

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ»

*На правах рукописи*

**КОШКАРОВА ТАТЬЯНА СЕРГЕЕВНА**

**ПРОДУКТИВНОСТЬ АДАптиРОВАННЫХ  
СОРТОВ СОИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ НА  
КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**06.01.01-общее земледелие, растениеводство**

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

**Научный руководитель:** член-корреспондент РАН,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **Мелихов Виктор Васильевич**

Волгоград – 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	4
<b>ГЛАВА 1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ</b>	8
1.1 Состояние производства сои и пути его развития	8
1.2 Морфологические и биологические особенности сои	11
1.3 Сорт и повышение урожайности сои	16
1.4 Регулирование условий возделывания сои и обоснование направления исследований	19
<b>ГЛАВА 2. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ</b>	3
2.1 Формулирование цели, определение задач и схема опыта	23
2.2 Почвенно-климатические условия	25
2.3 Методика исследований	31
2.4 Хозяйственно-биологическая характеристика сортов сои	35
<b>ГЛАВА 3. СОРТ – ОСНОВА ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЦЕНОЗА СОИ</b>	38
3.1 Взаимосвязь продолжительности периодов развития сои с теплообеспеченностью региона возделывания	38
3.2 Фотосинтетическая деятельность посевов сои	45
3.3 Особенности потребления влаги посевами сортов сои различных групп спелости	57
<b>ГЛАВА 4. ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ СОИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ С РЕЖИМАМИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСЕВОВ ВЛАГОЙ</b>	78
4.1 Структура продуктивности посева	78
4.2 Урожайность сортов сои различных групп спелости	89

4.3. Качество зерна различных сортов сои	95
<b>ГЛАВА 5. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СОИ</b>	104
5.1.Биоэнергетическая эффективность возделывания сои	104
5.2.Экономическая эффективность возделывания сои	109
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	116
<b>ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ</b>	121
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	122
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	141

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Постоянно возрастающая потребность в белке и масле растительного происхождения, как составляющих основу продуктов питания человека и рациона для сельскохозяйственных животных, а также сырья фармацевтической, химической и других отраслей промышленности, способствует наращиванию производства зерна белково-масличной культуры сои. Соя широко возделывается в мировом земледелии и в Российской Федерации ее посевы занимают 2,6 млн. га. Однако урожайность посевов сои в нашей стране (1,5 т/га) существенно уступает среднемировому уровню (2,7 т/га зерна), что связано как с особенностями климата, так и с недостаточной реализацией агротехнологического потенциала.

Научный и производственный опыт возделывания сои в Нижнем Поволжье показывает, что путем совершенствования технологических приемов возделывания ее высокопродуктивных сортов региональной селекции, можно добиться роста урожайности до 3-4 т/га зерна и выше. Поэтому исследования, направленные на изучение агробиологических особенностей различных по срокам созревания сортов сои являются актуальными.

**Степень разработанности темы.** Эффективность использования агроэкологических ресурсов Поволжского региона посевами сои изучалась в работах Р.Г. Кальяновой, И.П. Кружилина, В.В. Бородычева, М.Н. Лытова, Г.Т. Балакая, М.Ю. Моисеева, А.А. Пахомова, А.А. Диденко, А.И. Шульца и др. Однако продукционный процесс наиболее адаптированных сортов сои нового типа региональной селекции (ФГБНУ ВНИИОЗ, 2011-2016 гг.) при различных режимах обеспечения влагой на каштановых почвах Нижнего Поволжья комплексно не изучался.

**Цель исследований** - изучение продуктивности адаптированных сортов сои различных групп спелости на каштановых почвах Нижнего Поволжья.

**Задачи исследований:**

- установить связь продолжительности периодов развития различных сортов сои с теплообеспеченностью;
- определить показатели роста, развития и продуктивности фотосинтеза у различных сортов сои в зависимости от условий выращивания;
- выявить особенности потребления влаги посевами сортов сои различных групп спелости по периодам роста и развития растений;
- установить сортовую отзывчивость сои на различные режимы орошения;
- установить энергетическую и экономическую эффективность возделывания различных сортов сои;
- выявить наиболее продуктивные районированные сорта с высоким качеством зерна, наиболее адаптированные для выращивания на каштановых почвах Нижнего Поволжья.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Нижнего Поволжья установлено влияние теплообеспечения и влагообеспечения на урожайность и качество зерна сортов сои различных групп спелости. Определены показатели фотосинтеза у различных сортов сои в зависимости от условий выращивания. Выявлены особенности потребления влаги посевами сортов сои различных групп спелости по периодам роста и развития растений.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** В результате проведенных исследований выявлены особенности использования ресурсов тепла и влаги посевами сои в зависимости от сортовых особенностей.

На основании этого предложена рациональная технология возделывания сои в условиях орошения, способствующая формированию урожайности ультраскороспелых сортов на уровне 2,5 т/га, скороспелых и среднескороспелых – до 3,2 т/га при уменьшении себестоимости товарного зерна на 14,5 % и увеличении рентабельности производства на 40,8% при рациональном использовании водных ресурсов.

**Методология и методы исследований.** Полевые опыты и оценка результатов исследований проводились по методикам, разработанным Б.А.

Доспеховым (1979) и В.Н. Плешаковым (1983). При математической обработке результатов исследований применялись методы дисперсионного и корреляционного анализов с использованием ЭВМ.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- характер потребления ресурсов тепла и влаги посевами сортов сои различных групп спелости по периодам роста и развития;
- особенности роста, развития растений и продуктивности фотосинтеза у различных сортов сои в зависимости от условий выращивания;
- сортовая отзывчивость сои на различные режимы орошения;
- показатели урожайности и качества зерна сортов сои, наиболее адаптированных для выращивания на каштановых почвах Нижнего Поволжья.
- расчеты энергетической и экономической эффективности возделывания различных сортов сои;

**Достоверность результатов исследований** достигнута учетом метеоусловий региона, проведением наблюдений и учетов, сбором и разносторонней обработкой экспериментального материала, полученного в двухфакторном полевом опыте с применением общепринятых научных методик. Полевые опыты ежегодно получали положительную оценку методической комиссии ФГБНУ ВНИИОЗ.

**Личный вклад автора** заключается в обосновании темы исследований, разработке схемы опыта, определении методик исследований, закладке и выполнении экспериментальных работ, сборе и анализе полученных данных с использованием дисперсионного и корреляционного анализов, написании научных статей, диссертации и автореферата.

**Реализация результатов научных исследований** осуществлялась в процессе производственного испытания сортов сои ВНИИОЗ 86, Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 на базе ФГУП «Орошаемое» (г. Волгоград, поселок Водный) на площади 10 га. Проведение производственного внедрения подтвердило высокую эффективность выращивания рекомендованных сортов сои: условно чистый доход достиг 34 тыс. руб./га, рентабельность – 115%.

**Апробация результатов.** Основные положения диссертационной работы получили положительную оценку на Международных и общероссийских научных конференциях: «Научно обоснованные системы повышения продуктивности и качества зерновых и кормовых культур в засушливых регионах» (Поволжский НИИ селекции и семеноводства, г. Кинель, 2016), «Современные тенденции развития аграрного комплекса» (ФГБНУ «ПНИИАЗ», с. Солёное Займище, 2017), «Перспективы развития аграрной науки в современных экономических условиях» (ФГБНУ «НВНИИСХ», г. Волгоград, 2016), «Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы земледелия в РФ» (ФНЦ Агроэкологии РАН, г. Волгоград, 2016), «Инновационное развитие аграрной науки и образования» (Дагестанский ГАУ, Махачкала, 2016), «Наука и молодёжь: новые решения и идеи» (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, 2015, 2016, 2017), «Мелиорация в России: потенциал и стратегия развития» (ФГБНУ ВНИИОЗ, г. Волгоград, 2017).

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 17 научных работ, в том числе 5 в изданиях, рекомендованных ВАК.

**Объём и структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, предложений производству, списка литературы, приложений. Работа изложена на 173 страницах, включает 40 таблиц и 4 рисунка, содержит 32 приложения. Список использованной литературы включает 204 источника, в том числе – 33 иностранных авторов.

# ГЛАВА 1 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

## 1.1 Состояние производства сои и пути его развития

Белок является главным компонентом в питании людей и кормлении животных. Для нормальной жизнедеятельности организм человека должен получать в сутки от 80 до 120 гр. белка. Из этого количества 80 грамм должно приходиться на белок животного и 40 гр. растительного происхождения. Средне мировое потребление протеина составляет 60 гр., США – 113 гр., Франция- 116 гр., Германия – 100 гр., Россия - 68 гр. [14, 16, 18, 31]. В семенах сои содержится редчайшее из растений сочетание белковости и масличности с ценными витаминами и зольными элементами. Поэтому, увеличение производства сои приобретает особое стратегическое значение для любой страны.

Соя в мировом земледелии по объемам производства зерна занимает 4-е место, уступая пшенице, рису и кукурузе. В группе зернобобовых культур соя занимает 1-е место в мире по площади посева (111,3 млн. га.) и производству зерна (276,4 млн. т.) [29, 164].

Ведущими странами по производству сои являются: США – 40 % всего мирового объема, Бразилия – 27,4 %, Аргентина – 16,9 %, Китай – 13 % [15, 30, 33]. Посевная площадь под этой культурой в нашей стране составляет 2,185 млн. га. урожайность- 1,54 т/га зерна. Следует отметить, что 85 % мировых площадей под соей сосредоточены в южных странах, где природные условия позволяют получать высокий урожай – 2,5 т/га и более. В Российской Федерации, где 80 % пригодной для сельскохозяйственного производства территории подвержено засухе, не так много регионов с благоприятными для этой, очень требовательной к условиям прорастания, метеоусловиями культуры.

Значительная часть ее посевов (56 %) сосредоточена на Дальнем Востоке, где 72 % приходится на производство сои в Амурской области. Здесь сумма



температур выше 10 градусов Цельсия, (1900-2300<sup>0</sup>) дает возможность возделывать только ультраскороспелые и отдельные скороспелые сорта, биологический потенциал урожайности которых редко превышает 1,5 т/га. Нарастают объемы производства сои в Центральном федеральном округе – 28 % от всех посевов РФ, где ограниченность тепловых ресурсов также не способствует возделыванию среднескороспелых и среднеспелых, наиболее урожайных сортов у этой культуры. В Южном федеральном округе почти вся посевная площадь – 155,1 тыс. га. или 85,6 % от посевов этого региона – приходится на Краснодарский край. Здесь наблюдается положительная динамика роста средней по годам урожайности – 1,58-2,11 т/га. Но площади посева больше не возрастают, поскольку в этом, благоприятном по почвенно-климатическим условиям регионе, сое трудно составить конкуренцию другим ценным сельскохозяйственным культурам.

Волгоградская область - один из регионов ЮФО, где посевы сои за прошедшие пять лет (2012-2016) возросли в 2,2 раза, и увеличилась урожайность (таблица 1.1.1.).

Таблица 1.1.1 - Площади посева, валовый сбор и урожайности сои в Волгоградской области.

Годы	Площадь посева, тыс. га	Валовый сбор зерна, тыс. т	Урожайность, т/га
2012	4,8	36,2	0,75
2013	5,1	71,3	1,4
2014	5,9	54,6	0,93
2015	6,1	69,7	1,14
2016	10,5	172,4	1,64
среднее	6,48	80,84	1,17

В настоящее время площадь посева этой культуры достигла 10,5 тыс. га, а средняя урожайность – 1,17 тыс. га. Однако, несмотря на наметившийся подъем производства сои, в целом по стране ее валовое производство лишь на 20-30 %

покрывает потребности народного хозяйства в высокобелковом сырье. Изоляты и концентраты соевого белка завозят из-за рубежа [118].

Для преодоления дефицита пищевого белка Программой развития производства и переработки сои в Российской Федерации на 2015-2020 гг., ставится задача стабилизировать производство зерна этой культуры к 2020 году на уровне 7,2 млн. тонн. Из этого количества почти 20% объема отводится получению соевого зерна с орошаемых посевов.

Для выполнения такой важной задачи необходимо:

- увеличить рост посевных площадей на неорошаемых землях в 45 регионах РФ;
- увеличить рост площадей посева на орошении в 17 засушливых регионах РФ;
- повысить урожайность сои без орошения до 1,66 т/га;
- увеличить урожайность сои в посевах с орошением до 3,54 т/га;
- активизировать систему селекции и семеноводства сои для ускорения и проведения сортосмены и сортообновления;
- применить инновационные технологии производства сои;
- укрепить материально-техническую базу отрасли соеводства;
- расширить развитие промышленной и глубокой переработки соевого зерна;
- усилить системную государственную поддержку развития отрасли соеводства;
- обеспечить соеводческую отрасль агротехнологическими ресурсами.

Волгоградская область является одним из перспективных регионов распространения сои в Нижнем Поволжье. Этот регион характеризуется высокими тепловыми ( $\sum t > 10^{\circ}\text{C} = 3050$ ) и световыми ( $\text{ФАР} = 7 \times 109 \text{кДж/га}$ ) ресурсами, благоприятными для возделывания сортов сои всех групп спелости. Дефицит осадков, количество которых уменьшается с северо-запада на юго-восток от 450 до 250 мм, можно восполнить применением оросительных мелиораций [8, 48, 164].

Ежегодный ввод систем орошения в Волгоградской области составляет 6–10 тыс. га.

По прогнозу Соевого Союза Российской Федерации в Волгоградской области после 2020 года соя должна высеваться на 113,7 тыс. га, из этого количества 30-50 % планируется разместить на орошаемых землях, и добиться увеличения урожайности до 3,0-3,5 т/га зерна. Для достижения таких высоких уровней продуктивности сои важно проводить сортосмену, сортообновление, применение инновационных технологий и комплексных мелиораций. Именно научной разработке этих направлений и посвящено данное диссертационное исследование.

## **1.2 Морфологические и биологические особенности сои**

Знание ботанико-биологических особенностей этой культуры необходимо, поскольку от характера проявления этих показателей и отзывчивости сортов на условия произрастания зависит подбор мелиоративных, агротехнических приемов и повышение эффективности применяемых технологий.

В современной систематике соя относится к семейству бобовых Fabaceae Lindl (Zeguminosae Juss), подсемейству Papilionaceae, роду *Glycine* L. Соя культурная носит название *Glycine max* (L.) Merril [50].

Морфология. Для культуры сои характерна значительная изменчивость признаков растений, листьев цветка и соцветия, боба и семени [60].

Особое значение в засушливых условиях произрастания агроценоза, на низко плодородных почвах, имеет корневая система. Ее рост зависит от многих факторов, в том числе от применения приемов мелиорации и агротехники. При орошении на сероземах Джамбульской области основная масса корней (70-80 %) размещалась в слое 0,2-0,3 м [101, 126], а при поддержании предполивного режима увлажнения тяжелосуглинистой каштановой почвы Астраханской области на уровне 80% НВ, проникновение главного корня в глубину почвы достигло 0,13 м, а при недостатке влаги – 0,8 м [30, 165].

Чем меньше вегетативная масса сорта, тем слабее развита корневая система. У скороспелых форм корни вначале растут значительно быстрее, чем у более поздних форм [91]. Подбирая сорта и совершенствуя режим орошения и прием обработки почвы, можно добиться наилучших условий для роста корневой системы.

На корнях сои формируются клубеньки, что обусловлено внедрением клубеньковых бактерий *Rhizobium japonicum* через корневые волоски - в месте проникновения бактерий образуется свободный азот из воздуха. Соя использует азотистые соединения из клубеньков, а бактерии получают от растений необходимые для своего существования углеводы.

Стебель у сои кустовой формы прямостоячий, цилиндрический, жесткий, при созревании деревенеет. Высота стебля колеблется в широких пределах, у районированных сортов она составляет в среднем 0,6–1 м. В генофонде ФГБНУ ВНИИОЗ выведены короткостебельные морфобиотипы с коротким (0,5 м) и очень коротким (0,3 м) стеблем [81, 164].

Существенное влияние на архитектуру растения сои оказывает тип роста. Он может быть:

- недетерминантного типа, при котором стебель долго продолжает расти и образовывать новые генеративные органы. Это важно учитывать при совершенствовании технологии возделывания и применять мелиоративные и агротехнические мероприятия для усиления роста стебля у таких сортов и увеличения урожайности.

- детерминантного типа – тогда генотипы характеризуются незначительным ростом стебля после цветения. Такой тип чаще встречается у отзывчивых на орошение и удобрение сортов, поскольку более устойчив к полеганию.

- полудетерминантного типа, и эти сорта отличаются некоторым ростом стебля после начала цветения, они более продуктивно используют влагу благодаря раннему и несколько растянутому цветению, и поэтому хорошо подходят для возделывания без орошения.

Число ветвей на растениях, приведенных выше типов, по данным многих исследований [3, 7, 10, 20, 24, 50, 67, 71, 91, 96, 131] в значительной степени зависит от площади питания растений, при ее увеличении по сравнению с оптимальной ветвистость может увеличиваться в 2-3 раза, и количество ветвей – достигать 8-9 штук на растение. В тоже время хорошая способность сортов к ветвлению служит компенсаторным механизмом возмещения случившейся изреженности агроценоза из-за плохой всхожести семян и т.п. за счет усиления ветвления у оставшихся после изреживания посева растений и увеличения у них продуктивности [172, 184].

Настоящие листья у сои сложные, они имеют прилистники и состоят из трех листочков. В культурном виде *Glycine max* (L.) Merrill встречаются формы с листьями, состоящими из 5 и более листочков [159]. В ФГБНУ ВНИИОЗ выделен мутант с пятилисточковыми листьями, перспективный для селекции сои в условиях орошения [164]. Форма листочков у культурной сои различная: овальная, ланцетообразная, округлая, широкояйцевидная и др.

Все части растения покрыты волосками светлого или темного цвета. Светлое или серое опушение препятствует перегреву растения, а темное (коричневое) наоборот способствует лучшему поглощению тепловой энергии.

Цветки у сои мелкие, малозаметные, непривлекательные с виду, собраны в соцветие-кисть с количеством от 2-4 до 25 и более штук [156].

Плод сои состоит из одного плодолистика, который образует боб, он складывается из 2-х половинок, соединенных двумя швами. У отдельных форм наблюдается растрескивание бобов и потеря семян растением, что приводит к существенному снижению урожая зерна. Современные сорта сои в основном удовлетворительно или хорошо отработаны на устойчивость к осыпанию семян при перестое на корню.

Бобы сои прямые, согнутые или промежуточной формы, длиной 0,03-0,07 м. В бобе 2-3 семени, реже 1 или 4. Очень важный хозяйственный признак, от которого зависит качество проведения комбайновой уборки – это высота прикрепления нижних бобов от поверхности почвы, которая составляет у сои

0,03-0,3 м. У большинства производственных сортов этот показатель достигает 0,08-0,17 м. Более низкое прикрепление приводит к потерям зерна при уборке, а значительно высокое – к снижению формирования биологического урожая [91, 137, 146].

Семена имеют форму от шаровидной до овально-плоской, желтого, зеленого, коричневого, черного цветов, с разными оттенками и пигментацией. Различают семена исключительно мелкие с массой 1000 шт. – менее 40 гр., очень мелкие 40-99 гр., мелкие 100-149 г., средние 150-199 г., крупные 200-259 г., очень крупные 260-309 г., исключительно крупные – более 310 г. [81] Мелкие семена чаще формируются у растений сои, выращенных в засушливых условиях, средние и крупные – в почвах с орошением.

Биологические особенности. Широкое распространение сои на земном шаре в различных почвенных климатических зонах свидетельствует о том, что она является достаточно пластичной к условиям произрастания культурой.

