимочкина Т. А., Самойлова С.А. Об избирательном накоплении и исключении отдельных минеральных веществ в клубеньках сои // Агрехимия, 1970. № 2. С. 15–22.
  139. Рачук В. В. Современное состояние и прогноз изменения агроклиматических ресурсов в южной зоне Приамурья // Дальневосточный аграрный Вестник, 2010. Вып. 2(14). С. 37–44.
  140. Результаты и перспективы использования классических методов сои / Н. Д. Фоменко, Г. Н. Беляева, Е. Н. Мельникова, С. А. Титов // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока: сб. науч. трудов. ГНУ ВНИИ сои. Благовещенск: ООО «Типография», 2013. Т. 1. С. 19–25.
  141. Рязанцева Т. П., Малыш Л. К. Некоторые вопросы создания исходного материала для селекции сои в Приамурье // Некоторые вопросы селекции и биологии сои. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1975. С. 30–34.
  142. Салтанов М. Д. Возможности использования диагностики при определении потребности сои в удобрении // Биология, селекция и возделывания сои. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1971. С. 81–84.
  143. Салтанов М. Д. О диагностике минерального питания сои на основе её химического состава // Проблемы сельского хозяйства Приамурья. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1969. С. 55–61.
  144. Салтанов М. Д., Целковский Г. А. Влияние серы на химический состав и урожай сои на некоторых почвах Приамурья: научн.-техн. бюл. // ВНИИ сои, 1976. С. 58–68.
  145. Салтанов М. Д., Целковский Г. А., Неробелова С. С. Влияние элементарной серы на химический состав растений и урожай сои на лугово-черноземовидных почвах Амурской области // Некоторые

- 
- вопросы селекции и биологии сои. Благовещенск: Хабаровское кн. изд-во, 1975. С. 110–114.
146. Сальников В. К. Возделывание сои в США и Канаде. М.: ВНИИ ТЭИ сельхоз ВАСХНИЛ, 1972. 49 с.
147. Сверлова Л. И. Агроклиматические ресурсы и оценка биоклиматической продуктивности земель колхозов и совхозов Амурской области. Благовещенск: РИО Амурпромграфиздата, 1986. 180 с.
148. Серебренникова Н. И., Гунина А. М., Дубовицкая Л. К. Эффективность комплексной защиты сои от вредителей и болезней // Факторы повышения продуктивности сои: сб. науч. тр. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1983. С. 84–89.
149. Сингх Гарикбал. Рациональное использование воды при выращивании сои // Соя, биология, производство, использование / под ред. Гарикбал Сингха. Киев: Издательский дом «Зерно», 2014 г. 656 с.
150. Синеговская В. Т., Неробелова С. С. Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов сои в зависимости от технологий её возделывания // Селекция и технология производства сои. Благовещенск: Изд-во «Полисфера», 1997. С. 77–83.
151. Система земледелия Амурской области / отв. ред. В. А. Тильба. Благовещенск: ИПК «Приамурье», 2003. 304 с.
152. Система земледелия Амурской области / под общей ред. П. В. Тихончука. Благовещенск: Из-во ДальГАУ, 2016. 574 с.
153. Сичкарь В. И. Особенности выращивания сои в США и Канаде. М.: ВНИИ ТЭИ сельхоз ВАСХНИЛ, 1980. 48 с.
154. Слободяник Н. С. Влияние сроков сева сортов сои на урожайность // Результаты и направления исследований по сое на Дальнем Востоке и в Сибири: сб. науч. тр. Благовещенск: ООО «Типография», 2012. С. 61–72.
155. Сметанова В. А. Влияние длительного применения удобрений на плодородие выщелоченного чернозема и каштановой почвы в условиях юга России: автореф. дис. канд. биол. наук (06.01.04) / В. А. Сметанова. М.: МГУ, 2004. 23 с.
156. Совершенствование структуры посевных площадей в Амурской области на основе эффективных севооборотов / В. Ф. Кузин, С. П. Присяжная и др. // Интенсификация соеводства на Дальнем Востоке. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1985. С. 3–11.
-