Свет для сои, как и для других культур, является первоосновой жизненных процессов. Соя – типично короткодневное растение, очень чувствительное к изменению длины дня [156, 173, 176, 180, 189, 190]. Значительная внутривидовая изменчивость сои по реакции на длину дня, ограничивает расширение ареала каждого сорта за пределы места его создания. Поэтому большинство сортов этой культуры адаптировано к узким поясам широт [4]. Важно использовать в агропроизводстве сорта, выведенные или предварительно подобранные испытанием на делянках непосредственно в зоне возделывания сои.

Особенно чувствительна соя к длине дня до массового цветения, а позднее, когда большая часть пластических веществ листьев направляется в цветки и семена, влияние продолжительности дня невелико.

Опытным путем установлено [20, 176, 177], что в период образования бобов для сои необходимо равномерное освещение всего растения, особенно нижнего яруса агроценоза, где сконцентрирована наибольшая масса ассимиляционного аппарата. Число бобов прямо пропорционально равномерности освещения при цветении [72].

Таким образом, одним из главных агротехнических приемов эффективным способом улучшения использования посевами солнечного света, является оптимизация площади питания растений.

Потребность сои в тепле возрастает от прорастания семян к всходам (оптимум 15-20 °С) затем к цветению и формированию семян (17-25 °С), во время созревания она уменьшается (18-20 °С). Скороспелые сорта более холодостойкие. Для южных экотипов сумма температур (10 °С и выше) за вегетацию составляет 2800-3500 °С. В холодные годы ранние сорта могут характеризоваться как среднескороспелые и среднеспелые, поскольку продолжительность вегетации зависит от напряженности температур в отдельные межфазные периоды [74, 157, 158].

В соответствии с суммой температур за период «всходы- созревание» (2300-3200 °С) в условиях Нижнего Поволжья могут возделываться сорта с продолжительностью вегетационного периода не более 131-150 дней. Гарантированный урожай качественного зерна обеспечивают сорта селекции ФГБНУ ВНИИОЗ за 91–120 дней вегетации и суммы температур 1865–2900 °С [164].

По отношению к влаге соя генетически предрасположена к высокой отзывчивости на улучшение водного режима, поскольку относится к растениям влажного муссонного климата. На формирование единицы урожая она расходует воды больше, чем другие зернобобовые культуры. Транспирационный коэффициент колеблется у нее в зависимости от биологических особенностей сортов и условий выращивания от 390 до 1000 ед. По данным ФГБНУ ВНИИМК [18, 156] эта культура до цветения потребляет 29,8 %, в фазе «цветение- созревание» - 70,2 % воды от суммарного водопотребления. В этот период она очень чувствительна к почвенной и воздушной засухе, что необходимо учитывать при разработке и планировании режима орошения.

Соя – культура пластичная и поэтому очень отзывчивая на режим орошения. При урожае 1,8–2,0 т/га зерна суммарное водопотребление сои составляет для скороспелых сортов 350–400 мм, среднеспелых – 400–450 мм [93].

Соя может расти на всех видах почв. Эту культуру возделывают во многих почвенно-климатических зонах Российской Федерации [169]. Установлено [10, 167], что высокий урожай соя дает на почвах с глубоким рыхлым плодородным слоем, с повышенным содержанием гумуса, хорошо прогреваемых и водопроницаемых с оптимальным значением рН 6,5. В условиях капельного орошения, где структура почвы наименее уплотняется на протяжении всего вегетационного периода, лучшие сорта сои Волгоградской селекции (ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 11, ВНИИОЗ 31) обеспечили получение от 4,01 до 4,59 т/га зерна в среднем за 2003-2006 гг. [29].

Для сои характерно высокое потребление элементов минерального питания. Для получения одной тонны семян она выносит из почвы 77–100 кг азота, 17–40 кг фосфора и 32–40 кг калия [10]. В Приморье, по данным И.Ф. Беликова [20] с урожаем общей биомассы соя выносит из почвы 60 % азота, 15 % фосфора, 25 % калия, установлено, что при формировании урожая 60 % составляет биологический азот [4, 17, 24, 37, 44, 96, 117].

Таким образом, анализ морфологических и биологических особенностей сои свидетельствует о том, что она как свето-и влаголюбивая, отзывчивая на удобрение и минеральное питание. Культура имеет все возможности для широкого распространения в регионе нижнего Поволжья, обладающего продолжительным безморозным периодом и природными запасами воды для расширения площади орошаемых земель.

### **1.3 Сорт и повышение урожайности сои**

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, представлен сортами сои различных групп созревания, в количестве 182 наименований [162]. Лимитирующим фактором для роста и развития этой культуры является фото период, который тесно связан с широтой местности. Сдвиг по широте даже на 1 градус влечёт изменение межфазных периодов, и особенно сильно проявляется это у средне- и позднеспелых сортов



[96, 195, 200]. Поскольку сорт является генетической основой рентабельного возделывания культуры, надёжного продукционного и устойчивого к фенотипу, важно тщательно подбирать сорта при разработке мелиоративных и агротехнических технологий [19, 33, 175, 177, 186].

Известно высказывание Н.И. Вавилова [32]: «Когда приёмами агротехники невозможно увеличить урожайность той или иной сельскохозяйственной культуры или повысить качество продукции, тогда сорт решает успех дела». В этой связи, рост производства сои тесно связан с внедрением новых, более совершенных, чем возделываемые ранее, сортов.

Показателен пример Амурской области в деле значительного увеличения (почти в 900 раз) площади посева этой культуры по сравнению с 1931 годом, когда она занимала в посевах не более 1 тыс. га. Планомерная селекционная работа привела к созданию скороспелых (96–108 дней), продуктивных (2–3 т/га) сортов (Амурская 41, Салют 216) со слабой реакцией на продолжительный световой период и отличающихся устойчивостью к низким положительным температурам. После их внесения в Госреестр и распространения в с/х производстве, посевы сои увеличились до 866,3 тыс. га [91, 102].

При проведении сортосмены в Приморском крае, сравнительно позднеспелый сорт Приморская 529, часто подвергавшийся воздействию заморозков, был заменён более скороспелыми, но не уступающими ему по урожайности такими сортами региональной селекции, как Приморская 762 и Приморская 494 [60].

В ФГБНУ ВНИИМК им. В.С. Пустовойта с 1927 по 2016 год выведено более 50 сортов сои. Сорта селекции этого института занимают в общих посевах Краснодарского края 98,5 % [19, 156]. За счёт внедрения новых сортов урожайность сои и площадь посева с 2001 года по 2016 год выросли более чем в 2 раза.

Использование сортовых ресурсов связано с изменением климата, с условиями всё более расширяющегося географического ареала, их выращивания, изменением технологических требований при интенсификации производства на

современном уровне [96, 158, 179, 181, 188, 191, 201, 203, 204]. Важным и основополагающим направлением повышения продуктивности земледелия является расширение посевов под орошаемыми землями.

Выбору сортов сои и адаптированию к ним современных ресурсосберегающих технологий при использовании ее в посевах с орошением, придаётся очень важное значение.

Орошение позволяет полнее раскрыть биологический потенциал сорта, чем возделывание его без полива. В Саратовской области на орошаемом фоне возделывания 8 новых сортов сои интенсивного типа наибольшая урожайность 4,1–4,4 т/га получена у генотипов Бара, Злата и Соер 4 с продолжительностью вегетационного периода 106–111 дней. Более ранние сорта характеризовались меньшим уровнем зерновой продуктивности – 2,7-2,9 т/га[171].

В более аридных условиях Астраханской области, на орошаемых землях ФГБНУ «ВНИИОБ», лучшие сорта по урожайности – Камызякская 136 и ВНИИЗ 86. Они существенно различались по продолжительности вегетационного периода (соответственно 116 и 99 дней) и характеризовались практически одинаковым уровнем зерновой продуктивности агроценоза [23]. На примере этого сортоиспытания не подтверждается устоявшееся мнение о преимуществах по урожайности средне- и позднеспелых сортов над скороспелыми, тем более в условиях орошения.

Опыт производства сои в Нижнем Поволжье с орошением показывает, что многие сорта этой культуры недостаточно пригодны для возделывания на мелиорируемых землях. По данным ФГБНУ ВНИИОЗ и ФГБНУ НВ НИИСХ [24, 164] не более 15-20 % сортов сои, интродуцированных из различных регионов РФ, а также и зарубежной селекции, приспособлены к выращиванию с орошением. Некоторые сорта склонны к значительному увеличению размеров стебля, и из-за нагрузки на него – к полеганию, что приводит к многочисленным потерям как биологического урожая, так и зерна при уборке комбайнами.

Ирригация посевов способствует значительному удлинению вегетационного периода (на 10–20 дней) у неприспособленных к водным нагрузкам сортов, к

которым чаще относятся среднескороспелые, потенциально наиболее продуктивные сорта среди других групп спелости.

Важной биологической особенностью сои является большой расход воды за вегетацию – в 4-5 раз больше, чем у других зернобобовых культур, и, кроме того, она характеризуется высокой требовательностью к теплу.

Перечисленные особенности являются главными препятствиями в использовании одного и того же сорта в разных почвенно-климатических зонах. Чаще всего выведенные и рекомендуемые аграрному производству сорта сои пригодны для ограниченного ареала распространения и приспособлены к определённым условиям выращивания, поэтому необходимо выведение или тщательный подбор сортов такого экологического типа, который соответствует почвенно-климатическим условиям конкретного региона, где происходит расширение площадей посева этой культуры с применением соответствующих факторов интенсификации производства – в Нижнем Поволжье это использование оросительной мелиорации.

#### **1.4 Регулирование условий возделывания сои и обоснование направления исследований**

Продуктивность агроценоза, правильно подобранного к соответствующим условиям возделывания сорта сои, можно значительно повысить, создавая высокий агрофон [22, 27, 28]. Реализация генетического потенциала продуктивности сорта проявляется контрастно по годам, в зависимости от складывающихся метеоусловий в течение вегетационного периода. В южных регионах Российской Федерации основным лимитирующим урожайность сои фактором является количество осадков. Кривая природной влагообеспеченности здесь не всегда совпадает с потребностью сои во влаге. Дефицит влаги для формирования полноценного урожая колеблется от 2000 до 4000 м<sup>3</sup>/га. Поэтому в северо-восточных степных районах Северного Кавказа, Нижнего Поволжья, юга Украины и Молдавии возделывание сои без орошения рискованно [150, 156].

Соя очень отзывчива на применение орошения. Результаты многолетних исследований научно-исследовательских учреждений показывают, что урожайность зерна сои в орошаемых посевах повышается на Северном Кавказе в 1,6–1,8 раза, в Нижнем Поволжье в 2,4–6 раза, в Молдавии в 1,5 раза, на юге Украины в 1,7–2,1 раза. На землях без орошения этих регионов урожайность колебалась от 0,74 до 2,02 т/га, при орошении - 2,23–4,25 т/га.

Основой получения высокорентабельных урожаев сои на орошаемых землях являются правильно подобранный режим орошения, включающий оросительные и поливные нормы, число, сроки и способы проведения поливов [11, 12, 40, 43, 45, 46, 47, 51, 59].

По данным [56] оросительные нормы находятся в прямой зависимости от условий года и колеблются от 1700-3500 м<sup>3</sup>/га. Самое высокое водопотребление приходится на период «цветение–налив семян». В ходе исследования были выявлены сорта, отзывчивые на оросительную воду, определены нормы и способы их полива. Установлено, что урожайность сои на орошаемых землях коррелирует ( $r=-0,59$ ) с продолжительностью воздушной засухи в период, когда растения вступают в критические фазы роста и развития: бутонизация, цветение, рост бобов, налив семян [164]. Результаты изучения В.Ф Баранова во ВНИИМКе [19] различных режимов орошения сои показали, что экономически целесообразным является проведение частых поливов (3–7) за вегетацию дождеванием малыми нормами (300-400 м<sup>3</sup>/га). В Калмыцкой АССР И.П. Кружилиным и Н.П. Саенко [87] лучшим признан дифференцированный режим орошения (70-80 %НВ). В общем водопотреблении в условиях Сарпинской низменности значительный удельный вес может занимать влага грунтовых вод. Накопление сухого вещества интенсивнее всего происходило на варианте с высокой влажностью почвы.

В Нижнем Поволжье, благодаря исследованиям И.П. Кружилина [82, 83, 85], Н.П. Саенко [87], П.Е. Губанова [44], Ю.П. Даниленко [46], Г.О. Чамурлиева, В.В. Толоконникова, О.Г. Чамурлиева [168] изучены режимы орошения, особенности водопотребления, сортовой агротехники, минерального питания,

отзывчивости на биорациональные средства, развитие азотофиксирующих бактерий и симбиотического аппарата, мульчирующей обработке почвы.

Дождевание – наиболее распространенный и приемлемый способ полива сои [156]. Он позволяет лучше регулировать расход воды и соблюдать оптимальный режим орошения, дает возможность значительно расширить площади посева, улучшить микроклимат в соевом ценозе, проводить поливы малыми нормами и на неровных участках, использовать любую имеющуюся в хозяйстве дождевальную технику. Из новых перспективных способов орошения представляет интерес капельное и подпочвенное орошение. Результаты исследований Казахского НИИВХ показали, что урожайность сои при капельном орошении составила 3,76 т/га, подпочвенным 3,27 т/га, с дождеванием 2,93 т/га [156]. В опытах В.В. Бородычева [31] средняя продуктивность пяти сортов сои Волгоградской селекции при капельном орошении составила 2,99 (ВНИИОЗ 86) и 4,39 (ВНИИОЗ 76). В зависимости от сорта лучшая урожайность этих же сортов в посевах с дождеванием [164] составила: в рядовом ценозе 3,09–3,71 т/га, в опытах с применением биорациональных средств 3,29–4,39 т/га, что свидетельствует о необходимости экспериментального уточнения режимов орошения сои в каждой зоне (а может быть, и микрозоне) ее возделывания.

Установлено, что для условий Волгоградской области при орошении дождеванием оптимальным режимом полива является 80 %НВ. Экономически более эффективным оказался дифференцированный режим 70-80-70 %НВ [31]. Поддерживать предполивной режим орошения на одном и том же уровне, не ниже 80% НВ, рекомендуют для Волго-Ахтубинской поймы [47].

Для получения 4 т/га сои П.Е. Губаюк [45] и М.Н. Лытов [98] рекомендуют с помощью дождевания поддерживать дифференцированный порог предполивной влажности почвы 70-80-80 %НВ. Для этого посредством ДДА-100 МА проводилось 8–11 поливов со средней оросительной нормой 3640 м<sup>3</sup>/га за вегетационный период.

Таким образом, вопросы совершенствования технологии орошения дождеванием, обеспечивающего получение высокорентабельных урожаев,

представляют как теоретический, так и практический интерес для орошаемого земледелия Нижнего Поволжья. Проведение экспериментальных исследований, направленных на подбор перспективных, отзывчивых на оросительную воду сортов с различными сроками гарантированного созревания и оптимизацию их водопотребления, связанную с фазами роста и развития растений и особенностями климата подзоны светло-каштановых почв, вполне актуально, учитывая особую значимость этой культуры для многих отраслей народного хозяйства, а также усиление аридизации сельскохозяйственных земель.

## ГЛАВА 2 ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

### 2.1 Формулирование цели, определение задач и схема опыта

Волгоградская область – один из крупнейших, перспективных регионов производства сои. Возделывание этой культуры началось здесь в 1977-1979 годах на площади посева 159-1200 га. Благодаря расширению площадей под орошаемыми землями в период 1980-1983 гг., наблюдался устойчивый рост посевных площадей сои, достигший 20,8 тыс. га в 1983 году. Однако урожайность оставалась на низком уровне - 0,4–0,9 т/га, что в определённой степени было связано с отсутствием адаптированных сортов региональной селекции и недостаточной изученности режима орошения. В период 1983-2016 гг. наблюдалось развитие орошения (особенно с 2006 года) и интенсификация региональной селекции сои. Для условий поливного земледелия выведено пять производственных сортов: Волгоградка 1 (в Госреестре с 1991 года), ВНИИОЗ 86 (с 2002 года), ВНИИОЗ 76 (с 2003 года), ВНИИОЗ 31 (с 2011 года), Волгоградка 2 (передан в Госсорткомиссию в 2016 году).

Для более рационального использования биоклиматического потенциала Нижнего Поволжья, при выращивании сои, рекомендуется практиковать в сельскохозяйственных предприятиях сочетание в посевах с орошением скороспелые (25-35 % от общей площади посева этой культуры) и среднескороспелые (65-75 %) сорта [164].

Рост производства сои тесно связан с внедрением новых, более совершенных, чем возделываемые ранее, сортов. Дискуссии о преимуществе формирования высокой урожайности сортов сои с более продолжительным вегетационным периодом, чем у раннеспелых, побудили нас включить в программу исследований сорта с различными сроками созревания.

Как уже отмечалось ранее, важнейшим направлением развития производства сои, способствующим существенному снижению потерь от

природных рисков является применение инновационных технологий, к которым относится оросительная мелиорация. На больших производственных посевах сои наиболее распространен способ полива дождеванием [156]. Однако, влияние на рост продуктивности сои такого орошения в условиях Волгоградской области на светло-каштановых почвах, с использованием разноспелых адаптированных сортов нового этапа региональной селекции и особенностей их водопотребления по периодам роста и развития растения, изучено недостаточно полно.

Целью исследований являлось изучение продуктивности различных по срокам созревания районированных сортов сои и особенностей их водопотребления при различных режимах орошения в условиях Волгоградской области на светло-каштановых почвах.

В соответствии с целью и поставленными задачами исследований, отраженными во введении, полевой опыт проводился по двухфакторной схеме, дающей возможность сравнить продуктивность сортов сои различных сроков созревания (Фактор А) и совершенствование их водопотребления при орошении дождеванием (Фактор В).

Фактор А схематично включал следующие варианты:

$A_1$  – ВНИИОЗ 86, ультраскороспелый сорт (вегетационный период 87–92 суток) – контроль;

$A_2$  – Волгоградка 2, скороспелый сорт (вегетационный период 101–107 суток);

$A_3$  – ВНИИОЗ 31, среднескороспелый сорт (вегетационный период 106–120 суток).

Фактор В включал варианты по поддержанию предполивного порога влажности почвы в слое 0,6 м:

$B_1$  – на уровне 70-80-70 %НВ по фазам роста и развития растений: 70 %НВ в период от посева до цветения, 80 %НВ – в фазу цветения, формирования и налива бобов, 70 %НВ – в период «созревание-полная спелость».

$B_2$  – на уровне 80-80-70 %НВ в период от всходов до созревания - 80 %НВ, 70%НВ – в период созревание-полная спелость.



$B_3$  – поддержание влажности почвы на уровне 80 %НВ на протяжении всего вегетационного периода «всходы – созревание» (контроль).

Опыты были заложены в ФГУП «Орошаемое» ФГБНУ ВНИИОЗ Советского района г. Волгограда в период 2013-2015 гг. Полив осуществлялся оросительной установкой Rainstar австрийской фирмы Bauer. Закладка полевого опыта, проведение учетов и наблюдений за растениями сои и почвой осуществлялись в соответствии с методикой Б.А. Доспехова (1979), методикой орошаемого земледелия В.Н. Плешакова (1983) и другими общепринятыми методическими руководствами. Площадь делянок 1-го порядка (режимы орошения) составляла 600 м<sup>2</sup>, 2-го порядка (сорта) – 200 м<sup>2</sup>. Учетная площадь делянок 2-го порядка – 120 м<sup>2</sup>. Повторность о – четырехкратная. Форма, площадь и направление делянок принимались в соответствии с общепринятыми методиками [49, 108, 109, 111, 112, 136].