- 
157. Соколов А. В. О наличии в почвах обменного алюминия // Почвоведение. 1960. № 1. С. 17–23.
  158. Состояние и перспективы исследований по минеральному питанию и удобрению сои / М. Д. Салтанов, Г. К. Шелевой и др. // Условия произрастания и урожай сои: науч. труды. Новосибирск: Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1978. С. 19–26.
  159. Соя / Г. П. Лавриненко, А. А. Бабич, В. Ф. Кузин, Е. П. Губанов. М.: Россельхозиздат, 1978. 189 с.
  160. Соя в восточных районах страны / В. П. Черноголовин, Г. Т. Козьмин, В. В. Бурлака и др. Благовещенск: Амурское областное управление по печати, 1971. 124 с.
  161. Соя в России / А. В. Федотов, С. Г. Гочаров, О. В. Столяров и др. М.: Агролиги России, 2013. 432 с.
  162. Соя в южных районах Амурской области / В. И. Рафальский, Г. Т. Лавриненко, Г. П. Лавриченко [и др.]. Благовещенск, 1972. 124 с.
  163. Соя на Дальнем Востоке / А. П. Ващенко, Н. В. Мудрик, П. П. Фисенко [и др.]. Владивосток: Изд-во «Дальнаука», 2010. 436 с.
  164. Степкина Р. Н. Эффективность систематического применения удобрений в севообороте на лугово-черноземовидных почвах Приамурья. Благовещенск: ДальГАУ, 2001. 146 с.
  165. Субба Рао А., Самми Редди К. Управление питанием сои // Соя, биология, производство, использование / под ред. Гарикбал Сингха. Киев: Издательский дом «Зерно», 2014. С. 237–274.
  166. Терентьев А. Т. Почвы Амурской области и их сельскохозяйственное использование. Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1969. 275 с.
  167. Технологии и комплекс машин для производства зерновых культур и сои в Амурской области: коллект. науч. монография / В. А. Тильба, В. Т. Синеговская и др. Благовещенск: ОАО «Агромакс-информ», 2011. 137 с.
  168. Технология возделывания сои / под редакцией А. К. Чайка, В. А. Тильбы, А. П. Шиндино. М.: РосАроХим, 2010. 46 с.
  169. Технология возделывания сои на Дальнем Востоке: реком. / В. М. Конечный и др. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1970. 24 с.
  170. Тильба В. А. Совершенствование возделывания сои в Приамурье // Земледелие, 2010. № 3. С. 8–9.
  171. Тильба В. А. Совершенствование системы земледелия в Амурской области // Состояние и перспективы развития земледелия в Амурской области: рекомендации: Благовещенск: ПКИ «Зея», 2002. С. 21–28.
-

- 
172. Тишков Н. М. Изменение агрохимических свойств чернозёма выщелоченного при длительном применении удобрений в севообороте с масличными культурами: науч.-техн. бюлл. ВНИИ масличных культур. 2003. № 2. С. 37–48.
  173. Олроге А. Дж. Минеральное питание сои // Соя. М.: Колос. 1970. С. 165–211.
  174. Токарев В. Процент удачи: Документальная повесть // Амурская правда. Благовещенск. 1991. 26,27 декабря. 4,5,6, 8, 15 марта. С. 3.
  175. Толмачев М. В. Влияние способов посева на фотосинтетическую деятельность и урожайность сои // Научное обеспечение соеводства Дальнего Востока и Сибири. Благовещенск: ПКИ «Зея», 2006. С. 123–127.
  176. Федчун А. А. Известкование почв в Приморском крае. Владивосток: Изд-во РКФ «Рокада», 1997. 146 с.
  177. Филимонова Л. Н., Посыпанов Г. С. Потребление азота, фосфора и калия соей в оптогенезе при питании минеральным и фиксированным азотом // Известия ТСХА. 1970. Вып. 2. С. 41–52.
  178. Фирсов А. Н. К характеристике почвенного покрова юго-восточной части Зейско-Буреинского междуречья // Почвенная и агромелиоративная характеристика южной части Зейско-Буреинского междуречья. Благовещенск: Амурское кн. изд-во, 1959. С. 65–88.
  179. Фоменко Н. Д., Беляева Г. Н., Мельникова Е. Н. Особенности амурских сортов сои и их хозяйственно-полезные признаки // Аграрные проблемы соеяющих территорий Азиатско-Тихоокеанского региона: сб. науч. трудов РАСХН. Дальневосточный аграрный научный центр. ГНУ ВНИИ сои. Благовещенск: ПКИ «Зея», 2011. С. 57–60.
  180. Фоменко Н. Д., Беляева Г. Н., Мельникова Е. Н., Титов С. А. Результаты и перспективы использования классических методов селекции сои // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока: Сб. науч. трудов по материалам науч.-практ. конференции, посвященной 45-летию создания Всероссийского ВНИИ сои. Благовещенск: ООО «Типография». 2013, Т. 1. С. 19–25.
  181. Хван А. В., Прилипенко Р. Д. Влияние переувлажнения почвы на биологию сои // Проблемы сельского хозяйства Приамурья: Хабаровское кн. изд-во, 1966. Т. 1. С. 106–107.
  182. Худолеев В. В. Влияние пожнивных сидератов на симбиотическую азотфиксацию и урожайность сои // Пути воспроизводства плодородия почв и повышения урожайности сельскохозяйственных куль-

- тур в Приамурье: сб. науч. трудов. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2002. Вып. 8. С. 79–84.
183. Худолеев В. В., Проопчук В. Ф. Сравнительная характеристика различных пожнивных сидератов в зерно-соевых севооборотах // Пути воспроизводства плодородия почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур в Приамурье: сб. науч. трудов. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2002. Вып. 8. С. 85–89.
184. Целковский Г. А. Влияние элементарной серы на химический состав растений и урожайность сои на бурой лесной почве // Условия произрастания и урожай сои: науч. труды. Новосибирск: Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1978. С. 41–46.
185. Чайка А. К. Аграрные проблемы соесеющих территорий АПК // Аграрные проблемы соесеющих территорий Азиатско-Тихоокеанского региона: сб. науч. трудов РАСХН, Дальневосточный науч. центр, ГНУ ВНИИ сои. Благовещенск: ПКИ «Зея», 2011. С. 6–12.
186. Чепелев Р. Д. Сорная растительность Приамурья. Благовещенск: Хабаровское кн. изд-во, 1977. 72 с.
187. Чириков В. Ф. Агрохимия калия и фосфора. М.: Сельхозиз., 1956. С. 43–54.
188. Чухно Т. В. Площади питания растений сои, способы посева // Некоторые вопросы селекции, биологии и агротехники сои: науч.-техн. бюллетень. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1977. Вып. 5–6 С. 55–60.
189. Шалунова Л. П., Конечный В. М. Оптимизация условий развития в посевах с узкими междурядьями // Оптимизация условий возделывания сои в Приамурье. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1981. С. 19–26.
190. Шелевой Г. К. Изучение сорбции и передвижения фосфат-ионов в почвах Амурской области // Тр. Благовещенского с.-х. института. Благовещенск: Изд-во БСХИ, 1971. Т. 6. Вып. 2. С. 85–93.
191. Шелевой Г. К., Ключева В. Ф., Якименко М. В. Оптимизация почвенных условий в зерновых севооборотах // Оптимизация условий возделывания сои в Приамурье: сб. науч. трудов. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1981. С. 3–13.
192. Шелевой Г. К., Куркаев В. Т. Удобрение полевых культур в Амурской области. Благовещенск: Амурское кн. изд-во, 1971. 92 с.
193. Шелевой Г. К., Рафальский С. В., Стёпкин Н. М. Влияние паров на условия произрастания и урожайность сои и пшеницы на бурой лесной глеевой почве Приамурья // Агротехника возделывания по-

- 
- левых культур в Приамурье: науч.-техн. бюллетень. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1986. Вып 25. С. 3–10.
194. Шелевой Г. К., Тильба В. А. Плодородие почв Амурской области и биологический азот. Благовещенск: Амурское отделение Хабаровского кн. изд-ва, 1989. 40 с.
195. Шконде Э. И. Агрохимическая характеристика почв Зейско-Бурейской низменности // Почвенная и агрохимическая характеристика южной части Зейско-Бурейского междуречья. Благовещенск: Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1959. С. 184–219.
196. Щегольков А. В. Эффективность внекорневых подкормок сои серным, молибденовым и борным удобрениями на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья // Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Ставрополь, 2017. 22 с.
197. Щербаков А. П. Корреляция роста и накопления элементов золы и азота в надземных органах сои при различном соотношении кальция и магния в питательной среде // Доклады АН СССР, Т.Х.С., 1963. № 1.
198. Щетинина Л. Л., Климакова Л. Б. Гумусное состояние серой лесной почвы и факторы, его определяющие при длительном применении удобрений // Органическое вещество почв и методы его исследования. Л., 1990. С. 58–64.
199. Янова Г. Н. Изменение физико-химических свойств чернозёмов мощных малогумусных при интенсивном земледелии в условиях западной лесостепи Украины // Агрохимия. 1992. № 4. С. 69–74.