Норма высева составляла 500 тыс. шт./га всхожих семян. Посев проводился широкорядным способом с междурядьями 0,7 м. Удобрения вносили на планируемую урожайность 2,5-3,5 т/га зерна ( $N_{90}P_{90}K_{60}$  д.в./га).

## 2.2 Почвенно-климатические условия

Волгоградская область расположена в степной и частично-полупустынной зонах, протяженность с севера на юг составляет 400 км, с запада на восток 430 км.

Почвообразующие породы опытного участка представлены четвертичными отложениями в виде делювиальных суглинков с тонкопористым строением. Для исследования морфологических признаков был заложен почвенный разрез и дана характеристика его горизонтов.

Горизонт А (0-0,25 м) – пахотный, темно-серый, оттенок коричневый, тяжелосуглинистый, уплотненный, пронизан камнями, не вскипает под воздействием соляной кислоты.

Горизонт  $B_1$  (0,25-0,35 м) – светло-коричневой окраски, тяжелосуглинистый, уплотненный, корни, натеки каллоидов, не вскипает.

Горизонт В<sub>2</sub> (0,35-0,59 м) – среднесуглинистый, бурой окраски с белесоватым оттенком, сплошной карбонатный с мягкой белоглазкой, вскипает сильно до бурого.

Горизонт ВС (0,59-0,87 м) – среднесуглинистый, с редкими прослойками песка, красно-бурый, плотный, с кварцевыми зернами, окутанными железистой пленкой, редкие железо-марганцевые образования.

Горизонт С (начинается с 0,87 м) – палево-желтый, среднесуглинистый, уплотнённый, единичные корни, сильно вскипает от соляной кислоты.

Основными агрофизическим показателями, которые характеризуют плодородие орошаемых земель, являются плотность почвы, количество водопрочных агрегатов и водопроницаемость почвы.

Для водно-физических свойств светло-каштановой почвы характерна высокая плотность, небольшие запасы продуктивной влаги, высокий процент влажности завядания растений, слабая водопроницаемость (таблица 2.2.1).

Таблица 2.2.1 - Показатели водно-физических свойств светло-каштановых почв опытного участка

Глубина отбора почвогрунта, м	Плотность		Порозность почвы, %	Наименьшая влагоемкость, %	Влажность завядания, %
	сложения почвы, т/м <sup>3</sup>	твердой фазы, т/м <sup>3</sup>			
0-0,1	1,25	2,5	51,7	25,5	8,35
0,1-0,2	1,29	2,51	51,0	25,2	8,97
0,2-0,3	1,31	2,53	49,4	24,7	9,8
0,3-0,4	1,34	2,56	47,9	25,0	10,9
0,4-0,5	1,39	2,58	46,3	24,3	11,8
0,5-0,6	1,4	2,6	46,5	23,5	11,4
0,6-0,7	1,42	2,64	46,6	22,6	11,5
0,7-0,8	1,43	2,61	45,8	22,0	12,0
0,8-0,9	1,45	2,65	45,9	21,5	11,4
0,9-1,0	1,46	2,62	44,5	21,2	10,1

Плотность сложения почвы увеличивалась по мере повышения глубины почвогрунта и колебалась в пахотном слое 1,25-1,31 т/м<sup>3</sup>. В более глубоких горизонтах почвы этот показатель изменялся от 1,34 до 1,46 т/м<sup>3</sup>.

Плотность твердой фазы почвы тесно связана с содержанием органического вещества. В почвах опытного участка содержание гумуса в пахотном слое низкое - 1,52–1,7 %, поэтому показатели плотности почвы этого слоя значительные - 2,5–2,53 т/м<sup>3</sup>.

Порозность почвы корнеобитаемого слоя опытного участка колебалась в пределах 49,4–51,7 %. Нижние горизонты профиля почвы характеризовались более низкими значениями скваженности - 44,5–47,9 %.

Наименьшая влагоемкость почвы изменялась от 25,5 до 23,5% при отборах почвогрунта в слое 0,1-0,6 м почвы и уменьшалась до 21,2 % в ниже залегающих горизонтах – до 1 м. Скорость впитывания воды составляла 0,887 мм/мин в течении первого часа, а спустя 5 часов снижалась до 0,362 мм/мин., что свидетельствует о слабой водопроницаемости почвы опытного участка.

Важной особенностью плодородия почвы является концентрация в ней важнейших элементов питания для растений – азота, фосфора, калия. В корнеобитаемом слое содержание азота низкое – 36-44 мг/кг, фосфора (27-51 мг/кг) – среднее, и калия (265-327 мг/кг) – высокое.

Реакция почвенного раствора близка к нейтральному рН=6,8–7,4.

Светло-каштановые почвы трудны при обработке и имеют пониженную водопроницаемость. Соя не является культурой, специфически требовательной к почвам. Значительно большее влияние на рост и развитие соевого растения оказывают климатические условия [74, 157, 158].

Территория Волгоградской области удалена от океанов и морей, поэтому климат этого региона характеризуется: холодной, малоснежной зимой и продолжительным, жарким, засушливым летом. По количеству поступающего солнечного тепла область не уступает территории Крыма [1], однако среднегодовая амплитуда температур колеблется от 30 до 32 °С, а максимальных

и минимальных температур – 70-80 %. Это свидетельствует о значительных контрастах между холодной зимой и жарким летом.

Прогревание поверхностного слоя почвы на глубине 5-10 см до 10 °С тепла, требуемого для прорастания семян сои, наступает в подзоне светло-каштановых почв в 3 декаде апреля - 1 декаде мая. Поскольку лучшие сроки посева сои совпадают с нагреванием верхнего слоя почвы до 15<sup>0</sup> тепла, оптимальным периодом посева этой культуры является 1-2 декада мая. Кратковременное наступление весенних заморозков не приводит к коррекции сроков посева - режим их существенно смягчается с применением орошения.

Волгоградская область характеризуется поступлением значительного количества тепла в весенне-летний, летний и летне-осенний периоды, который продолжается до 165-175 дней на юге этого региона. Для культуры сои важен приход тепла в период «посев-полная спелость», который соответствует промежутку времени «май-сентябрь». В этот период на юг области приходится до 3050 °С суммы температур выше 10 °С по среднегодовым данным [127]. Этого запаса тепла хватает для полного вызревания сортов сои почти всех групп спелости.

Однако такое обилие тепла и солнечного света не сопровождается выпадением значительного количества осадков, что способствует развитию орошаемого земледелия. Средние показатели многолетнего количества осадков в период «май-август» в подзоне светло-каштановых почв составляет 158 мм. Здесь во время активного роста развития сои (июнь-август) в среднем выпадает 100 мм осадков, которые зачастую носят ливневый характер и оказывают малозначительное влияние на увеличение почвенных запасов влаги.

Дефицит осадков, господство над южной территории области сухих восточных и юго-восточных ветров приводит к сильному иссушению атмосферного воздуха и прогрессированию суховеев с относительной влажностью воздуха менее 30 %, отрицательно влияющих на сою, даже в посевах с орошением. Среднегодовое количество суховейных дней в подзоне светло-каштановых почв за май-сентябрь составляет 47. В отдельные годы этот

показатель достигает 85 (2002, 2013 гг.) и даже 114 дней (2014, 2015 гг.), что требует существенной корректировки режимов орошения сои.

Таковы особенности местного климата по многолетним данным. Для характеристики метеорологических условий вегетационных периодов в 2013-2015 годах приводим данные агрометеонаблюдений ФГБНУ ВНИИОЗ за это время (таблица 2.2.2., приложение 1).

Таблица 2.2.2 - Метеоусловия в годы проведения исследований

Показатели	Месяцы						Среднепогодный показатель	Отклонение от среднепогодного показателя
	май	июнь	июль	август	Сентябрь	Май - сентябрь		
<b>2013 год</b>								
Сумма осадков, мм	25,2	113,2	10	7	110,7	266,1	158	108,1
Сумма температур, °С	670	697	747	722	432	3268	3050	218
Гидротермический коэффициент (ГТК)	0,4	1,6	0,1	0,1	0,25	0,94	0,6	0,34
Количество дней с относительной влажностью менее 30 %	23	19	24	18	1	85	47	38
<b>2014 год</b>								
Сумма осадков, мм	20	20,6	9,1	24,5	16	90,2	158	-67,8
Сумма температур, °С	645	657	772	815	489	3378	3050	328
Гидротермический коэффициент (ГТК)	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6	-0,3
Количество дней с относительной влажностью менее 30 %	23	22	26	26	17	114	47	67
<b>2015 год</b>								
Сумма осадков, мм	36,8	15,5	15	2,1	21,2	90,6	158	-67,4
Сумма температур, °С	539	741	781	660	621	3342	3050	292
Гидротермический коэффициент (ГТК)	0,7	0,2	0,2	0,03	0,3	0,3	0,6	-0,3
Количество дней с относительной влажностью менее 30 %	14	24	26	28	22	114	47	67

Условия вегетационного периода сои 2013 года отмечены как благоприятные по количеству осадков. За период май-сентябрь их выпало в 2 раза больше среднемноголетнего значения – 266,1 мм. Однако наибольшее их количество – не менее 70 % от выпавших за вегетационный период осадков приходится на май - июнь. Наименьшее на июль - сентябрь.

Приход тепла за этот период времени превышает норму на 218 °С. Максимальные температуры воздуха — 32-35 °С отмечались в течении всего летнего периода. ГТК в этом году составил наибольшую величину — 0,94 за все годы исследований.

Тем не менее, острый дефицит осадков и высокие температуры воздуха привели к прогрессированию атмосферной засухи. Количество суховейных дней достигло 85, что на 38 дней больше среднемноголетнего значения. Наибольшего пика атмосферная засуха достигла в мае и июле – она продолжалась 23-24 дня и наименьшего — в период сентября и августа — 0-7 дней.

В 2014 году среднее количество осадков за вегетационный период составило 90,2 мм, что на 67,8 мм меньше среднемноголетнего значения. По месяцам осадки выпадали более-менее равномерно – 16-24 мм, за исключением июля (9,1 мм).

Приход тепла в период май-сентябрь этого года был очень значительным - на 328 °С превысил сумму температур среднемноголетнего показателя. Максимальные температуры воздуха были отмечены в мае (35,1 °С), июне (34,3 °С), июле (35,9 °С) и в августе (38,7 °С). Максимум среднесуточных температур приходился на август (26,3 °С) минимум – на сентябрь (16,3 °С).

Экстремальные температурные условия на фоне дефицита атмосферных осадков привели к значительной засушливости климата 2014 года. Прогрессирующая засуха способствовала усилению суховейных явлений с количеством дней с относительной влажностью воздуха менее 30 % до 114 за вегетацию сои, что значительно (на 67 дней) больше их среднемноголетнего показателя. Все 5 месяцев вегетационного периода характеризовались проявлением очень сильной воздушной засухи – 17-26 дней.

Метеоусловия 2015 года во многом схожи с их проявлением в 2014 году. Также наблюдался существенный дефицит осадков (-67,4 мм), значительный избыток тепла (на 292°C), проявление очень сильной почвенной (ГТК 03) и воздушной (114 суховейных дней) засухи.

Таким образом, за годы проведения исследований отмечено влияние как относительно благоприятных метеоусловий для посевов сои, так и проявление сильной и очень сильной засушливости местного климата при дефиците осадков, повышении температуры воздуха и значительном ужесточении суховейных явлений, причем на протяжении всего вегетационного периода. Это дало нам возможность глубже изучить биологические особенности сортов сои, допущенных в сельскохозяйственное производство Нижневолжского региона, их водопотребление по периодам органогенеза и выделить из них наиболее отзывчивые на орошение.

### **2.3 Методика исследований**

Агротехнику в опытах проводили по индустриальной технологии возделывания сои на орошаемых землях, разработанной в ФГБНУ ВНИИОЗ [24, 69, 70, 90, 164], в ФГБНУ Нижневолжский НИИСХ [75, 76], в Волгоградском ГАУ [79, 80, 84, 87, 88, 89], в Комплексном отделе ВНИИГиМ [27, 28, 29, 30, 31] и по рекомендациям проведения весенне-полевых работ в хозяйствах Волгоградской области [140, 141, 142].

Опытные посеы размещались по предшественнику – кукуруза на силос. Зяблевую вспашку проводили на глубину 0,25-0,27 м сразу поле уборки предшествующей культуры. Весенняя обработка почвы включала боронование, две культивации с одновременным боронованием в агрегате. Фосфорно-калийные удобрения вносили под вспашку из расчета на 2,5–3,5 т/га в дозах  $P_{90}K_{60}$  действующего вещества (д.в.), азотные удобрения использовали под предпосевную культивацию – 90 кг/га д.в. Для борьбы с сорняками применяли гербицид почвенного действия Харнес в дозе 2,5–3,5 л/га.

Метеорологические наблюдения проводили по общепринятым методикам [1, 34, 48, 49, 68, 79, 148, 157, 158]. Количество атмосферных осадков учитывали полевым дождемером. Влажность воздуха и его температуру регистрировали термометрами Тм-1 и Тм-2. Почвенную температуру определяли коленчатыми термометрами Савинова Тм-5, относительную влажность воздуха – аспирационным психрометром Ассмана, скорость и направления ветра – флюгером Вильда.

Закладку полевых опытов осуществляли в соответствии с методиками Б.А Доспехова [49] с учётом специфики орошаемого земледелия [136]. Для получения достоверных результатов проводили следующие наблюдения и оценки, используя методологические указания по расчету режима орошения [5], почвы [144], проведению полевых агротехнических опытов с соей и наблюдений в них [111, 112, 143, 145].

Агрофизические свойства почвы определяли с использованием пиктометрического метода (бура Качинского).

Расчет плотности сложения осуществляли по формуле:

$$d_v = D_{ВП} \times 100 / V(100 + W) \quad (1)$$

где  $d_v$  – плотность сложения почвы;

$D_{ВП}$  – масса влажности почвы в патроне;

$V$  – объём патрона, см<sup>3</sup>;

$W$  – полевая влажность почвы, %.

Агрегатный состав почв учитывали методом сухого и мокрого просеивания, определяли коэффициент структурности, содержание водопрочных агрегатов и водно-физические показатели почвы. Запасы влаги устанавливали исходя из значений объемной массы почвы и её полевой влажности, которую определяли влагометром TR-46902 (Италия) с контролем термостатно-весовым методом через каждые 0,1 м глубины активного слоя почвы в 4-кратной повторности. Сроки оценки полевой влажности почвы соотносились с основными фазами роста и развития сои, а также с вегетационными поливами, что давало возможность контролировать фактически заданную поливную норму.



Поливную норму определяли по формуле:

$$m=100 \times h \times \alpha \times (W_{\text{НВ}} - W_{\text{П}}) \quad (2)$$

где  $m$  – поливная норма  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$h$  – глубина активного слоя;  $\text{м}$ ;

$\alpha$  – плотность сложения почвы,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

$W_{\text{НВ}}$  и  $W_{\text{П}}$  – влажность активного слоя почвы при наименьшей влагоёмкости и перед поливом, % от массы сухой почвы.

Наименьшую или предельно-полевую влагоёмкость почвы определяли методом заливаемых площадок до закладки полевого опыта.

Суммарное водопотребление рассчитывали методом водного баланса:

$$E = 10\mu O_c + (W_{\text{Н}} - W_{\text{К}}) + M + W_{\text{гр}} \quad (3)$$

где 10 – коэффициент перевода осадков;

$\mu$  – коэффициент использования осадков;

$O_c$  – количество осадков за период вегетации культуры,  $\text{мм}$ .

$(W_{\text{Н}} - W_{\text{К}})$  – доступный запас влаги в активном слое почвы перед началом вегетации сои и после её,  $\text{м}^3/\text{га}$

$M$  – оросительная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$

$W_{\text{гр}}$  – поступление влаги из грунтовых вод,  $\text{м}^3/\text{га}$  (в наших условиях грунтовые воды расположены вне зоны капиллярного влияния на корнеобитаемый слой - свыше 8 м, поэтому в расчет не принимались).

Расход воды на образование одной тонны зерна определяли по формуле:

$$K_B = E/U \quad (4)$$

Где  $K_B$  – коэффициент водопотребления,  $\text{м}^3/\text{т}$ ;

$E$  – суммарное водопотребление,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$U$  – урожайность культуры,  $\text{т}/\text{га}$

Для агрохимической классификации почвы и расчета необходимых доз удобрения рассчитывали показатели:

- гранулометрического состава;
- содержания гумуса;
- рН водной вытяжки [37];

-концентрация легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия [35, 36].

Фенологические наблюдения проводили на протяжении всей вегетации. Учитывали наступление фаз роста и развития сои: всходы, ветвление, цветение, формирование бобов, налив бобов, созревание по методике ВНИИМК.

Структурные элементы продуктивности определяли на 25 растениях каждого варианта опыта.

Учет хозяйственно-ценной части урожая проводили поделочно при наступлении полной спелости семян с влажностью 12-16 %. Урожай приводили к 100 % чистоты зерна и 13 % влажности.

Фотосинтетическую деятельность растений изучали по методике лаборатории фотосинтеза Института физиологии растений [120, 121, 122].

Определение площади листьев выполняли методом высечек:

$$S = P \times S_1 \times n / P_1 \quad (5)$$

где  $S$ —площадь листьев отобранного на анализ образца,  $\text{см}^2$ ;

$S_1$ — площадь листа одной высечки,  $\text{см}^2$ ;

$n$ — количество высечек, шт.;

$P$ —Общий вес листьев, г;

$P_1$ — масса высечек, г.

Подсчет прироста сухой биомассы осуществляли на основе систематического отбора через каждые 10 дней, взвешивание растительной массы с уборочной площади  $0,25 \text{ м}^2$  и разделение её на листья, черешки, стебли, ветви.

Сумма средней площади листьев в динамике дает возможность определить фотосинтетический потенциал (ФП) - показатель суммарной площади листьев и времени её функционирования. Он выражается в  $\text{млн. м}^2 \text{ дн/га}$  и рассчитывается по нарастанию средней площади листьев ( $L_{1...x}$ ) по периодам ( $T_{1...x}$ ).

$$\text{ФП} = (L_1 + L_2) \times T_1 + (L_1 + L_2 + L_x) \quad (6)$$

Полученные значения ФП и прироста органического вещества позволяют рассчитать чистую продуктивность фотосинтеза по формуле:

$$\text{ЧПФ}=(\text{В}_2-\text{В}_1)/\text{ФП} \quad (7)$$

где  $(\text{В}_2-\text{В}_1)$ - прирост сухой биомассы за  $n$  дней, г;

Опытные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа [49].

Анализ экономической эффективности производства сои в условиях орошения проводили используя фактические затраты и среднерыночные цены на зерно сои [2, 13, 61] материалы системы адаптивно-ландшафтного земледелия [152, 153].

Биоэнергетическую эффективность технологии возделывания сои рассчитывали по методикам Г.А. Медведева, В.М. Иванова, Н.А. Наумова [62, 105], агроэкологической оценки земель, проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий [2].

Накопление семенами сои сырого протеина определяли в лаборатории массовых анализов ФГБНУ ВНИИОЗ фотометрическим индофенольным методом [39], сырого жира - по обезжиренному остатку [38].

#### 2.4 Хозяйственно-биологическая характеристика сортов сои

Рост и производство сельскохозяйственных культур достигается в том случае, если сорта рационально используют биоклиматический потенциал региона своего распространения [53, 54, 55]. В Нижнем Поволжье рекомендуется в посевах с орошением практиковать сочетание скороспелых (25–35 % от общего посева сои в сельхозпредприятии) и среднескороспелых (65–75 %) сортов [164]. С учетом этого, мы и подбирали для проведения диссертационного исследования наиболее адаптированные сорта сои, выведенные в условиях Волгоградской области (ФГБНУ ВНИИОЗ) и рекомендуемые для этого региона с различными сроками созревания и высоким потенциалом продуктивности.