---

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Многолетняя среднедекадная температура воздуха, °С

Станция	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Архара	9,2	12,0	14,1	16,3	18,3	19,5	20,8	21,3	21,2	20,3	18,5	17,1	14,7	11,7	9,3
Белогорск	8,9	12,1	14,5	16,8	18,8	19,8	21,1	21,5	21,0	20,3	18,7	17,2	14,6	11,7	9,0
Благовещенск	9,6	12,7	14,8	17,2	19,3	20,1	21,4	21,9	21,4	20,8	19,2	17,8	15,2	12,4	9,6
Братолюбовка	8,2	11,2	13,5	15,8	17,8	18,9	20,0	20,3	20,2	19,3	17,8	16,3	13,8	11,0	8,4
Екатеринославка	8,0	11,1	13,4	15,9	18,0	18,9	20,2	20,6	20,3	19,6	18,0	16,4	14,0	11,1	8,4
Завитая	8,3	11,5	16,1	16,1	18,0	19,1	20,3	20,7	20,4	19,9	18,1	16,8	14,2	11,3	8,7
Зея	7,6	10,7	13,4	15,8	17,8	18,9	20,0	20,3	19,7	19,1	17,2	15,6	13,0	10,5	7,3
Константиновка	9,5	12,5	14,6	17,0	18,9	20,0	21,1	21,6	21,2	20,6	19,0	17,8	15,2	12,3	9,8
Мазаново	7,9	11,1	13,3	16,0	17,9	18,8	20,0	20,4	20,1	19,3	17,6	16,0	13,5	10,5	7,8
Малиновка	8,6	11,4	13,8	16,0	18,0	19,1	20,5	20,9	20,8	19,9	18,1	16,6	14,1	11,2	8,5
Поярково	9,2	12,1	14,3	16,7	18,5	19,6	20,9	21,3	21,1	20,4	18,8	17,5	14,8	12,0	9,4
Свободный	8,2	11,3	13,5	15,9	18,0	18,9	20,2	20,6	20,1	19,2	17,7	16,0	13,5	10,6	7,9
Сергеевка	8,5	11,7	13,8	16,1	18,1	19,1	20,3	20,6	20,3	19,5	17,9	16,5	13,8	10,9	8,2
Шимановск	7,4	10,5	12,9	15,3	17,6	18,4	19,6	20,2	19,6	18,7	16,9	15,4	12,9	10,0	7,3
Черняево	7,1	10,5	12,6	15,2	17,2	18,3	19,5	19,8	19,3	18,4	16,8	15,1	12,6	9,7	7,0

## Многолетняя среднедекадная сумма осадков, мм

Станция	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Σ осадков за весь период
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Архара	16	17	20	31	35	36	39	43	50	49	47	45	28	23	15	464
Белогорск	12	14	18	22	26	30	34	38	45	44	42	41	33	25	17	441
Благовещенск	12	14	16	26	30	35	39	44	48	45	42	38	32	26	15	462
Братолюбовка	13	14	16	24	27	31	34	38	50	47	44	39	32	24	15	448
Екатеринославка	13	14	18	23	26	31	33	39	46	44	40	36	32	26	21	442
Завитая	14	14	16	26	29	32	36	41	48	46	42	39	34	29	20	466
Зея	11	10	14	27	29	38	41	48	53	41	34	33	30	25	17	451
Константиновка	12	14	17	25	28	30	33	40	49	39	36	31	26	22	17	419
Мазаново	14	15	19	23	27	31	34	39	43	42	38	35	28	22	14	424
Малиновка	14	16	17	24	30	36	41	44	49	47	46	44	38	29	20	495
Поярково	12	14	16	22	27	30	35	38	44	40	34	30	27	23	20	412
Свободный	16	15	19	23	25	29	40	45	50	45	39	35	31	26	18	456
Сергеевка	13	14	17	23	23	30	33	38	44	43	39	35	27	20	14	413
Шимановск	12	13	18	24	27	30	33	35	43	36	30	29	28	23	16	397
Черняево	14	15	19	21	24	30	36	41	44	36	33	31	27	20	14	405