**ВНИИОЗ 86.** Внесен в Госреестр сортов сои, допущенных к использованию по Нижневолжскому (с 2002 года) и Уральскому (с 2005 года) регионам Российской Федерации. Очень скороспелый - продолжительность вегетационного периода составляет 92 сутки (87–96 дней) Перспективен для производства в

регионах с меньшей обеспеченностью теплом в период «посев-полная спелость» с суммой температур 2528 °С.

Средняя урожайность составляет 2,3 т/га с колебаниями по годам от 1,62 до 3,36 т/га. Высота растений составляет 0,81 м, бобы размещаются на уровне 0,11 м от поверхности почвы. Сорт накапливает в семенах 38,6 % сырого протеина (с колебаниями от 36,5 до 41 % по годам), и 17,8 % жира (16,1-18,7 %), сбор белка составляет 0,57 т/га, жира 0,46 т/га.

Рано освобождает поле (конец августа - начало сентября), в связи с чем, служит хорошим предшественником для озимых культур. Пригоден для проведения пожнивных и поукосных посевов. Может использоваться для получения пищевой соевой основы [162].

**ВНИИОЗ 31.** Внесен в Госреестр сортов сои допущенных к использованию по Нижневолжскому региону с 2011 года Среднескороспелый. Вегетационный период составляет 115 суток. Сумма температур в период «посев–созревание» составляет 2786 °С.

Сорт высокоурожайный. Способен формировать урожайность в посевах с орошением до уровня 4-х т/га зерна. Средняя урожайность за 2011-2015 гг составила 3 т/га. Принципиально новый сорт с коротким стеблем и законченным типом роста после цветения. Поэтому существенный вклад в продуктивность растения у этого сорта вносит ( $r=0,49-0,98$ ) величина аттрагирующей способности семян (АС), совместно с интенсивностью ветвления ( $r=0,32-0,86$ ) и образованием бобов в узлах главного стебля ( $r=0,45-0,87$ ) [162]. Это важно учитывать при установке нормы посева и назначении режимов орошения.

Короткостебельный. Высота растений не достигает более 0,67 м., до нижнего боба она равняется 0,13 м. Содержание сырого протеина в семенах составляет 37,5 %, жира – 18,8 %. Валовой сбор этих ценных веществ достигает соответственно 0,95 и 0,50 т/га [164].

**Волгоградка 2.** Сорт выведен в результате проведения совместной селекционной работы ФГБНУ ВНИИОЗ и ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (в соавторстве с диссертанткой - заявка на допуск к использованию № 75194 от

01.12.2016 г.). Скороспелый. Продолжительность вегетационного периода составляет 105 суток. Сумма температур для полного созревания составляет 2670 °С.

Потенциал зерновой продуктивности орошаемого агроценоза достигает 3,53 т/га. Сорт обеспечивает получение 0,34 т/га или 12,6 % прибавки зерна в среднем за годы проведения конкурсного сортоиспытания (2014-2016 гг.), что считается высоким показателем для ранних сортов. Основное условие формирования высокопродуктивных растений является комплексное увеличение количества ветвей стеблестоя ( $r=0,70-0,79$ ) и бобов на главном стебле ( $r=0,71-0,99$ ). Интенсифицируется процесс образования листьев и нарастания биомассы, что необходимо поддерживать и оптимизировать режимами орошения и внесения удобрений, стимуляторов роста и т.п.

Выделяется средней высотой растений (0,74 м) и высоким прикреплением нижних бобов от поверхности почвы (0,16 м). Характеризуется высокими показателями содержания сырого протеина в семенах (41 %), сбора белка и жира с гектара (1,07 т/га и 0,44 т/га), что делает его востребованным сооперерабатывающей промышленностью.

Таким образом, для осуществления исследований были подобраны биологически и морфологически различные сорта сои Волгоградской селекции, адаптированные к природно-климатическим условиям Нижнего Поволжья, характеризующиеся высокими показателями проявления хозяйственно-ценных признаков, свойств, уровнем формируемой урожайности. Это способствовало повышению точности проведения экспериментальных работ, определению характерного конкретному сорту потенциала, разработке наиболее продуктивных и эффективных агромелиоративных приемов.

## **ГЛАВА 3 СОРТ – ОСНОВА ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЦЕНОЗА СОИ**

### **3.1 Взаимосвязь продолжительности периодов развития сои с теплообеспеченностью региона возделывания**

Н.И. Вавилов, разрабатывая основные параметры «экологического паспорта» сорта, на первое место в нем поставил различия в продолжительности всего периода вегетации отдельных межфазных периодов роста и развития, которые наиболее тесно связаны с температурой воздуха [32, 158]. Ритм растения тесно связан с их отзывчивостью на важные метеорологические факторы по мере роста и развития агроценоза, в связи с чем и создается согласованность между ритмами, условий погоды и продолжительности межфазных периодов развития растений [9, 34, 41, 113, 114, 123, 125, 128, 193, 195, 197, 199].

Биологические возможности сои формировать значительное количество репродуктивных органов очень значительные, особенно в условиях орошения [164]. Но реализация генетического потенциала сортов у этой культуры снижается при ухудшении метеоусловий, особенно значительно, при резком несоответствии погодных условий адаптивному потенциалу сорта к температурному фактору [134, 138, 182, 185, 187, 192, 194, 196, 198, 202], вредоносному действию вредителей и болезней [135, 149].

Сумма температур воздуха выше 10 °С, необходимая для формирования рентабельных урожаев и надёжного созревания, зависит от сорта и региона возделывания этой культуры и составляет 1600–3400 °С, хотя урожайность и зависит от сорта и региона возделывания этой культуры [31, 115, 116].

Выделены три группы сортов сои по отзывчивости к теплообеспеченности вегетационного периода: малотеплоёмкие с потребностью в сумме температур 1600–2200 °С - раннеспелые генотипы, среднетеплоёмкие требующие 2200–2800 °С - среднеспелые формы и высокоёмкие которым нужна высокая сумма

температур 2800–3400 °С позднеспелые морфобиотипы [156, 170]. С развитием селекционных работ по сое в условиях Нижнего Поволжья и формированием сортов Нижневолжского экологического типа [162, 164] важно выявить их потребность в тепле необходимую для роста и развития на этапах прохождения онтогенеза у растений в орошаемых посевах.

В результате проведенных исследований отмечены значительные отличия в календарных датах наступления основных фенологических фаз органогенеза у разных по срокам созревания сортов сои (таблица 3.1.1)

Продолжительность органогенеза возрастает по мере удлинения всего вегетационного периода. Такого же мнения придерживается ряд исследователей [94, 95, 98, 115, 170].

Ускоренными темпами наступления очередных этапов роста и развития характеризовался очень скороспелый сорт сои ВНИИОЗ 86. Он достигал генеративного состояния (цветение) 18–26 июня и был готов к механизированной уборке 23 августа – 1 сентября при влажности семян 10-13 %.

Сорта более поздних групп спелости достигали аналогичных этапов органогенеза значительно позже.

Скороспелый сорт Волгоградка 2 соответственно 21 июня–3 июля и 12–19 сентября, а среднескороспелый сорт ВНИИОЗ 31 - 24 июня – 7 июля и 14–24 сентября, это важно учитывать при выборе сроков посева и не допускать их затягивания по сортам с продолжительным периодом вегетации.

Более скороспелые сорта можно высевать позже рекомендуемых сроков при необходимости борьбы с сильной засоренностью поля или в качестве второй (позднивной) культуры в орошаемом севообороте.

Требования сои к теплу возрастают от прорастания (12-22 °С) до цветения (19-25 °С), уменьшаясь в фазы налива бобов (18-23 °С) и созревания (14-20 °С) [50, 96, 158].

Таблица 3.1.1 - Фенология сортов сои

Периоды роста и развития	Сорта								
	ВНИИОЗ 86			Волгоградка 2			ВНИИОЗ 31		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Посев	16.V	13.V	19.V	16.V	13.V	19.V	16.V	13.V	19.V
Всходы	25.V	21.V	28.V	26.V	22.V	30.V	27.V	24.V	1.VI
Ветвление	9.VI	6.VI	12.VI	16.VI	10.VI	16.VI	18.VI	13.VI	20.VI
Цветение	22.VI	18.VI	26.VI	28.VI	21.VI	3.VII	2.VII	24.VI	7.VII
Формирование бобов	5.VII	1.VII	10.VII	11.VII	4.VII	16.VII	16.VII	8.VII	19.VII
Налив бобов	15.VII	12.VII	20.VII	23.VII	17.VII	25.VII	26.VII	22.VII	29.VII
Созревание	8.VIII	30.VIII	13.VIII	17.VIII	9.VIII	17.VIII	21.VIII	14.VIII	21.VIII
Полная спелость	30.VIII	23.VIII	1.IX	12.IX	8.IX	19.IX	17.IX	14.IX	24.IX
Продолжительность периода, сутки:									
посев-полная спелость	101	97	103	115	113	120	118	119	123
всходы-полная спелость	92	89	94	105	104	109	107	108	111



В наших исследованиях органогенез сои осуществлялся при относительно высоких температурах воздуха на всех этапах роста и развития (таблица 3.1.2). В среднем за периоды посев-полная спелость соя развивается при близких температурах воздуха 23,5–24,2 °С. Однако в разрезе сортов и этапов органогенеза наблюдается существенные температурные различия. Растения сорта ВНИИОЗ 86 проходили периоды «посев-всходы» и «созревание-полная спелость» при более высоких температурах воздуха 25,3-25,6 °С, чем при других этапах роста и развития - 21,2–24,2 °С. У сорта Волгоградка 2 такая же высокая температура воздуха наблюдалась только в начальный период органогенеза.

Таблица 3.1.2 - Средняя температура воздуха по периодам органогенеза сортов сои, °С (средние данные за 2013-2015 гг.)

Периоды роста и развития	Сорта сои		
	ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Посев-всходы	25,3	25,9	25,4
Всходы - ветвление	21,2	23,3	22,5
Ветвление -цветение	23,1	22,6	23,8
Цветение -формирование бобов	22,6	24,2	25
Формирование бобов - налив бобов	23,5	23,8	25,6
Налив бобов - созревание	24,1	24,6	25,1
Созревание - полная спелость	25,6	21,1	19,7
Продолжительность периода:			
посев - полная спелость	24,2	23,6	23,7
всходы - полная спелость	23,3	23,4	23,5

Агроценоз сорта ВНИИОЗ 31 подвергался воздействию повышенных температур воздуха на протяжении нескольких межфазных периодов: «посев-всходы» во время цветения, формирования бобов, их налива и созревания - 25,0-25,6 °С. Это важно учитывать при подборе площади питания растений и не допускать изреженности, наиболее подверженного действию высоких температур посева, а формировать у этого сорта более плотный агроценоз, позволяющий лучше регулирующий температуру воздуха внутри посева. Созревание-полная спелость проходит у этого сорта при значительно пониженной температуре воздуха 19,7 °С, чем у других генотипов - 21,1–25,6 °С. В связи с чем, нежелательно затягивать сроки посева сорта ВНИИОЗ 31, во избежание удлинения периода «созревание-полная спелость».

По годам средняя температура воздуха на всех этапах роста и развития растений сои также подвержена изменчивости (приложение 2).

Более высокие температуры воздуха в среднем за период «посев-полная спелость» наблюдались у сортов в 2015 году: ВНИИОЗ 86-24,6 °С, Волгоградка 2 - 23,9 °С, ВНИИОЗ331 -23,9 °С. Меньшие температуры воздуха за этот период отмечены у изучаемых сортов в 2013 году -23,1-23,9 °С.

Анализ теплообеспеченности периодов роста и развития у подобранных для исследования сортов сои (таблица 3.1.3) свидетельствуют о том, что у сортов сои в орошаемых посевах Нижнего Поволжья урожай формируется при следующих суммах температур за период «посев-полная спелость»: ВНИИОЗ 86 – 2354 °С, Волгоградка 2–2732 °С, ВНИИОЗ 31 – 2853 °С.

Наибольшая теплообеспеченность сортам необходима в период «налив бобов –созревание» - 25,2-26,1 %, наименьшая - в межфазный период «посев-всходы» 9,2-10,1 %, от продолжительности периода «посев-полная спелость» на что необходимо обращать внимание при разработке дифференцированного режима орошения.

В годы проведения исследований наблюдались различные проявления теплообеспеченности в период «посев-полная спелость» сои (приложение 3) Наибольшим количеством сумм температур, требуемых сорту ВНИИОЗ 86,

характеризовался 2013 год – 2412 °С, наименьшим (2315 °С) -2015 год. Для сортов Волгоградка 2 и ВНИИОЗ31 максимальное количество тепла - 2863-2958 °С поступило в 2015 году, минимальное (2660-2798 °С) - в 2013 году.

Таблица 3.1.3 - Сравнительная сумма температур по периодам развития у различных сортов сои (среднее за 2013-2015 гг.)

Периоды роста и развития сои	ВНИИОЗ 86		Волгоградка 2		ВНИИОЗ 31	
	сумма температур, °С	% от периода посев-полная спелость	сумма температур, °С	% от периода посев-полная спелость	сумма температур, °С	% от периода посев-полная спелость
Посев-всходы	219	9,4	250	9,2	287	10,1
Всходы - ветвление	339	14,4	427	15,6	449	15,7
Ветвление - цветение	300	12,7	324	11,9	338	11,8
Цветение - формирование бобов	316	13,4	323	11,8	342	12,0
Формирование бобов-налив бобов	243	10,3	286	10,5	307	10,8
Налив бобов - созревание	615	26,1	703	25,7	718	25,2
Созревание - полная спелость	322	13,7	419	15,3	412	14,4
Посев - полная спелость	2354	100	2732	100	2853	100
Всходы - полная спелость	2135	90,7	2482	90,8	2566	89,9

НСР<sub>05</sub>, А = 9

Сравнивая сроки наступления основных периодов органогенеза у изучаемых сортов сои важно отметить, что метеоусловия лет наблюдений оказали заметное влияние на их продолжительность. Скороспелый сорт ВНИИОЗ 86 характеризовался наименьшей изменчивостью как по продолжительности межфазных периодов по годам (приложение 4), так и по общей длительностью периодов «посев-полная спелость» 97-103 суток и

«всходы-полная спелость» 84-94суток. В то время как у сортов более поздних сроков созревания эти изменения более значительны по годам. Это приводит к колебаниям продолжительность вегетации 113-120 суток; 118-124 суток. Наибольшее количество времени -23,8–26 % от общей вегетации затрачивается сортами на период «налив бобов – созревание» и меньше всего дней 9-11 (8,6-9,4 %) необходимо сортам на прохождение фазы «посев–всходы» (таблица 3.1.4).

Таблица 3.1.4 - Продолжительность периодов роста и развития у сортов сои (средние данные за 2013-2015 гг.)

Периоды роста и развития сои	ВНИИОЗ 86		Волгоградка 2		ВНИИОЗ 31	
	Количество суток	% от периода посев-полная спелость	Количество суток	% от периода посев-полная спелость	Количество суток	% от периода посев-полная спелость
Посев-всходы	9	9	10	8,6	11	9,4
Всходы - ветвление	16	16	18	45,8	20	16,7
Ветвление - цветение	13	12	14	12,1	14	11,7
Цветение - формирование бобов	14	14	13	11,5	14	11,3
Формирование бобов-налив бобов	10	10	12	10,3	12	10
Налив бобов - созревание	26	26	29	24,7	29	23,8
Созревание - полная спелость	13	12	20	17	21	17,1
Продолжительность периода: посев - полная спелость	100	100	116	100	120	100
всходы - полная спелость	92	92	106	91,4	109	90,8

Результаты проведенных исследований показали, что продолжительность вегетационных периодов сои «посев-полная спелость» и «всходы-полная спелость» в значительной степени зависит от проявления метеоусловий в годы изучения. В исследованиях установлено, что различная продолжительность вегетационных периодов формируется под влиянием генетических особенностей

сортов, а размах изменчивости по годам тесно связан с различиями в сумме температур на протяжении роста и развития растений. Поэтому совершенствование приемов возделывания сои необходимо соотносить с биологическими особенностями подобранных сортов.

### **3.2 Фотосинтетическая деятельность посевов сои**

Академик Тимирязев К.А. считал, что каждый луч солнца не используемый ассимиляционной поверхностью растительных ценозов – богатство, потерянное навсегда [160]. В настоящее время продовольственная проблема – является одной из важнейших в мире.

Решение этой задачи напрямую зависит от повышения агрокультуры, которая включает в себя эффективное использование фотосинтеза растений [52, 53, 54, 55, 176].

Поэтому, при выведении новых сортов, разработке приемов агротехники или мелиорации, особое внимание необходимо уделять показателям фотосинтетической деятельности посевов.

Одним из показателей, определяющих уровень урожайности растений, является оптимальное развитие площади листовой поверхности. Посевы сои, формирующие избыточно высокие фотосинтетические потенциалы, могут дать меньшие урожаи, поскольку в таких посевах снижается продуктивность фотосинтеза [91].

В ранние периоды онтогенеза ассимиляционная поверхность не велика и значительная часть фотосинтетически-активной радиации (ФАР) недостаточно используется посевом. Начиная с фазы цветения, повышаются размеры и количество листьев, соответственно возрастает и уровень поглощения ими ФАР.

В условиях Краснодарского края наиболее продуктивными сортами сои являются такие, которые формируют в благоприятные по влагообеспеченности годы до 58-68 тыс.м<sup>2</sup>/га общей листовой поверхности [117].

Фотосинтетическую деятельность и продукционный процесс сои в условиях орошения региона Нижнего Поволжья изучали В.Н. Березин [24], Т.В. Мухортова [116], В.В. Бородычев и другие [31], В.В. Толоконников и другие [163]. Площадь листовой поверхности в этих исследованиях варьировала от 34 до 49,2 тыс.м<sup>2</sup>/га, а сбор сухой биомассы – 5,5-13,1 т/га. У скороспелой группы сортов листовая поверхность небольшая – 18,5-22 тыс.м<sup>2</sup>/га, у среднеспелых генотипов она достигала 38,4 тыс.м<sup>2</sup>/га.

В период проведения наших исследований средняя площадь листовой поверхности у скороспелого сорта ВНИИОЗ 86 составляла 17,6-20,5 тыс. м/га, у других, более позднеспелых сортов, она изменялась от 31,9 до 40,1 тыс./га (таблица 3.2.1).

Таблица 3.2.1 - Показатели листовой поверхности посевов различных сортов сои в зависимости от режима орошения, тыс.м<sup>2</sup>/га, (средние данные за 2013-2015 гг.)

Периоды роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	4,2	3,5	3,1
	80-80-70	4,8	4,2	3,7
	80-80-80	4,8	4,1	3,6
Ветвление-цветение	70-80-70	22,2	28,2	30,6
	80-80-70	25,7	32,3	37,6
	80-80-80	25,7	32,1	36,7
Цветение – формирование бобов	70-80-70	24,7	45,2	49,7
	80-80-70	30,1	51,8	57,7
	80-80-80	29,7	52,3	57,4
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	27,5	55,6	60,6
	80-80-70	31,3	61,2	66,5
	80-80-80	31,2	60,8	66,9
Налив бобов-созревание	70-80-70	21,9	37,8	42,8
	80-80-70	24,8	42,9	48
	80-80-80	24,5	42,8	47,3
Созревание-полная спелость	70-80-70	5,1	21	22,8
	80-80-70	5,8	22,3	24,6
	80-80-80	7,2	24,9	28,8
Среднее за вегетационный период	70-80-70	17,6	31,9	34,8
	80-80-70	20,4	35,8	39,7
	80-80-80	20,5	36,1	40,1

НСР<sub>05</sub>, А = 0,82

НСР<sub>05</sub>, В = 0,73

НСР<sub>05</sub>, АВ = 0,93

По сортам всех групп созревания наибольшее нарастание поверхности листьев отмечено в фазы роста и развития растений сои: «цветение – формирование бобов» и «формирование бобов-налив бобов». Максимального значения этого показателя сорта достигали в период формирования и налива бобов. Наибольшей площадью листовой поверхности характеризовались посевы сорта ВНИИОЗ 31 – 60,6-66,9 тыс.м<sup>2</sup>/га.