Сумма активных температур выше 10°C на последний день декады

Станция	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Архара	0	120	248	411	594	789	997	1210	1443	1646	1831	2019	2166	2283	–
Белогорск	31	152	312	480	668	866	1077	1292	1523	1726	1913	2102	2248	2365	2375
Благовещенск	43	170	333	505	698	899	1113	1332	1567	1775	1967	2163	2315	2439	2471
Братолюбовка	0	112	261	419	597	786	986	1189	1411	1604	1782	1961	2099	2209	–
Екатеринославка	0	111	258	417	597	786	988	1194	1418	1614	1794	1974	2114	2225	–
Завитая	0	115	265	426	606	797	1000	1207	1431	1630	1811	1996	2138	2251	2261
Зея	0	89	236	394	572	751	961	1164	1381	1572	1744	1916	2046	2123	–
Константиновка	42	167	328	498	687	887	1098	1314	1547	1753	1943	2139	2291	2414	2446
Мазаново	0	111	257	417	596	784	984	1188	1409	1602	1778	1954	2089	2167	–
Малиновка	0	114	266	426	606	797	1002	1211	1440	1639	1820	2002	2143	2255	–
Поярково	21	142	299	466	651	847	1056	1269	1501	1705	1893	2086	2234	2354	2375
Свободный	0	113	262	421	601	790	992	1198	1419	1611	1788	1964	2099	2177	–
Сергеевка	0	117	269	430	611	802	1005	1211	1434	1629	1808	1990	2128	2237	–
Шимановск	0	52	176	329	505	689	885	1087	1303	1490	1659	1828	1967	2057	–
Черняево	0	54	193	344	515	697	891	1088	1299	1483	1651	1817	1943	1996	–

**Среднемноголетние даты перехода температуры через 10°C,  
продолжительность вегетационного периода,  
первого и последнего заморозка и безморозного периода**

Станция	t, °C			Заморозки		
	Весна	Осень	Кол-во дней	Последний весной	Первый осенью	Безмор. период, дни
Архара	11,05	23,09	134	11,05	26,09	138
Белогорск	11,05	22,09	133	12,05	30,09	141
Благовещенск	9,05	24,09	137	3,05	30,09	150
Братолюбовка	13,05	21,09	130	9,05	25,09	139
Екатеринославка	13,05	21,09	130	18,05	20,09	124
Завитая	12,05	22,09	132	4,05	30,09	149
Зея	16,05	17,09	123	29,05	13,09	106
Константиновка	10,05	25,09	137	8,05	29,09	144
Мазаново	13,05	19,09	128	13,05	21,09	131
Малиновка	12,05	21,09	131	19,05	21,09	124
Поярково	11,05	23,09	134	10,05	30,09	143
Свободный	13,05	20,09	129	19,05	18,09	121
Сергеевка	13,05	20,09	129	21,05	17,09	118
Шимановск	16,05	18,09	124	29,05	10,09	103
Черняево	16,05	16,09	122	22,05	17,09	118

**Агроклиматические ресурсы хозяйств  
в районах Амурской области**

Населенный пункт	Сумма температур > 10°C	Безморозный период, дни	Осадки, мм	
			за год	за апрель–август
1	2	3	4	5
<b>Архаринский район</b>				
1. Грибовка	2096	126	694	473
2. Могилевка	2123	126	688	473
3. Отважное	2239	132	674	442
4. Аркадьевка	2240	133	630	452
5. Новоспасск	2200	133	645	410
6. Кундур	2104	132	696	510
7. Антоновка	2245	133	640	434
8. Черниговка	2205	129	678	425
9. Касаткино	2174	132	614	424
10. Ленинское	2203	133	631	430
11. Иннокентьевка	2221	131	641	433
12. Украинка	2246	134	620	421
<b>Белогорский район</b>				
1. Томичи	2076	124	570	362
2. Амурское	2075	125	570	385
3. Низинное	2075	124	585	359
4. Васильевка	2065	124	554	367
5. Новое	2065	124	600	403
6. Некрасовка	2078	124	575	378
1	2	3	4	5
7. Заречное	2097	124	590	385
8. Никольское	2065	123	570	364
9. Никольска ф.	2060	126	570	365
10. Белогорск	2242	123	534	359
11. Лохвицы	2074	125	570	362
12. Кустанаевка	2076	124	570	360