В начальный период вегетации и к уборке листовая поверхность сортов небольшая и низкая конкурентоспособность с сорными растениями. Это необходимо учитывать и не допускать зарастания посевов сои сорняками в это время.

На размеры ассимиляционной поверхности существенное влияние оказывали метеоусловия лет проведения исследований (приложение 5, 6, 7). У сорта ВНИИОЗ 86 наибольшая площадь листьев отмечена в 2015 году – 19,7-23,1 тыс.м<sup>2</sup>/га, а наименьшая (15,3-17,5 тыс.м<sup>2</sup>/га) в 2013 году. У более позднеспелых сортов этот показатель достиг максимального значения – 37,9-48,1 тыс.м<sup>2</sup>/га в 2013 году, минимального – 25,2-32,9 тыс.м<sup>2</sup>/га в 2015 году.

В условиях засушливого земледелия на процесс формирования листового аппарата существенно влияют условия влагообеспеченности посевов. Наши исследования связаны с выявлением наиболее комфортного для растений значения предполивного уровня влажности в активном слое почвы. Наблюдения во все периоды роста и развития этой культуры показали, что размеры ассимиляционного аппарата и динамика его формирования во многом отличаются с изменением условий влажности почвы.

Наиболее оптимальные условия для динамичного нарастания листовой поверхности – 17,6-39,7 тыс.м<sup>2</sup>/га складывались у всех сортов сои при назначении режима орошения 80-80-80 %НВ и 80-80-70 %НВ у всех сортов сои. Режим орошения 70-80-70 %НВ способствует снижению этого показателя до 17,6-34,8 тыс.м<sup>2</sup>/га.

Анализ динамики формирования листовой поверхности по фазам роста и развития растений показал, что максимальная площадь листьев у скороспелого

сорта ВНИИОЗ 86 формируется в период цветения - 29,7-30,1 тыс.м<sup>2</sup> и практически остается в этих пределах до налива бобов, что важно учитывать при использовании приемов агротехники (борьба с сорняками, проведение междурядных обработок, внекорневых подкормок, назначений режимов орошения и т.п.) поскольку у таких сортов короткий период «всходы-цветение» - 43 суток и высокая скорость нарастания листостебельной массы.

Сорта с более продолжительной вегетацией (Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31) приступают к наращиванию максимальной листовой поверхности – 55,6-66,9 тыс.м<sup>2</sup>/га с фазы «формирование бобов-налив семян». Существенное снижение этого показателя наблюдается в период «налива бобов и созревания». Продолжительность периода «всходы-формирование бобов и налив бобов» у сортов этой группы спелости составляет 57-60 суток и, поэтому, необходимо все это время поддерживать посеы в чистоте от сорняков – до смыкания междурядий. Целесообразно использовать это время для продолжения применения активных агротехнических и мелиоративных приемов.

Полноценность динамики формирования и степень совершенствования посевов определяет фотосинтетический потенциал (ФП) или фотосинтетическая мощность, тесно связанная с продолжительностью фаз роста и развития сои, а также с общей продолжительностью вегетационного периода [31, 164].

Исследование В.Н. Березина [24] и Т.В. Мухортовой [115] показали, что высокоурожайные агроценозы орошаемой сои формируют от 2-х до 2620 тыс.м<sup>2</sup>×дней/га фотосинтетической мощности.

В результате проведения наших исследований получены более точные показатели ФП при использовании среднескороспелых сортов Волгоградка 2 (3151-4076 тыс.м<sup>2</sup>×сут/га) и ВНИИОЗ 31 (3708-4356 тыс.м<sup>2</sup>×сут/га) (таблица 3.2.2). Скороспелый сорт характеризовался невысоким значением ФП – 1480-1880 тыс.м<sup>2</sup>×сут/га). Вероятно, это связано с фактором сорта, режимом орошения и метеоусловиями вегетационного периода.

Анализ формирования ФП по годам в наших исследованиях показал (приложение 8, 9, 10), что посеы скороспелого сорта ВНИИОЗ 86 достигли



максимальной фотосинтетической мощности – 1803-2052 тыс.м<sup>2</sup>×дней/га к концу вегетационного периода 2015 года. Наименьшее значение данного показателя отмечено у этого сорта – 1241-1648 тыс.м<sup>2</sup>×сут/га в 2013 году.

Среднескороспелые сорта характеризовались самой высокой фотосинтетической мощностью 4811-5259 тыс.м<sup>2</sup>×сут/га в конце вегетационного периода 2013 года, а наименьшей (2470-3143 тыс.м<sup>2</sup>×сут/га) – в 2015 году.

Таблица 3.2.2 - Фотосинтетический потенциал (ФП) сортов сои на различных режимах орошения, тыс.м<sup>2</sup>.сут/га, (средние данные за 2013-2015 гг.).

Периоды роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	64	55	61
	80-80-70	78	70	76
	80-80-80	80	69	78
Ветвление-цветение	70-80-70	269	411	504
	80-80-70	355	504	460
	80-80-80	349	519	559
Цветение – формирование бобов	70-80-70	332	576	682
	80-80-70	435	723	764
	80-80-80	446	745	763
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	264	514	614
	80-80-70	296	656	709
	80-80-80	304	637	723
Налив бобов-Созревание	70-80-70	514	1136	1335
	80-80-70	602	1380	1525
	80-80-80	634	1344	1434
Созревание-полная спелость	70-80-70	37	459	512
	80-80-70	45	509	563
	80-80-80	67	743	799
Сумма за вегетационный период	70-80-70	1480	3151	3708
	80-80-70	1784	4076	4097
	80-80-80	1880	4057	4356

В начальный период развития (всходы-ветвление) сорта сои мало различались по ФП. В дальнейшем, с активизацией роста ассимиляционной поверхности, происходит нарастание ФП. Наиболее активно этот процесс осуществляется в посевах сорта ВНИИОЗ 31. Максимальной фотосинтетической мощности – 1335-1525 тыс.м<sup>2</sup>×сут/га растения этого сорта достигали в фазу

«налив бобов-созревание». Другие сорта наращивали менее значительные показатели ФП. Особенно посе́вы сорта ВНИИОЗ 86 – 514–634 тыс.м<sup>2</sup>×сут./га. К периоду уборки скороспелый сорт практически утрачивал ФП в то время как другие сорта с более продолжительным вегетационным периодом характеризовались довольно внушительными показателями ФП – 459-799 тыс.м<sup>2</sup>×сут./га.

Уровни предполивного порога влажности почвы по-разному воздействовали на фотосинтетическую мощность сортовых посевов. У сортов ВНИИОЗ 86 и Волгоградка 2 режимы орошения 80-80-70 и 80-80-80 %НВ способствовали формированию более высоких значений ФП – 1784-4076 тыс.м<sup>2</sup>×сут./га, чем менее дифференцированный режим орошения 70-80-70 %НВ - 1480-3151 %НВ. Агротеноз сорта ВНИИОЗ 31 обеспечивает получение самого высокого ФП -4356 тыс.м<sup>2</sup>×сут./га при постоянно высоком режиме орошения – 80-80-80 %НВ во все периоды роста и развития сои в среднем за годы проведения исследований.

Таким образом, среди сортов максимальный фотосинтетический потенциал формирует сорт ВНИИОЗ 31. Поддержание предполивного порога влажности в течении всего вегетационного периода не ниже 80 %НВ обеспечивает самое высокое накопление ФП всеми изучаемыми сортами.

Формирование хозяйственно-ценного вещества, органической массы растениями в значительной степени зависит от активности процессов фотосинтеза, происходящих в агроценозе.

Прирост сухой биомассы тесно связан с генетическими особенностями сорта, а также с приемами агротехники и мелиорации, влияющих на условия возделывания сои (таблица 3.2.3).

В начальные периоды вегетации скорость накопления сухой биомассы мало различалась между сортами. С началом прохождения растениями фазы «ветвление-цветение» уже наблюдались сортовые отличия.

Самый значительный прирост органического вещества приходится на периоды «цветение-формирование бобов», «формирование бобов- налив бобов»

и «налив бобов-созревание» - 1,55-3,37 т/га. К началу формирования бобов отмечено наиболее интенсивное накопление биомассы, особенно растениями сортов ВНИИОЗ 31 - 3,12–3,37 т/га и Волгоградка 2 - 3,1–3,29 т/га. У сорта ВНИИОЗ 86 этот процесс шел менее интенсивно. К моменту налива бобов практически сформировалась площадь ассимиляционного аппарата, достигло максимальных значений формирование фотосинтетической мощности посевов. Вегетативный рост при этом замедляется, а продукты фотосинтеза откладываются в бобах, где происходит их распределение между створками и семенами.

Таблица 3.2.3 - Динамика прироста сухой биомассы сортов сои при использовании различных режимов орошения, т/га  
(средние данные за 2013-2015 гг.)

Периоды роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	0,25	0,3	0,33
	80-80-70	0,36	0,45	0,48
	80-80-80	0,35	0,44	0,46
Ветвление-цветение	70-80-70	0,76	1,03	1,11
	80-80-70	0,97	1,19	1,23
	80-80-80	0,96	1,19	1,22
Цветение – формирование бобов	70-80-70	2,13	3,07	3,06
	80-80-70	2,35	3,20	3,22
	80-80-80	2,35	3,20	3,23
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	2,18	3,1	3,12
	80-80-70	2,32	3,32	3,38
	80-80-80	2,3	3,29	3,37
Налив бобов-Созревание	70-80-70	1,55	1,95	1,92
	80-80-70	1,71	1,88	2,07
	80-80-80	1,68	2,01	2,06
Созревание-полная спелость	70-80-70	0,05	0,12	0,19
	80-80-70	0,11	0,21	0,23
	80-80-80	0,19	0,37	0,38
Сумма за вегетационный период	70-80-70	6,92	9,57	9,73
	80-80-70	7,82	10,25	10,61
	80-80-80	7,83	10,5	10,72

На процесс формирования органического вещества в посевах сои существенное влияние оказывают метеословия года проведения исследований

(приложение 11, 12, 13). Так сорт ВНИИОЗ 86 наибольший уровень биомассы – 7,04-8,05 т/га накапливал в 2013 году, самый низкий – 6,72-7,72 т/га – в 2015 году. Сорт Волгоградка 2 самый высокий урожай органического вещества – 10,14-11,10 т/га давал в 2013 году, а получение наименьшей урожайности – 9,8-10,71 т/га отмечено в 2015 году.

Сорт ВНИИОЗ 31 формировал высокий продуктивный агроценоз – 10,47-11,05 т/га в 2013 году, а низко продуктивный посев – в 2015 году – 8,84-9,86 т/га.

Таким образом, анализ накопления сортами биологической массы показал, что ее формирование тесно связано с биологическими особенностями сортов и складывающимися метеоусловиями при их возделывании. Раннеспелые сорта существенно уступают среднескороспелым по урожайности органического вещества.

Различия по влажности почвы также оказали заметное влияние на процесс формирования биомассы сортами сои. Увеличение предполивного порога влажности в период «всходы-цветение» до 80% НВ, по сравнению с дифференцированным порогом увлажнения в период вегетации (70-80-70% НВ) способствовало росту (на 7,8-9,2 %) урожайности органического вещества у всех сортов сои – до 7,82-10,72 т/га. Самая высокая урожайность отмечена при постоянно высоком режиме орошения.

Результаты исследования показали, что наибольшая прибавка урожайности биомассы происходит в период «цветение-формирование бобов» и «формирование-налив бобов» когда прирост органического вещества достигает 70 % от всей накопленной за вегетационный период биологической массы.

Анализ среднесуточных приростов биомассы показал (таблица 3.2.4) что наиболее высокие показатели 113,5-119,6 кг/сутки отмечены при поддержании порогов влажности на уровне 80-80-80 %НВ и 80-80-70 %НВ.

Ранний сорт ВНИИОЗ 86 существенно уступает по скорости нарастания органического вещества (86,4-95,5 кг/сутки) средне скороспелым сортом Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31.

Таким образом, оптимизация водного режима почвы способствует накоплению органического вещества посевами изучаемых сортов сои, а наиболее комфортные для растений условия обеспечиваются при поддержании показателя предполивного порога влажности в активном слое почвы не менее 80 %НВ.

Наряду с площадью листовой поверхности и фотосинтетическим потенциалом важным показателем эффективности фотосинтеза является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Этот показатель позволяет дать оценку использования фотосинтетического потенциала посевов при накоплении сухой биомассы агроценозов.

Таблица 3.2.4 - Среднесуточный прирост органического вещества сортов сои при различных режимах орошения, кг/сутки (средние данные за 2013-2015 гг.)

Периоды роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	15,6	16,6	14,3
	80-80-70	22,5	25	20,9
	80-80-80	21,9	24,4	23
Ветвление-цветение	70-80-70	58,4	73,6	79,2
	80-80-70	57,8	85	87,7
	80-80-80	73,8	85	87
Цветение – формирование бобов	70-80-70	152,2	236,2	218,6
	80-80-70	167,9	246,2	230
	80-80-80	167,9	246,2	230,7
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	218	258,4	260
	80-80-70	232	276,7	260
	80-80-80	230	274,2	280,8
Налив бобов-Созревание	70-80-70	59,6	67,2	66,1
	80-80-70	65,8	64,8	71,3
	80-80-80	64,6	69,3	71
Созревание-полная спелость	70-80-70	3,8	6	9,1
	80-80-70	8,5	10,5	11
	80-80-80	14,6	18,5	18,1
Среднесуточный прирост, кг/сут.	70-80-70	84,6	109,7	107,9
	80-80-70	92,4	118	113,5
	80-80-80	95,5	119,6	118,4

Наши наблюдения показали (таблица 3.2.5.), что продуктивность фотосинтеза сортов сои волгоградской селекции в начальный период вегетации держится на уровне 4,1-6,6 г/м<sup>2</sup> сутки.

С фазы «ветвление-цветение» когда происходит интенсивный рост листовой поверхности – 22,2-37,6 тыс.м<sup>2</sup>/га, опережающий нарастание ассимиляционной поверхности предыдущего этапа развития сои в 5-10 раз, производительность листового аппарата значительно снижается – до 2,3-2,9 г/м<sup>2</sup> сутки.

Таблица 3.2.5 - Продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) сортов сои в различные фазы онтогенеза при разных режимах орошения г/м<sup>2</sup> сутки (средние данные за 2013-2015 гг)

Периоды роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	4,1	5,5	6,0
	80-80-70	4,7	6,6	6,4
	80-80-80	4,4	6,5	6,2
Ветвление-цветение	70-80-70	3,0	2,5	2,4
	80-80-70	2,9	2,5	2,3
	80-80-80	2,9	2,3	2,3
Цветение – формирование бобов	70-80-70	7,6	5,8	4,5
	80-80-70	5,9	4,6	4,2
	80-80-80	5,8	4,3	4,2
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	8,8	6,0	4,6
	80-80-70	8,0	5,1	4,6
	80-80-80	7,8	5,2	4,7
Налив бобов-Созревание	70-80-70	3,0	3,0	2,8
	80-80-70	2,9	1,9	2,6
	80-80-80	2,7	1,5	1,5
Созревание-полная спелость	70-80-70	1,3	0,3	0,4
	80-80-70	2,5	0,4	0,3
	80-80-80	2,6	0,6	0,6
Сумма за вегетационный период	70-80-70	4,6	3,9	3,5
	80-80-70	4,4	3,5	3,4
	80-80-80	4,4	3,4	3,3

НСР<sub>05</sub>, А = 0,09

НСР<sub>05</sub>, В = 0,08

НСР<sub>05</sub>, АВ = 0,11

Наибольшие темпы чистая продуктивность фотосинтеза набирает в период роста и развития «цветение-формирование бобов» и «формирование бобов-

налив бобов» и достигает 4,2-8,8 г/м<sup>2</sup> сутки. Площадь листовой поверхности составляет на этих этапах органогенеза 29,7-66,9 тыс./м<sup>2</sup>га, фотосинтетический потенциал – 264–745 тыс./м<sup>2</sup>га, обеспечивая среднесуточный прирост органического вещества до 152,2-280,8 кг/сутки.

Начиная с периода «налив-созревание» ЧПФ значительно уменьшается, поскольку происходит отток продуктов фотосинтеза из листьев в бобы и формирующиеся семена. Поэтому насколько комфортными будут складываться условия для растений сои на этих двух этапах органогенеза такого уровня и будет сформирован агроценозом урожай органического вещества.

Среди сортов наибольшим показателем ЧПФ характеризуется ВНИИОЗ 86 – 4,4-4,6 г/м<sup>2</sup> сутки, по сравнению с сортами более поздних сроков созревания 3,3-3,9 г/м<sup>2</sup> сутки.

Ряд исследователей, таких как А.К. Лешенко и др. [96], В.Ф. Кузин [91], А.С. Образцов [124], считают, что показатель чистой продуктивности фотосинтеза проявляет известное постоянство. Нашими исследованиями также не было выявлено значительных различий ЧПФ по годам (прил. 14, 15, 16). Однако в разрезе сортов высокие показатели ЧПФ формировал сорт ВНИИОЗ 86 в 2013 и 2014 годах – 4,6-4,8 г/м<sup>2</sup> сутки, самый низкий – в 2015 году (3,2г/м<sup>2</sup> сутки). Сорт Волгоградка 2 характеризовался высоким значением ЧПФ в 2015 году – 4 г/м<sup>2</sup> сутки, низким – в 2013 году – 3,2 г/м<sup>2</sup> сутки. Растения сорта ВНИИОЗ 31 обеспечили получение значительного показателя чистой продуктивности фотосинтеза 3,5 г/м<sup>2</sup> сутки в 2015 году, а более низкие – в 2013 и 2014 годах (3,1-3,2 г/м<sup>2</sup> сутки).

Результаты наших исследований показали существенную зависимость между оптимизацией обеспечения влагой сортовых посевов сои и продуктивностью фотосинтеза в основном на варианте дифференцированного орошения у всех сортов – 3,5-4,6 г/м<sup>2</sup> сутки, по сравнению с другими показателями предполивного режима орошения – 3,3-4,4г/м<sup>2</sup> сутки.

Обобщая все данные фотосинтетической деятельности посевов сои – показатели ассимиляционной поверхности листьев, фотосинтетического

потенциала, формирования биомассы, чистой продуктивности фотосинтеза следует отметить, что более высокой продуктивностью листового аппарата характеризуется агроценоз всех сортов сои, выращенных при дифференцированном режиме орошения (70-80-70 %НВ).

Формирование фотосинтетических потенциалов сортов сои наиболее эффективно проходит при возделывании сортов с поддержанием предполивного порога влажности активного слоя почвы по схеме 80-80-80 %НВ и 80-80-70 %НВ.

Соя относится к культурам, формирующим за сравнительно короткое время значительное количество органического вещества — биомассы [20, 33, 50, 60, 91]. Наши исследования показали, что усиление процессов фотосинтеза, как основы формирования урожая в орошаемых посевах сои, тесно связано с интенсификацией водопотребления растений (таблица 3.2.6). В периоды цветения, образования и роста бобов продолжительностью 24-26 суток доля потребления воды посевом достигает 62,8–75,4 % от среднего значения этого показателя за вегетационный период. Этот процесс сопровождается активизацией роста листового аппарата (рисунок 3.2.1) (32,4–56,8 %) и усилением продуктивности фотосинтеза (29,4–78,3 %), что привело к росту сухой биомассы до уровня 60-64,8 %, по сравнению со средними показателями.

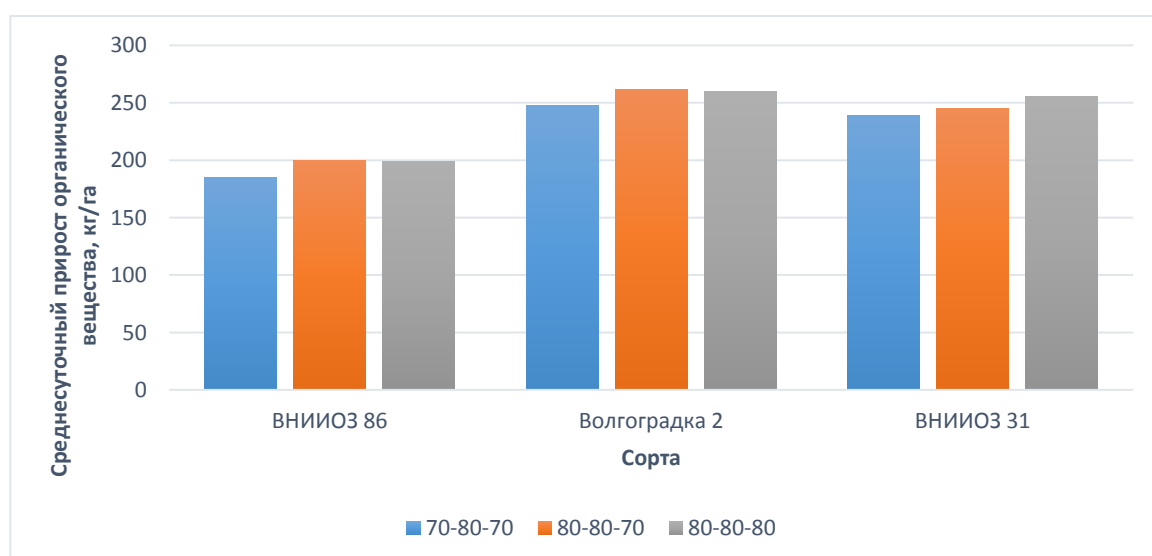


Рисунок 3.2.1 - Среднесуточный прирост органического вещества сои в зависимости от режимов орошения



Таблица 3.2.6 - Связь наибольшего водопотребления сои с интенсификацией формирования биомассы в периоды: «цветение-формирование бобов» и «формирование бобов-налив бобов» (средние данные за 2013-2015 гг.)

Показатели	Режим орошения	Сорта					
		ВНИИОЗ 86		Волгоградка 2		ВНИИОЗ 31	
		Абсолютное значение	Доля от общего за вегетацию, %	Абсолютное значение	Доля от общего за вегетацию, %	Абсолютное значение	Доля от общего за вегетацию, %
Среднесуточное водопотребление растений, м <sup>3</sup> /га	70-80-70	50,7	67,3	58,7	63,5	62,7	62,8
	80-80-70	50,2	73,1	55,9	70,4	61,1	67,9
	80-80-80	51,7	75,4	57,4	72,3	61,6	70,6
Площадь листовой поверхности, м <sup>2</sup> /га	70-80-70	26,1	48,3	50,4	58	55,2	58,6
	80-80-70	30,7	50,5	47,4	32,4	52,9	33,2
	80-80-80	30,5	48,8	56,6	56,8	62,2	55,1
Продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), г/м <sup>2</sup> сутки	70-80-70	8,2	78,3	5,9	51,3	4,6	31,4
	80-80-70	7	59,1	4,9	40	4,4	29,4
	80-80-80	6,8	55	4,8	41	4,5	36,4
Прирост сухой биомассы, т/га	70-80-70	4,3	62,1	6,2	64,8	6,2	63,7
	80-80-70	4,7	60,1	6,5	63,4	6,6	62,2
	80-80-80	4,7	60	6,5	61,9	6,6	61,6

### 3.3 Особенности потребления влаги посевами различных сортов сои

В засушливых условиях сухостепной зоны каштановых и светло-каштановых почв Нижнего Поволжья рентабельное возделывание сои возможно только в условиях орошения. Широкое развитие орошения в этом регионе, особенно в 80-х годах прошлого века, способствовало размещению значительной части агрокультур на поливных землях. Несмотря на то, что в условиях Волгоградской области соя – культура относительно новая, технология получения высоких урожаев зерна при орошении отработана в результате проведения исследований И.П. Кружилина [83], В.В. Бородычева и др. [27, 28, 29, 30, 31, 96], В.В. Мелихова и др. [106], В.В. Толоконникова [164], Ю.П. Даниленко [46], Н.М. Лытова [98], Е.П. Борового [26], А.А. Пахомова [130], В.И. Чернышева [170], Г.О. Чамурлиева и др. [168].

Установлено, что в условиях орошения суммарное водопотребление сои в период вегетации, в зависимости от метеоусловий года может составлять от 1,5 до 5 тыс. м<sup>3</sup>/га [31, 57, 58, 83]. Наибольшее количество воды, используемое для посевами сои оросительной воды приходится на фазы образования бобов и налива бобов. Несколько меньшее количество воды для полива требуется агроценозом этой культуры в начальные фазы роста и развития, а также в период созревания.

Дифференциация водопотребления, как показали исследования, прослеживается в зависимости от сортов сои и сроков их созревания. Немаловажное значение имеют физико-морфологические особенности растений сортов. Например, более экономно расходуют влагу на транспирацию растения сои с удлинёнными и узкими по ширине листьями, расположенными полувертикально (например как у сорта ВНИИОЗ 86) и плотной их опушенностью (Мерит).

Уровень рентабельности производства сои зависит не только от устойчивых урожаев этой культуры, но и от уровня затрат оросительной

воды и производственные издержки. Поэтому установление числа, сроков и норм поливов в конкретной почвенно-климатической зоне является важнейшей практической задачей орошаемого земледелия.

Урожайность сои зависит не от общей площади листового аппарата, а от той площади, которая освещается прямыми лучами солнца [91]. В условиях орошения максимальная величина ассимилирующей поверхности орошаемого агроценоза (по нашим данным это 30-70 тыс. м<sup>2</sup>/га) должна быть достигнута к началу массового образования бобов. Если же площадь листьев достигает наибольшего развития раньше этого периода, то из-за взаимного затемнения значительная часть листьев нижнего яруса, где формируется около 40 % биологического урожая зерна, опадает, снижая уровень продуктивности растений к уборке. Поэтому небольшой недостаток влаги в период «всходы-цветение» не даст возможность проявления чрезмерного израстания вегетативной массы. Ограничение водопотребления сои в период «созревание-полная спелость» предотвратит растение от ремонтантного роста и развития, характерного для посевов этой культуры в южных регионах России [18, 117].

Усиленное поступление оросительной воды в период образования и налива бобов будет способствовать формированию значительного количества бобов и семян в них, и таким образом – росту урожайности.

Учитывая уникальные особенности роста и развития сои, появление новых сортов, адаптированных к засушливым условиям Нижнего Поволжья, удорожание поливной воды и минеральных удобрений в программу исследований было включено поддержание двух дифференцированных режимов орошения, приуроченных к основными фазам развития сои (70-80-70, 80-80-70 %НВ) и одного постоянного в течении вегетационного периода режима орошения 80-80-80 %НВ, взятого нами за контроль, при планировании исследований.

Для поддержания предполивных порогов влажности почвы было осуществлено от 3 до 10 поливов нормами от 350 до 630 м<sup>3</sup>/га.

В аридных условиях Нижнего Поволжья важно строго поддерживать назначенные режимы орошения и своевременно реагировать на уменьшение влаги в почве из-за усиления засушливых явлений и особенно в критические периоды роста и развития. Для этого назначение очередного полива проводилось по показателям фактической влажности почвы, которые определялись с использованием Влагомера AGS100 при контроле термостатно-весового метода (отклонения не превышали 4-8 %).

В период проведения исследований было выявлено, что режим орошения был напрямую зависим от влияния метеоусловий в годы осуществления экспериментальных работ.

Самыми засушливыми, по сравнению с многолетними показателями, характеризовались 2014 и 2015 годы с большим дефицитом выпадения осадков (-67,4-67,8 мм), избыточным поступлением тепла – на 292-328 °С больше, очень низким гидротермическим коэффициентом (-0,3) и чрезмерной продолжительностью воздушной засухи за период май-сентябрь – 114 дней. Метеоусловия 2013 года сложились благоприятно для роста и развития сои. Более чем двухкратное превышение нормы выпадения осадков, при незначительно высоком поступлении тепла ( $\sum t=3268$  °С) привело к существенному повышению гидротермического коэффициента до 0,94 и снижению сроков действия суховеев до 85 дней.

Учитывая такую контрастность проявления погодных условий в годы проведения исследований, мы вносили соответствующие коррективы в назначении поливов, чтобы выдерживать планируемый режим орошения. Например, в период «посев-всходы» (8-12 дней) во все годы экспериментальных работ сумма выпадаемых осадков (20-36,8 мм) давала возможность получить полные всходы сои без проведения поливов.

Период роста и развития сои «всходы-ветвление» (15-21 суток) в 2013 году совпал с выпадением значительного количества осадков – 113,2 мм, в связи с чем для поддержания режима орошения 70-80-70 %НВ не требовалось проведение полива. В 2014 и 2015 году необходимо было в это

время провести 1-3 полива в зависимости от сорта и режима орошения. Усиление водопотребления у растений сои в период «ветвление-цветение» (11-17 суток) потребовало проведения 2-х поливов. И только в 2013 году на варианте предполивной влажности почвы 70-80-70 %НВ не потребовалось проведения орошения из-за достаточной природной влагообеспеченности почвы в это время. Наибольшее количество поливов было осуществлено в периоды: «цветение-налив бобов», «налив бобов-созревание» по 2 полива. В завершающий вегетацию сои период «созревание – полная спелость» (17-29 дней) в 2013 году выпало 110,7 мм осадков. Однако посеы раннего сорта ВНИИОЗ 86 для поддержания требуемой предполивной влажности почвы (2-3 декада августа) нуждались в проведении 1-2 поливов, зависящих и от режима орошения. На посевах сортов с более продолжительным вегетационным периодом, необходимость в проведении полива (1-я и 2-я декада сентября) возникла только на варианте 80-80-80% НВ в 2013 году. В засушливые годы (2014, 2015), для завершения формирования семян и созревания сортов сои потребовалось проведение 1-2 поливов.

Рассматривая распределение количества поливов по межфазным периодам, наблюдается четкая зависимость потребности в оросительной воде как от метеоусловий года проведения исследований, так и от продолжительности вегетационного периода изучаемых сортов.

При анализе зависимости количества поливов от режима орошения, метеоусловий и фаз развития растений сорта ВНИИОЗ 86 установлено (таблица 3.3.1.), что посеы этого сорта нуждаются в проведении 3-6 поливов нормами 350-616 м<sup>3</sup>/га. Во влажный для жизнедеятельности соевого растения 2013 год, агроценозу этого очень скороспелого сорта требовалось проведение 3-х поливов нормой 500 м<sup>3</sup>/га. Дифференцированным режимам орошения соответствовало проведение 4-6 поливов во влажный (2013) год и до 5-8 в засушливые (2014-2015) годы. Постоянный режим орошения (80-80-80 %НВ) для поддержания необходимого количества влаги, соответствовал 6 поливов во влажный год и до 7-8 поливов в засушливые годы.

Следует отметить, что очень ранние сорта этой культуры, такие как ВНИИОЗ 86, в благоприятные для сои годы способны до цветения обходиться без оросительной мелиорации, используя почвенную влагу весеннего периода и начала лета. Установившаяся с конца июня жаркая 23-26 °С и сухая погода с продолжительными засухами (24 суток в июне и 18 суток в августе), потребовала проведения 2-х поливов.

Таблица 3.3.1 - Зависимость количества поливов от режима орошения, года проведения исследований и периодов развития сои сорта ВНИИОЗ 86

Периоды роста и развития	Режимы орошения, % НВ	Годы		
		2013	2014	2015
Всходы-цветение	70-80-70	0	1	1
	80-80-70	0	2	2
	80-80-80	0	2	2
Цветение – налив бобов	70-80-70	1	1	1
	80-80-70	1	2	1
	80-80-80	2	2	1
Налив бобов-созревание	70-80-70	2	2	2
	80-80-70	2	2	2
	80-80-80	2	2	2
Созревание-полная спелость	70-80-70	1	0	0
	80-80-70	1	0	1
	80-80-80	2	2	2
Сумма за период: всходы-полная спелость	70-80-70	3	4	4
	80-80-70	4	6	5
	80-80-80	6	8	7

Кроме того, прогрессирующие засуховые явления, отмеченные во все годы проведения исследований и оказывающие негативное влияние на формирование продуктивности сои в июле и августе, вынуждают назначать поливы даже в период созревания (конец августа) в количестве 1-2, поскольку их отсутствие может привести к преждевременному усыханию листового аппарата и снижению массы 1000 зерен, приводящей к уменьшению урожайности.

Для поддержания планируемых режимов орошения в посевах сорта Волгоградка 2 необходимо провести от 3-х до 6-и (в 2013 году) и 5-и до 9-и (в 2014 году) поливов в засушливые годы нормами от 378 до 630 м<sup>3</sup>/га (таблица 3.3.2).

Таблица 3.3.2 - Зависимость количества поливов от режима орошения, года проведения исследований и периодов развития сои сорта Волгоградка 2

Периоды роста и развития	Режимы орошения, % НВ	Годы		
		2013	2014	2015
Всходы-цветение	70-80-70	0	1	1
	80-80-70	1	2	2
	80-80-80	1	3	2
Цветение – налив бобов	70-80-70	1	2	2
	80-80-70	2	2	3
	80-80-80	2	2	3
Налив бобов-созревание	70-80-70	2	2	2
	80-80-70	2	2	2
	80-80-80	2	2	2
Созревание-полная спелость	70-80-70	0	0	0
	80-80-70	0	1	0
	80-80-80	1	2	2
Сумма за период: всходы-полная спелость	70-80-70	3	5	5
	80-80-70	5	7	7
	80-80-80	6	9	9

Как и сорт ВНИИОЗ 86, Волгоградка 2 способна в годы, благоприятные для 1-ой половины вегетации, осуществлять рост и развитие до цветения на варианте предполивного режима орошения (70-80-70 %НВ) без проведения поливов, а в дальнейшем - периоды цветения, налива бобов и созревания у растений - обеспечиваются оросительной водой, поступающей от 4-х и 5-и поливов.

Сорт Волгоградка 2 хорошо использует почвенную влагу от поступления осадков в начале осени. Для завершения созревания и достижения полной спелости без ущерба для урожая, растения этого сорта могут обходиться без орошения (кроме посевов постоянного режима орошения). В засушливые годы он, как и другие изучаемые сорта, для завершения вегетации требует проведения 1-2 поливов.

На посевах самого позднеспелого, среди изучаемых, сорта ВНИИОЗ 31 требуется применить от 4-х до 10-и поливов, зависящих от года проведения исследований и назначенного режима орошения, нормами 386-590 м<sup>3</sup>/га (таблица 3.3.3.). В благоприятный по выпадению осадков (в первую половину

вегетации) 2013 год, агроценоз этого сорта при поддержании дифференцированного режима орошения 70-80-70 %НВ достигает фазы цветения без проведения полива.

Таблица 3.3.3 - Зависимость количества поливов от режима орошения, года проведения исследований и проведение исследований и периодов развития сои сорта ВНИИОЗ 31

Периоды роста и развития	Режимы орошения, % НВ	Годы		
		2013	2014	2015
Всходы-цветение	70-80-70	0	1	1
	80-80-70	1	2	2
	80-80-80	2	3	3
Цветение – налив бобов	70-80-70	2	2	2
	80-80-70	2	2	2
	80-80-80	2	2	2
Налив бобов-созревание	70-80-70	2	2	2
	80-80-70	2	2	2
	80-80-80	2	2	2
Созревание-полная спелость	70-80-70	0	1	0
	80-80-70	0	2	1
	80-80-80	1	3	2
Сумма за период: всходы-полная спелость	70-80-70	4	6	5
	80-80-70	5	8	7
	80-80-80	7	10	9

Резкое усиление засушливых явлений в июле (24 суховейных дня) и в августе (18 дней с атмосферной засухой) потребовало проведения 4-х поливов для поддержания назначенных режимов орошения. Выпадение значительного количества осадков в период «созревание-полная спелость» (110,7 мм) дало возможность исключить проведение поливов (кроме варианта с обеспечением предполивной влажности почвы 80-80-80 %НВ). Общая потребность сорта ВНИИОЗ 31 в орошении в годы с выпадением значительного количества осадков (2013), составляет 4-7 поливов нормами 386-525 м<sup>3</sup>/га.

В наиболее засушливые годы, такие как 2014, для поддержания планового режима орошения, необходимо провести на посевах этого сорта 6-10 поливов нормой 400-566 м<sup>3</sup>/га. Особенно интенсивно орошение должно проводиться в период цветения, формирования, налива бобов и созревания с



осуществлением 4-х–5-и поливов. Для постоянного режима поддержания необходимого уровня влажности требуется проведения 7-10 поливов нормами 386-400 м<sup>3</sup>/га. Жесткие метеоусловия, требуют корректировки количества поливов до 5-и и 8-и, при дифференцированных режимах орошения нормами 462-590 м<sup>3</sup>/га.

На вариантах дифференцированного режима орошения, особенно с порогом влажности почвы 70-80-70 %НВ отмечено более значимое ускорение продукционного процесса: производительности листового аппарата сортов до 31,4-78,3 % и прироста сухой биомассы до 62,1-64,8 %, чем в посеве с постоянным режимом орошения (80-80-80 %НВ).

При изучении водопотребления сои установлено, что его небольшое ограничение до начала цветения и в период созревания с усилением этого процесса в репродуктивный период формирования урожая способствует оптимизации потребления воды поливом и повышает долю зерна в общей биомассе за счет уменьшения взаимозаменяемости растений и активизации оттока пластических веществ в формируемые бобы и семена в них.

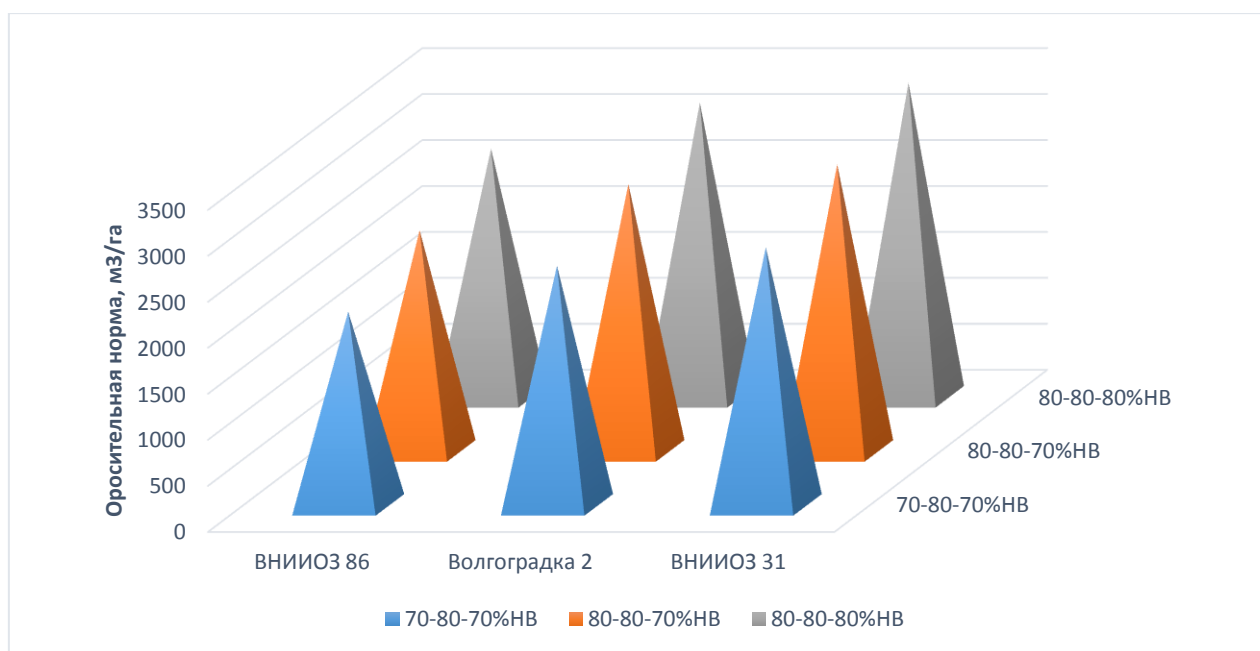


Рисунок 3.3.1 - Оросительные нормы при использовании различных сортов и режимов орошения в технологии сои.