Продолжение приложения 5

1	2	3	4	5
13. Успеновка	2086	125	565	369
14. Великокнязевка	2075	124	559	401
15. Пригородное	2227	122	560	377
<b>Благовещенский район</b>				
1. Астрахановка	2145	130	545	394
2. Михайловка	2148	127	540	391
3. Грязнушка	2102	128	540	385
4. Волково	2180	131	581	369
5. Новопетровка	2075	125	557	373
6. Марково	2194	128	540	391
7. Натальино	2065	124	562	392
8. Новотроицкое	2115	128	545	365
9. Сергеевка	2095	126	540	384
10. Чигири	2145	130	535	394
11. Учхоз ДальГАУ	2240	133	381	389
12. Дроново	2240	135	555	387
13. Плодопитомник	2190	131	525	385
<b>Бурейский район</b>				
1. Алексеевка	2228	133	610	412
2. Малиновка	2175	129	630	411
3. Кулустай	2125	131	684	485
4. Виноградовка	2189	133	610	414
5. Новобурейская	2125	131	655	411
6. Белозерная	2150	132	585	381
7. Родионовка	2066	130	680	441
8. Успеновка	2123	133	571	368
9. Муравьевка	2165	132	620	417
10. Долдыкан	2005	133	660	450
<b>Завитинский район</b>				
1. Антоновка	2165	131	625	416
2. Болдыревка	2075	128	647	579
3. Иннокентьевка	2151	131	610	399
4. Новоалексеевка	2085	129	649	411
5. Куприяновка	2149	132	625	408
6. Успеновка	2114	130	626	410

**Продолжение приложения 5**

1	2	3	4	5
7. Преображеновка	2093	131	620	419
8. Ленино	2175	132	640	396
9. Верхнеильиновка	2050	128	659	574
10. Завитинск	2116	133	655	437
11. Белый Яр	2176	126	621	392
12. Албазинка	2102	130	612	430
<b>Зейский район</b>				
1. Овсянка	1765	104	517	355
2. Зея	1748	104	530	354
3. Чалбачи	1775	106	516	344
4. Николаевка	1774	104	520	359
5. Бомнак	1735	110	587	393
<b>Ивановский район</b>				
1. Анновка	2140	124	575	410
2. Ерковцы	2110	127	588	419
3. Среднебелая	2082	125	565	396
4. Николаевка	2195	128	602	474
5. Новоалексеевка	2110	127	533	437
6. Садовое	2150	124	575	392
7. Приозерное	2084	124	549	361
8. Константиноградовка	2100	127	590	353
9. Богородское	2125	139	561	364
10. Ивановка	2114	124	561	352
11. Успенровка	2170	134	575	354
12. Троицкое	2082	124	553	357
13. Петропавловка	2105	128	575	366
14. Семиозерка	2099	126	554	365
<b>Константиновский район</b>				
1. Нижнеполтавка	2252	135	593	420
2. Зеньковка	2208	132	599	345
3. Новопетровка	2252	135	555	366
4. Коврижка	2295	136	587	400
5. Крестовоздвиженка	2245	134	571	376
6. Ключи	2230	135	593	380
7. Семидомка	2275	135	586	397

Продолжение приложения 5

1	2	3	4	5
8. Верхний Уртуй	2234	123	562	373
9. Полтавка	2277	133	570	364
10. Новотроицкое	2227	134	553	362
Магдагачинский район				
1. Толбузино	1825	111	472	307
2. Черняево	1905	114	455	305
Мазановский район				
1. Дмитриевка	1955	119	567	394
2. Раздольное	1985	118	580	397
3. Маргаритовка	1975	119	593	395
4. Молчаново	1985	120	580	415
5. Новокиевка	2046	118	568	388
6. Красноярово	1980	119	575	419
7. Сапроново	1960	119	561	391
8. Таскино	1920	117	586	398
9. Угловая	1902	116	610	408
10. Новоросийка	1880	116	622	415
11. Бичура	1975	119	563	392
12. Мазаново	2067	119	558	398
13. Белоярово	1985	118	564	381
14. Практичи	1980	117	558	378
Михайловский район				
1. Арсентьевка	2175	131	599	373
2. Калинино	2243	135	629	402
3. Нижнеильиновка	2223	132	600	358
4. Михайловка	2175	132	599	383
5. Воскресеновка	2180	132	564	395
6. Чесноково	2231	134	532	351
7. Дим	2244	134	575	368
8. Дубовое	2205	134	575	355
9. Новочесноково	2235	134	564	371
10. Коршуновка	2213	134	574	361
11. Зеленый бор	2213	134	556	361
Октябрьский район				
1. Трудовой	2175	130	614	372

**Продолжение приложения 5**

1	2	3	4	5
2. Восточная	2071	131	604	410
3. Мухинская	2196	129	580	399
4. Короли	2076	127	598	390
5. Панино	2110	128	609	396
6. Переясловка	2125	127	597	386
7. Песчаноозерка	2110	127	590	410
8. Романовка	2094	128	647	445
9. Новомихайловка	2175	130	635	409
10. Смелое	2055	126	606	430
11. Ильиновка	2216	131	601	350
12. Николо-Александровка	2153	130	598	363
13. Борисоглебовка	2185	130	617	366
14. Максимовка	2145	130	607	381
<b>Ромненский район</b>				
1. Амаранка	2008	125	624	432
2. Дальневосточная	2085	127	596	394
3. Придорожное	2030	123	613	414
4. Рогозовка	2121	126	560	381
5. Новый Быт	2027	118	626	417
6. Хохлатское	2030	123	613	414
7. Знаменка	2061	126	590	396
8. Верхнебелая	2075	126	599	388
9. Каховка	2041	124	630	406
10. Васильки	2071	125	604	402
11. Калиновка	2045	125	616	419
12. Святорусовка	2093	125	620	398
<b>Свободненский район</b>				
1. Желтоярово	2059	119	576	404
2. Загорная Селитьба	2045	122	530	389
3. Новоивановка	2015	120	575	403
4. Москвитино	2040	122	575	383
5. Усть-Пера	2045	119	575	361
6. Сычевка	2041	122	535	398
7. Подгорный	2025	121	575	427
8. Буссе	2033	123	525	378

**Продолжение приложения 5**

1	2	3	4	5
9. Рогачевка	2049	121	565	419
10. Новостепановка	2015	119	540	403
11. Черниговка	1985	119	575	410
12. Дмитриевка	1955	119	625	404
13. Маркучи	1989	119	561	376
14. Семеновка	1975	118	576	391
15. Климоуцы	1996	120	562	402
16. Голубое	1981	117	590	368
17. Нижние Бузули	1993	117	575	378
18. Костюковка	2032	120	565	415
19. Талали	2010	119	540	386
20. Свободный	2015	118	575	431
<b>Серышевский район</b>				
1. Озерное	2104	123	575	407
2. Лермонтовка	2010	120	576	379
3. Сосновка	2010	122	575	377
4. Водораздельное	2015	121	591	387
5. Введеновка	2015	121	580	429
6. Лиманное	2010	120	568	390
7. Новосергеевка	2045	123	575	381
8. Поляна	2045	123	564	382
9. Широкий Лог	2059	123	614	414
10. Украинка	2025	121	542	406
11. Фроловка	2135	121	571	379
12. Большая Сазанка	2040	120	575	409
13. Лебяжье	2055	121	550	388
14. Казанка	2045	121	559	390
15. Томское	2207	121	550	357
<b>Сковородинский район</b>				
1. Албазино	1766	97	474	326
<b>Тамбовский район</b>				
1. Новоалександровка	2185	132	585	387
2. Красное	2275	135	537	402
3. Раздольное	2246	133	588	370