Достигается наивысший среднесуточный прирост органического вещества — 108,4–130,1 % и рост формирования сухой биомассы до 60–64,8 % по сравнению с показателями в целом за вегетацию.

Отклонения оросительных норм у сортов по режимам орошения (от большего 80-80-80 %НВ – контроль, к меньшему 70-80-70 %НВ) достигают – 8,8-22,2 %. Различия между сортами (ВНИИОЗ 86-контроль) составляют 10,3-34,2 и являются более значительными, чем разница в режимах орошения.

Важным показателем потребления воды служит норма водопотребления, учитываемая как расход воды, исследованной сельскохозяйственной культурой за весь период вегетации. В аридных условиях агропроизводства в сочетании с интенсификацией процесса возделывания сельскохозяйственных культур, важнейшее значение имеет рациональное использование водных ресурсов.

Соя относится к сельскохозяйственным культурам водопотребление которых недостаточно изучено [6, 59, 63, 64, 65, 66, 73, 86, 97, 99, 100, 101, 119]. Возможно, это связано еще и с тем, что основное производство этой культуры сосредоточено в южных странах и где складываются благоприятные для возделывания сои метеоусловия и в первую очередь - по количеству атмосферных осадков (США, Бразилия, Аргентина, Индия, Китай, Канада) [154]. Там отпадает необходимость в проведении поливов и, соответственно, не получают широкого развития исследования, связанные с оптимизацией режима орошения. С расширением посевов сои на орошаемых землях Российской Федерации, а также в регионе Нижнего Поволжья, и в связи с плановым, поэтапным выведением адаптированных сортов с различными сроками созревания и биологическими особенностями формирования урожая, возникает необходимость изучения процесса водопотребления у сортов этой культуры.

Как уже отмечалось, водопотребление при выращивании сои зависит от почвенно-климатических условий места возделывания данной сельскохозяйственной культуры. Основным источником поступления энергии для осуществления процесса транспирации и физического испарения является солнечная радиация [157, 158, 166].

У сои расход воды на транспирацию растениями и испарение из почвы, в зависимости от фаз органогенеза, имеет различные количественные выражения [129, 151, 155, 156, 158]. В первую половину вегетации количество испаряемой влаги с поверхности почвы преобладает над её потерей растениями в связи с транспирацией. По мере разрастания стеблестоя и формирования сомкнутого покрова потери воды на испарение и транспирацию уравниваются. К моменту созревания процесс транспирации преобладает над почвенным испарением влаги. Испарение влаги из почвы превышает 40 % от суммарного водопотребления.

Некоторыми агротехническими приёмами можно добиться существенного снижения испарения влаги из почвы, применяя, например мульчирующую обработку почвы [164] или поверхностное рыхление [103, 168]. Применение рациональных режимов орошения увеличивает продуктивное использование влаги и снижает ее трату на испарение [31, 174, 178, 182, 184, 186, 187]. В условиях орошаемого земледелия важно знать из каких статей водного баланса складывается потребность растения в воде. В результате проведения исследований было установлено, что общее количество потребляемой воды растениями сои тесно связано с биологическими режимами орошения и метеоусловиями года наблюдения (таблица 3.3.4).

Сорта с продолжительными сроками вегетационного периода больше затрачивают времени на формирование уровня урожая, чем более ранние, поэтому в посевах с орошением они и выигрывают в урожайности. Сорту Волгоградка 2 нужно на 708-729 м<sup>3</sup>/га воды больше, чем сорту ВНИИОЗ 86, что важно учитывать в технологии возделывания таких сортов.

Анализ зависимости суммарного водопотребления сортов от различных режимов орошения показал, что наибольшее потребление воды приходится на посевы сортов с поддержанием предполивного режима орошения 80-80-80 %НВ - 3960-4953 м<sup>3</sup>/га. Меньше влаги на формирование урожайности требуется посевам при дифференцированных режимах орошения: 80-80-70 %НВ – 3734-4709 и 70-80-70 %НВ - 3475-4452 м<sup>3</sup>/га, что на 226-504 м<sup>3</sup>/га или на

5,7-12 % меньше объемов водопотребления посевов при постоянном режиме орошения.

Для совершенствования приемов мелиорации в технологии возделывания орошаемой сои, необходимо оценивать количественные показатели приходных статей водного баланса и выявлять доленое участие оросительной воды, атмосферных осадков и запасов почвенной влаги. В результате проведения таких исследований установлено, что в структуре суммарного водопотребления при выращивании сои ведущую роль играют поливы и атмосферные осадки (таблица 3.3.5).

Во влажные годы (2013) доля оросительной воды составляет 44,7-56,2 %, приближаясь к поступлению влаги с осадками - 37,6-44,3 % (приложение 18). В засушливые годы доля оросительной воды увеличивается до 60,9-70,9 % при уменьшении осадков до 23,4-27,9 % в 2015 году (приложение 20). Особенно возрастает потребность в оросительной воде в 2014 году, достигая 79,6 % от суммарного водопотребления при значительном снижении поступления влаги с осадками до 12,3 % (приложение 19).

Анализируя суммарное водопотребление сортов установлено, что ультраранний сорт сои ВНИИОЗ 86 обеспечивает высокие для очень скороспелых сортов урожаи зерна при среднемноголетних показателях 3475-3960 м<sup>3</sup>/га суммарного водопотребления. СОРТУ Волгоградка 2 необходимо 4185-4689 м<sup>3</sup>/га, а сорту ВНИИОЗ 31 –4452-4953 м<sup>3</sup>/га воды.

Рассматривая различные режимы орошения у изучаемых сортов установлено, что переход от постоянного режима орошения к дифференцированному (особенно к 70-80-70 %НВ) сопровождается уменьшением доли оросительной воды и увеличением потребления растениями влаги из почвы. В структуре суммарного водопотребления экономия оросительной воды составила 5,7-7,8 % при усилении водопотребления растениями сортов влаги из почвы на 2,9-4,4 %.

Таблица 3.3.4 - Зависимость суммарного водопотребления сои от особенностей сортов и режима орошения, м<sup>3</sup>/га

Режим орошения								Особенности сортов				
Сорта	Режим орошения, % НВ	Годы				Отклонения		Режим орошения, % НВ	Сорта	Среднее	Отклонения	
		2013	2014	2015	среднее	м <sup>3</sup> /га	%				т/га	%
ВНИИОЗ 86	70-80-70	3356	3541	3529	3475	-485	-12	70-80-70	ВНИИОЗ 86	3475	-	-
	80-80-70	3624	3790	3787	3734	-226	-5,7		Волгоградка 2	4185	710	20,4
	80-80-80	3833	4025	4021	3960	-	-		ВНИИОЗ 31	4452	977	28,1
Волгоградка 2	70-80-70	4005	4253	4297	4185	-504	-10,7	80-80-70	ВНИИОЗ 86	3734	-	-
	80-80-70	4267	4509	4551	4442	-247	-5,3		Волгоградка 2	4442	708	19
	80-80-80	4513	4756	4798	4689	-	-		ВНИИОЗ 31	4709	975	26,1
ВНИИОЗ 31	70-80-70	4306	4522	4529	4452	-501	-10,1	80-80-80	ВНИИОЗ 86	3960	-	-
	80-80-70	4567	4775	4784	4709	-244	-4,9		Волгоградка 2	4689	729	18,4
	80-80-80	4808	5027	5025	4953	-	-		ВНИИОЗ 31	4953	993	25,1

Таблица 3.3.5 - Водный баланс сортовых посевов сои, м<sup>3</sup>/га (средние данные за 2013-2015 гг)

Сорта	Режим орошения	Суммарное водопотребление		Оросительная вода		Осадки		Влага в почве: (до вегетации 1391 м <sup>3</sup> /га)		
		м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	В конце вегетации, м <sup>3</sup> /га
ВНИИОЗ 86	70-80-70	3475	100	2100	60,4	974	28	401	11,6	990
	80-80-70	3734	100	2400	64,3	974	26,1	359	9,6	1032
	80-80-80	3960	100	2700	68,2	974	24,6	286	7,2	1105
Волгоградка 2	70-80-70	4185	100	2600	62,1	1214	29	371	8,9	1020
	80-80-70	4442	100	2900	65,3	1214	27,3	328	7,4	1063
	80-80-80	4689	100	3200	68,2	1214	25,9	275	5,9	1116
ВНИИОЗ 31	70-80-70	4452	100	2817	63,3	1251	28,1	384	8,6	1007
	80-80-70	4709	100	3117	66,2	1251	26,6	340	7,2	1051
	80-80-80	4953	100	3417	69	1251	25,3	285	5,7	1106

Наиболее рационально потреблял влагу агроценоз ультрараннего сорта ВНИИОЗ 86 и наименее – посев среднескороспелого сорта ВНИИОЗ 31. Поэтому при внедрении сои в регионах с орошаемым земледелием, но при ограниченном ресурсе природной воды, важно отдавать предпочтение посеву скороспелых, особенно ультрараннего срока созревания сортов.

Для обоснования водного баланса, установления оптимальных сроков и норм полива сельскохозяйственных культур важное значение придается показателям суточного потребления влаги посевами. Исследованиями В.Н. Березина [24], М.С. Григорова [40], В.В. Бородычева и др., Г.О. Чамурлиева и др. [28, 29, 30, 31, 168] выявлена тесная связь максимального среднесуточного потребления посевами сортов сои всех групп скороспелости, возделываемых с орошением, с периодами развития «цветение», «образование, рост и налив бобов» и менее значимая – с остальными фазами органогенеза у этой культуры.

Результаты проведения наших исследований показали что у сорта сои ВНИИОЗ 86 среднесуточное водопотребление возрастало от периода «посев-всходы» (22,2-22,4 м<sup>3</sup>/га) (приложение 21) достигая максимальных значений (41,6-57,4 м<sup>3</sup>/га) в критические фазы органобразования «цветение», «формирование и налив бобов», снижаясь в период «налив бобов – созревание» (36-39,3 м<sup>3</sup>/га) и «созревание полная спелость» (22,1-32,8 м<sup>3</sup>/га).

Формирование репродуктивных органов сопровождается уменьшением роста биомассы на фоне повышенных температур в середине июля и августа. С началом налива бобов, когда происходит отток пластических веществ из листьев в бобы, водопотребление растений ослабевает, поскольку прекращается нарастание листовой поверхности, и значительно уменьшается при созревании.

В незначительно засушливые годы (2013) агроценоз этого сорта характеризуется не настолько высокими показателями среднесуточного водопотребления (32,4–36,6 м<sup>3</sup>/га), чем в острозасушливые (2014, 2015) - соответственно 35,3 - 41 м<sup>3</sup>/га; 34,1 - 39 м<sup>3</sup>/га. Самое значительное количество влаги потребляется растениями в период «формирование бобов – налив бобов», особенно в 2015 году - 64-64,2 м<sup>3</sup>/га или 62,2 % от среднего показателя

среднесуточного водопотребления за этот год. В 2013 году растения в эту фазу органогенеза потребляли в 2 раза меньше влаги - на 32,2 %.

Режимы орошения вносят свои коррективы в уровни водопотребления растений. Наибольшие показатели этого признака наблюдались на варианте постоянного режима орошения на протяжении всего вегетационного периода - 80-80-80 %НВ – в среднем за годы 39 м<sup>3</sup>/га. При дифференцированных режимах орошения более значительно (36,7 м<sup>3</sup>/га) потреблялась вода растениями на варианте 80-80-70 %НВ и меньше всего – 34,1 м<sup>3</sup>/га при назначении полива по схеме 70-80-70 %НВ. В период «формирование бобов - налив бобов» у растений среднесуточное водопотребление почти на всех вариантах режима орошения было одинаково высоким.

Во всём критическом периоде генеративного развития, этап «формирования бобов-налива бобов» является наиболее важным. Если в это время растения данного сорта испытывают недостаток воды в той или иной степени, это несомненно приведёт к снижению биологического уровня урожайности.

Анализ водопотребления сорта Волгоградка 2 за годы исследования показал, что оно (37,3-41,5 м<sup>3</sup>/га) превышает аналогичные величины сорта ВНИИОЗ 86 (34,1-39 м<sup>3</sup>/га) (приложение 22).

Наибольшее водопотребление у растений сорта Волгоградка 2 приходится на критический период формирования репродуктивных органов -55,4-59,2 м<sup>3</sup>/га. И здесь нет контрастных различий между этапами этого периода «цветение-формирование бобов» (55,4-58,1 м<sup>3</sup>/га) и «формирование бобов – налив бобов» (56,3-59,2 м<sup>3</sup>/га), в отличие от ультрараннего сорта ВНИИОЗ 86.

Начальные периоды роста и развития характеризовались у этого сорта невысокими уровнями водопотребления - 23-24,1 м<sup>3</sup>/га; 25,9-37 м<sup>3</sup>/га; 36,3-48,9 м<sup>3</sup>/га, а также и «созревание – полная спелость» - 17,3-27,6 м<sup>3</sup>/га.

В годы относительно благоприятные для возделывания орошаемой сои (2013), показатели водопотребления растений сорта Волгоградка 2 оказались ниже (33,8-38 м<sup>3</sup>/га) чем, в экстремально засушливые (2014,2015) – 38,7-

44,2 м<sup>3</sup>/га. В связи с достижением высоких уровней урожайности у этого сорта его растения выделяются, он отличается от других изучаемых сортов, усиленным среднесуточным водопотреблением, что важно учитывать в разработке приемов агротехники и мелиорации при возделывании сортов такого типа.

Дробные режимы орошения в посевах сорта Волгоградка 2 сопровождаются невысоким среднесуточным водопотреблением растений до критического периода органогенеза. От посева до цветения его агроценоз потребляет 23,3-48,9 м<sup>3</sup>/га влаги, а в период созревания 17,3-19,2 м<sup>3</sup>/га. Особенно в сверх засушливые 2014 и 2015 годы, растения этого сорта характеризуются высокими уровнями среднесуточного водопотребления в период цветения, плодообразования и налива бобов - 59,8-69,5 м<sup>3</sup>/га., что должно учитываться при разработке агро-мелиоративной технологии сои.

Анализируя показатели среднесуточного водопотребления среднескороспелого сорта ВНИИОЗ 31 установлено, что его агроценоз характеризуется наименьшими значениями потребления влаги - 38,9-43,7 м<sup>3</sup>/га в среднем за вегетацию среди других изучаемых сортов (приложение 23).

Характер его водопотребления мало отличается от остальных сортов: также идет постепенное увеличение среднесуточного водопотребления от фазы «посев – всходы» (21,7 м<sup>3</sup>/га) до начала периодов репродуктивного развития (39,6-51,9 м<sup>3</sup>/га).

С наступлением массового цветения, формирования, и налива бобов начинаются этапы усиленного потребления влаги растениями (58-60,5 м<sup>3</sup>/га, 63,5-64,0 м<sup>3</sup>/га), требующие соблюдения всех агротехнических и мелиоративных норм в это ответственное для формирования урожая время органогенеза сои. С началом массового налива бобов до созревания, показатели среднесуточного водопотребления снижаются до 41,6-47,2 м<sup>3</sup>/га, по мере прекращения роста биомассы и оттока пластических веществ в формирующиеся в бобах семена.

В условиях 2013, близкого к среднегодовым метеопоказателям года, растениям этого сорта, также как и другим изучаемым генотипам, свойственно



менее высокое среднесуточное водопотребление, по сравнению с очень засушливыми вегетационными периодами 2014 и 2015 годов, достигающее 37,6-41,6 м<sup>3</sup>/га в среднем за период «посев - полная спелость». Засуха существенно усиливает потребление воды растениями на транспирацию и формирование биомассы, которое достигает 40-45,2 м<sup>3</sup>/га. Наибольшее влагопотребление в условиях воздушной засухи и у этого сорта приходится на фазы «цветение – формирование бобов» достигающее 52,8-70,9 м<sup>3</sup>/га.

Следует отметить, что в период «созревание – полная спелость» растения сорта ВНИИОЗ 31 тратят меньше влаги – 17,5-24,7 м<sup>3</sup>/га, чем другие сорта – ВНИИОЗ 86 (25,7-32,8 м<sup>3</sup>/га) и Волгоградка 2 (17,3-27,6 м<sup>3</sup>/га). Это связано с более быстрым прекращением вегетации в силу индивидуальных биологических особенностей сорта ВНИИОЗ 31 (короткостебельность, крупносемянность).

Зависимость влагопотребления от режимов орошения у этого сорта практически такая же, как у других изучаемых сортов. При постоянном режиме орошения среднесуточное водопотребление у сорта ВНИИОЗ 31 самое высокое - 43,5 м<sup>3</sup>/га, по мере его дифференциации, потребление влаги поэтапно снижается, достигая - 41,5 м<sup>3</sup>/га и 39,4 м<sup>3</sup>/га,

В результате проведения исследований установлено, что высокую и гарантированную урожайность у этой культуры можно получить только при условии обеспечения растений необходимым количеством влаги в течении всего периода вегетации от посева до полного созревания.

На протяжении всего вегетационного периода суммарный расход воды на вариантах проведения исследований зависел от фазы роста и развития растений у различных генотипов, складывающихся метеофакторов в годы экспериментальных работ и от назначаемых режимов орошения.

Суммарное водопотребление в различные по метеоусловиям годы колебалось у ультраскороспелого сорта ВНИИОЗ 86 от 3475 до 3960 м<sup>3</sup>/га, у скороспелого Волгоградка 2 - от 4185 до 4689 м<sup>3</sup>/га, у среднескороспелого ВНИИОЗ 31 – от 4452 до 4953 м<sup>3</sup>/га (таблица 3.3.6).

Таблица 3.3.6 - Динамика суммарного водопотребления растениями различных сортов сои в течении периода «посев-полная спелость»  
(средние данные за 2013-2015 гг.)