Продолжение приложения 5

1	2	3	4	5
4. Придорожное	2154	132	575	348
5. ОПХ ВНИИС	2308	131	581	355
6. Куропатино	2245	132	581	398
7. Тамбовка	2181	132	575	337
8. Жариково	2291	133	596	353
9. Муравьевка	2275	135	584	383
10. Николаевка	2275	137	580	398
11. Толстовка	2190	131	519	348
12. Лазаревка	2145	132	596	346
13. Лермонтовка	2306	141	584	376
14. Козьмодемьяновка	2175	131	593	356
15. Гильчин	2245	134	584	390
Шимановский район				
1. Мухино	1912	124	598	393
2. Нововоскресеновка	1934	115	512	349
3. Новогеооргиевка	1931	116	527	378
4. Саскаль	2025	119	541	366
5. Ушаково	1958	116	523	357
6. Петруши	1920	115	551	370
7. Малиновка	1922	109	558	355
Тындинский район				
1. Усть-Нюкжа	1470	96	456	308
2. Заря	1404	65	580	389
3. Усть-Уркима	1325	52	623	416

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТА И ПОЧВ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	9
1.1.    Климат.....	9
1.2.    Почвы.....	11
2. СОРТА СОИ, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	16
2.1.    Краткая характеристика основных сортов сои.....	17
2.2.    Биологические особенности сортов сои, возделываемых в Амурской области .....	29
2.2.1. Потребность сои в тепле.....	29
2.2.2. Потребность сои во влаге.....	32
2.2.3. Отношение к почвам.....	35
2.2.4. Требование к свету.....	36
2.3.    Распространение и сортовое размещение сои.....	38
3. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В ПРИАМУРЬЕ....	41
3.1.    Характеристика технологий моделей и модифи- каций.....	41
3.2.    Безгербицидная модель традиционной технологии	43
3.3.    Модель возделывания сои с применением тради- ционной технологии, основанной на внесении гер- бицидов.....	44
3.4.    Модель возделывания сои с применением почвоза- щитной ресурсосберегающей технологии, основан- ной на минимальной обработке почвы.....	45
3.5.    Модель возделывания сои, основанной на нулевой обработке почвы с применением почвозащитной ресурсосберегающей технологии.....	46
4. ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ.....	48
4.1.    Применение органических удобрений.....	55
4.2.    Известкование кислых почв.....	58

---

4.3.	Фосфоритование почв.....	74
5.	МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ СОИ.....	89
5.1.	Азотное питание сои.....	91
5.2.	Фосфорное питание сои.....	94
5.2.1.	Поступление фосфора в растения при рядковом внесении .....	100
5.2.2.	Влияние внекорневых подкормок на фосфорное питание сои.....	102
5.2.3.	Питание сои фосфором при различной обеспеченности влагой.....	104
5.2.4.	Усвоение соей фосфора из фосфоритной муки.....	107
5.3.	Калийное питание сои.....	112
5.4.	Потребление соей кальция.....	114
5.5.	Потребление соей магния.....	116
5.6.	Питание сои серой.....	118
5.7.	Микроэлементы в питании сои.....	119
6.	АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ СОИ.....	121
6.1.	Севообороты и предшественники сои.....	121
6.2.	Обработка почвы.....	128
6.3.	Применение удобрений.....	133
6.3.1.	Основное внесение удобрений.....	136
6.3.2.	Влияние длительного применения удобрений и извести на свойства почвы и урожайность сои.....	146
6.3.3.	Припосевное внесение удобрений.....	150
6.3.4.	Приём подкормки сои.....	151
6.3.5.	Бактериальные и микроудобрения.....	163
6.4.	Производство семян и подготовка их к посеву.....	166
6.5.	Посев сои.....	169
6.5.1.	Сроки посева.....	170
6.5.2.	Глубина заделки семян.....	177

---

---

6.5.3.	Площади питания, способы посева и нормы высева семян.....	178
6.6.	Уход за посевами сои.....	184
6.6.1.	Защита посевов сои от сорняков.....	184
6.6.2.	Меры борьбы с болезнями и вредителями сои.....	206
6.7.	Уборка урожая сои.....	210
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	216
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	217
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	233

---

**И. Г. Ковшник, А. В. Науменко**  
**СОЯ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**  
Научная монография

Издательство «Деловое Приамурье», 2018 г.  
г. Благовещенск, ул. Денкина, 40  
Телефон 8 (4162) 77-11-72  
[www.delp.ru](http://www.delp.ru)

Отпечатано АО «Хабаровская краевая типография».  
Формат 60х90/16. Тираж 500 экз. Заказ № 1050.