Периоды роста и развития	Режим орошения	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Посев - всходы	70- 80 -70	193	239	246
	80-80-70	192	232	246
	80-80-80	193	233	246
Всходы - ветвление	70- 80 -70	362	443	483
	80-80-70	516	618	650
	80-80-80	518	619	652
Ветвление - цветение	70- 80 -70	399	490	538
	80-80-70	555	663	704
	80-80-80	556	663	699
Цветение - формирование бобов	70- 80 -70	638	774	817
	80-80-70	636	754	800
	80-80-80	638	755	805
Формирование бобов –налив бобов	70- 80 -70	609	738	819
	80-80-70	611	733	801
	80-80-80	611	725	802
Налив бобов- созревание	70- 80 -70	820	1027	1099
	80-80-70	832	1020	1079
	80-80-80	840	1028	1118
Созревание - полная спелость	70- 80 -70	454	474	449
	80-80-70	388	422	420
	80-80-80	604	665	631
Посев -полная спелость	70- 80 -70	3475	4185	4452
	80-80-70	3734	4442	4709
	80-80-80	3960	4689	4953

Наибольшее количество воды расходовалось при выращивании сои на постоянном режиме орошения – 3960–4953 м<sup>3</sup>/га. Меньше влаги потреблялось агроценозом при дифференцированных режимах орошения: 80-80-70 %НВ – 3734-4709 м<sup>3</sup>/га и 70-80-70 %НВ – 3475–4452 м<sup>3</sup>/га.

Самое высокое потребление влаги отмечено в период «налив-созревание», поскольку продолжительность этой фазы колебалась у сортов в среднем от 21 до 24 дней, при достаточно высоком суточном водопотреблении у различных сортов - до 39–47 м<sup>3</sup>/га. Так, агроценоз сорта ВНИИОЗ 86, использовал в этот период 820-840 м<sup>3</sup>/га влаги, посеvy сорта Волгоградка 2 - 1020–1027 м<sup>3</sup>/га, а растения сорта ВНИИОЗ 31 -1079–1118 м<sup>3</sup>/га. Меньшим количеством воды посеvy разноспелых сортов довольствуются до периода массового цветения - 193-704 м<sup>3</sup>/га и во время созревания – 388–665 м<sup>3</sup>/га.

Анализ водопотребления по годам проведения исследований показал, что у сорта ВНИИОЗ 86 наименьший уровень водопотребления – 3216-3880 м<sup>3</sup>/га наблюдался в условиях 2013 года (приложение 24). Наиболее интенсивно потреблялась влага посевами этого сорта в экстремально засушливые периоды вегетации 2014 и 2015 года (3541-4021 м<sup>3</sup>/га).

Условия 2013 года аналогично повлияли на особенности водопотребления сорта Волгоградка 2. Они использовали на формирование высоких уровней урожайности в этом году (3,01 - 3,52 т/га зерна) от 4005 до 4513 м<sup>3</sup>/га (приложение 25).

В аридные по засушливости 2014 и 2015 годы агроценоз Волгоградка 2 потратил от 4253 до 4798 м<sup>3</sup>/га влаги на формирование урожайности от 2,75 до 3,28 т/га зерна.

Наиболее влаголюбивым среди изучаемых сортов оказался ВНИИОЗ 31. На рост и развитие в 2013 году ему потребовалось 4306– 4808 м<sup>3</sup>/га влаги (приложение 26) а в сухие годы - до 4522-5025 м<sup>3</sup>/га для формирования среднемноголетней урожайности 2,82 - 3,19 т/га зерна.

Таким образом, величина суммарного водопотребления существенно зависит от метеопоказателей года проведения исследований, периодов роста и развития растений, продолжительности вегетационного периода изучаемого сорта и от уровня предполивной влажности почвы.

Для выявления сортов, приспособленных к аридным условиям произрастания, потребляющих при росте и развитии минимальное количество влаги и способных обеспечить получение рентабельных урожаев зерна, важно определить коэффициент водопотребления [11, 12, 83, 168]. Коэффициенты водопотребления на изучаемых нами вариантах сортов и режимов орошения колебались в достаточно широких пределах – 1151-1890 м<sup>3</sup>/т (таблица 3.3.7.).

Растения сорта ВНИИОЗ 86 в среднем затрачивают 1394-1831 м<sup>3</sup>, сорт Волгоградка 2 – 1328-1640 м<sup>3</sup>, агроценоз сорта ВНИИОЗ 31 нуждается в потреблении от 1486 до 1747 м<sup>3</sup> влаги на создание одной тонны зерна.

Наиболее экономно расходуется влага растениями сорта Волгоградка 2. Он тратит на 66-191 м<sup>3</sup> или на 4,7-10,7 % воды меньше, чем контрольный сорт ВНИИОЗ 86.

Рост средней урожайности сои (3-3,23 т/га) сопровождается снижением коэффициента водопотребления (1328-1387 м<sup>3</sup>/т) и наоборот - менее высокие уровни урожайности (2,17-2,87 т/га) приводят к увеличению расхода воды (1640-1831 м<sup>3</sup>/т) на ее формирование.

Принципиально новый сорт сои Волгоградка 2 более рационально расходует влагу на создание именно урожая зерна, а не тратит ее в избытке на формирование листостебельной массы, которую эта культура производит в чрезмерно большом количестве [52], особенно в посевах с орошением [163, 164, 168].

Самый высокий коэффициент водопотребления у сортов отмечен при постоянном режиме орошения 80-80-80 %НВ – 1640-1831 м<sup>3</sup>/т зерна, самый низкий 1328-1489 м<sup>3</sup>/т - на вариантах назначения дробного предполивного режима орошения 70-80-70 %НВ и 80-80-70 %НВ (1387-1553 м<sup>3</sup>/т).

Среди сортов на всех изучаемых режимах орошения меньше всего тратит влаги на получение товарного зерна агроценоз сорта Волгоградка 2. По сравнению с самым скороспелым сортом ВНИИОЗ 86 новый сорт на 149-175 м<sup>3</sup> или 9,6-9,8% меньше тратит воды для формирования высокой урожайности.

Оптимизация предполивного режима орошения до уровня 70-80-70%НВ и 80-80-70%НВ приводит к снижению коэффициента водопотребления. Увеличенный расход воды при постоянном режиме орошения (80-80-80%НВ) влечет за собой имущественное увеличение расхода воды на формирование единицы хозяйственной части урожая.

Оптимальные для органогенеза сои предполивные режимы орошения 80-80-70 %НВ практически на всех вариантах сопровождаются наибольшим ростом урожайности – 3,19-3,23 т/га посева сортов.

Таблица 3.3.7 - Эффективность потребления воды ( $K_v$ ) в зависимости от режима орошения  
и особенностей сортов сои, м<sup>3</sup>/т

Режим орошения								Особенности сортов				
Сорта	Режим орошения, %НВ	Годы				Отклонение		Режим орошения, % НВ	Сорта	Среднее	Отклонение	
		2013	2014	2015	среднее	м <sup>3</sup> /т	%				м <sup>3</sup> /т	%
ВНИИОЗ 86	70-80-70	1225	1416	1541	1394	-437	-23,9	70-80-70	ВНИИОЗ 86	1394	-	-
	80-80-70	1389	1541	1729	1553	-278	-15,2		Волгоградка 2	1328	-66	-4,7
	80-80-80	1631	1890	1971	1831	-	-		ВНИИОЗ 31	1489	95	6,8
Волгоградка 2	70-80-70	1151	1321	1513	1328	-312	-19	80-80-70	ВНИИОЗ 86	1553	-	-
	80-80-70	1212	1375	1575	1387	-253	-15,4		Волгоградка 2	1387	-166	-10,7
	80-80-80	1499	1675	1745	1640	-	-		ВНИИОЗ 31	1486	-67	-4,3
ВНИИОЗ 31	70-80-70	1354	1528	1584	1489	-258	-14,8	80-80-80	ВНИИОЗ 86	1831	-	-
	80-80-70	1320	1488	1650	1486	-261	-14,9		Волгоградка 2	1640	-191	-10,4
	80-80-80	1541	1911	1788	1747	-	-		ВНИИОЗ 31	1747	-84	-4,6

## ГЛАВА 4 ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ СОИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ С РЕЖИМАМИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСЕВОВ ВЛАГОЙ

### 4.1 Структура продуктивности посева

Одним из важных факторов, влияющих на продуктивность агроценоза, является обоснование оптимальной плотности посева. Густота продуктивного стеблестоя тесно связана с процессом фотосинтеза. А.А. Ничипорович сделал вывод [121, 122]: плотность посева настолько оптимальна, насколько она эффективно обеспечивает использование солнечной радиации и формирование высокого биологического урожая через процессы фотосинтеза. В связи с чем, одной из наших задач, требующих решения, было определение влияния изучаемых факторов на количество растений посева и степень их изреженности.

На формирование семян и их посевные свойства существенное влияние оказывают метеорологические условия [9, 96]. В посевах с орошением растения сои формируют более крупные и всхожие семена, обеспечивающие наиболее полное проявление хозяйственно-ценных признаков и свойств, присущих конкретному сорту, чем в неорошаемом агроценозе [164]. В наших исследованиях также получены семена с высокой лабораторной всхожестью (таблица 4.1.1.) существенно превышающей показателя ГОСТ Р 52325-2005 (всхожесть не менее 80-87 %).

Таблица 4.1.1 - Лабораторная всхожесть семян сои, %

Сорта	Годы			
	2013	2014	2015	Среднее
ВНИИОЗ 86	88,4	90,9	78,8	86
Волгоградка 2	89,9	99,1	98,7	95,9
ВНИИОЗ 31	84,7	99	97,2	93,6
Среднее	87,7	96,3	91,6	91,9

Наши исследования показали, что в годы (2013) с выпадением значительного количества осадков в период формирования семян (110,7 мм) и снижения средней температуры воздуха до 14,4 °С всхожесть у всех сортов существенно уменьшалась – в среднем до 87,7 % по сравнению с годами (2014, 2015), характеризующимися дефицитом осадков в сентябре и более высокими температурами воздуха в это время – 16,3 °С и 20,7 °С.

Ультраскороспелый сорт ВНИИОЗ 86 ежегодно формирует семена с невысокой всхожестью, по сравнению с сортами более позднего срока созревания, что важно учитывать при установке нормы посева.

Важнейшим показателем качества семян, напрямую связанным с получением будущей урожайности, является энергия прорастания. Исследования показывают [91, 96, 142], что семена, взошедшие на 3-4 сутки после посева, дают урожайность на 30-38 % выше, чем общий посевной материал, а которые проросли позже седьмого дня, снижают продуктивность посева.

В связи с этим, наряду с определением лабораторной всхожести семян (на 7-е сутки после посева) необходимо предварительно (на 3-и сутки) оценивать их энергию прорастания. Результаты наших исследований показали, что энергия прорастания семян так же, как и всхожесть, тесно связана со сроками созревания сортов и температурными условиями в период их формирования (таблица 4.1.2).

Таблица 4.1.2 - Энергия прорастания семян сои в зависимости от сорта и года получения урожая, %

Сорта	Годы			
	2013	2014	2015	Среднее
ВНИИОЗ 86	62,8	74,9	70,8	69,5
Волгоградка 2	81,5	83,4	84	83
ВНИИОЗ 31	77,3	80	82,1	79,8
Среднее	73,9	79,4	79	77,4

Низкое качество семян – одна из главных причин снижения урожайности у сои [158]. В наших исследованиях сорт сои ВНИИОЗ 86 характеризуется менее значимыми показателями энергии прорастания семян – 62,8-74,9 %, особенно в годы с неблагоприятными метеоусловиями для их формирования (2013), неслучайно у этого сорта густота продуктивного стеблестоя была ниже, чем у других изучаемых сортов (таблица 4.1.3).

Ранний сорт ВНИИОЗ 86, в среднем, за годы исследований формировал менее значительную густоту растений как по выходам 31,5 шт./м<sup>2</sup>, так и перед уборкой – 26,5 шт./м<sup>2</sup> по сравнению с сортами более продолжительного срока формирования урожая зерна – 33,1-28,6 шт./м<sup>2</sup> соответственно. Менее значительный диапазон колебаний густоты стояния растений отмечен по сорту ВНИИОЗ 31, с наименьшей разницей между максимальными значениями 1,2-1,7 шт./м<sup>2</sup>, в сравнении с другими сортами (4-5 шт./м<sup>2</sup>). Поэтому, при расчете нормы посева семян, важно учитывать особенности всходообразования подбираемого сорта.

Особую важность представляет способность семян прорасти в полевых условиях и обеспечивать достаточную дружность появления всходов и их оптимальное количество на единице площади. Результаты исследований ВНИИ сои [91] показали, что до 8 % семян не достигают всходов из-за глубокой или мелкой их заделки, от 10 до 15 % посевного материала, имеющего механические травмы, поражается грибными заболеваниями и в конце концов гибнет, около 20% стеблестоя выпадает из посева при механической обработке, связанной с проведением боронования и культивации. В итоге, периода полного созревания достигает не более 65 % продуктивных стеблей. Учитывая это, норму посева необходимо устанавливать так, чтобы к уборке сохранялось оптимальное количество растений, значительно варьирующееся в зависимости от сорта и условий возделывания. Отношение всхожих семян, идущих на посев, к густоте стояния растений по всходам, показывает полевую всхожесть.



Таблица 4.1.3 - Зависимость продуктивного стеблестоя сои от фактора сорта и метеоусловий в годы исследований

Сорта	Годы			Среднее	Диапазон	Разница
	2013	2014	2015			
Густота стояния растений по всходам, шт/м <sup>2</sup>						
ВНИИОЗ 86	29	33	32,4	31,5	29-33	4
Волгоградка 2	33,8	31,7	35,9	33,8	31,7-35,9	4,2
ВНИИОЗ 31	34,1	32,9	32,4	33,1	32,4-34,1	1,7
Густота стояния растений перед уборкой, шт/м <sup>2</sup>						
ВНИИОЗ 86	22,7	27,7	26,4	25,6	22,7-27,7	5
Волгоградка 2	29,2	29,4	24,5	27,7	24,5-29,4	4,9
ВНИИОЗ 31	28,7	29,8	29,9	28,6	28,7-29,9	1,2
Полевая всхожесть семян, %						
ВНИИОЗ 86	58	66	64,8	62,9	58-66	8
Волгоградка 2	67,6	63,4	71,8	67,6	63,4-71,8	8,4
ВНИИОЗ 31	68,2	65,8	64,8	66,3	64,8-68,2	3,4
Полнота всходов, %						
ВНИИОЗ 86	65,6	72,6	82,2	73,5	65,6-82,2	16,6
Волгоградка 2	75,2	64	72,7	70,6	64-75,2	11,2
ВНИИОЗ 31	80,5	66,5	66,7	71,2	66,5-80,5	14
Сохранность растений к уборке, %						
ВНИИОЗ 86	78,3	83,9	81,5	81,2	78,3-83,9	5,6
Волгоградка 2	86,3	92,8	68,2	82,4	68,2-92,8	24,6
ВНИИОЗ 31	84,2	90,3	92,2	89	84,2-92,2	8

Менее всхожими в полевых условиях нашего опыта оказались семена сорта ВНИИОЗ 86-62,9 % с колебаниями по годам 58-66 %. Другие сорта характеризовались более высокими показателями полевой всхожести – 66,3-67,6 % с колебаниями от 63,4 % до 71,8 %.

Связь полевой всхожести семян с лабораторной показывает полноту всходов [96]. Несколько выше – 73,5 % она была у сорта ВНИИОЗ 86, а меньше у сортов Волгоградка 2 – 70,6 % и ВНИИОЗ 31 – 71,2 %.

Сохранность растений продуктивного стеблестоя более высокой была у сорта ВНИИОЗ 31-89 %, чем у других сортов –81,2-82,4 %. Наибольшие колебания этого показателя отмечены по сорту Волгоградка 2 – 68,2-92,8 % с разницей 24,6 %, что требует особого внимания при настройке нормы посева семян у этого сорта.

В целях проведения комплексного анализа о воздействии изучаемых факторов на уровне урожайности сортов сои перед уборкой были осуществлены биометрические измерения элементов структуры сформированного урожая. Данная оценка связана с тем, что от количества сформированных бобов (в среднем на одном растении), озерённости бобов (семян на одном растении), средней массы 1000 зерен, зависит изменение урожайности этой культуры. Высота прикрепления нижних бобов непосредственно влияет на качество проведения комбайновой уборки. Чем ниже закладываются бобы на растении от поверхности почвы, тем больше остается бобов на стерне за жаткой комбайна и выше потери зерна и соответственно – уменьшается уровень уборочной урожайности, который может достигать 20 % от биологической продуктивности агроценоза [164].

Сорта сои характеризуются индивидуальными особенностями структуры формирования урожая зерна, тесно связанными с метеоусловиями вегетационного периода и режимом орошения. Так почти все элементы структуры продуктивности орошаемого агроценоза раннего сорта ВНИИОЗ 86 были наиболее выражены в условиях 2013 года, и менее – в засушливые 2014 и 2015 годы (таблица 4.1.4.). Высота прикрепления нижних бобов у растений, наоборот, снизилась к концу вегетации 2013 года и повысилась в более засушливые годы, что связано с увеличением массы зерна на всем растении, в том числе и в нижних междоузлиях, за счет усиления озернённости бобов, увеличения количества зерна и его размеров в более благоприятный для роста и развития сои 2013 год.

Таблица 4.1.4 - Структура формирования урожая зерна у сорта сои  
ВНИИОЗ 86 в зависимости от водообеспечения растений

Показатели структуры урожая	Режим орошения, % НВ	Годы			Сред нее	Диапазон	Разница
		2013	2014	2015			
Масса зерна на одном растении, г	70-80-70	13	8	7,8	9,6	7,8-13	5,2
	80-80-70	11,9	8	6,8	8,9	6,8-11,9	5,1
	80-80-80	11,4	7,2	6,9	8,5	6,9-11,4	4,5
Масса 1000 зерен, г	70-80-70	157,2	150,9	141,3	149,8	141,3-157,2	15,9
	80-80-70	156,3	149,1	140,4	148,6	140,4-156,3	15,9
	80-80-80	155,4	148,2	138,9	147,5	138,9-155,4	16,5
Количество бобов на одном растении, шт	70-80-70	34,5	26,5	31,9	30,9	26,5-34,5	8
	80-80-70	33	28,3	24,2	28,5	24,2-33	8,8
	80-80-80	33,4	27	26,3	28,9	26,3-33,4	7,1
Озернёность бобов, шт. зерен в среднем на один боб	70-80-70	2,4	2	2,2	2,2	2-2,4	0,4
	80-80-70	2,3	1,9	2,1	2,1	1,9-2,3	0,4
	80-80-80	2,2	1,8	2	2	1,8-2,2	0,4
Количество зерен на одном растении, шт.	70-80-70	82,7	53	56,6	64,1	53-82,7	29,7
	80-80-70	76,1	53,7	49,9	59,9	49,9-76,1	26,2
	80-80-80	73,4	48,6	51,7	57,8	48,6-73,4	24,8
Высота прикрепления нижнего боба, м	70-80-70	0,09	0,11	0,1	0,1	0,09-0,11	0,02
	80-80-70	0,08	0,1	0,09	0,09	0,08-0,1	0,02
	80-80-80	0,08	0,1	0,09	0,09	0,08-0,1	0,02

Следует отметить, что наибольшему размаху изменчивости были подвержены признаки – масса 1000 зерен с разницей между максимальным и минимальным значением до 16,5 г и количество зерен на растении – до 29,7 шт.

Наименее изменчивыми признаками оказались у растений этого сорта озерненность бобов и высота прикрепления нижнего боба по годам и фонам режима орошения.

При рассмотрении влияния режима орошения на формирование структуры урожая сорта ВНИИОЗ 86 выявлена тенденция к усилению формирования элементов структуры продуктивности на дифференцированных режимах орошения.

На этом фоне растения находятся в более комфортных условиях, поскольку не развивают значительных объемов биомассы, менее взаимозаменяемы и эффективнее используют солнечный свет на создание органического вещества и активизируют отток его из листьев в формируемые бобы.

Анализ структуры урожая сорта Волгоградка 2 (таблица 4.1.5) с более продолжительным сроком вегетации показал, что в условиях благоприятного 2013 года растения этого сорта имели более высокую массу зерна на растении, массу 1000 зерен и озерненность бобов, чем в другие, более засушливые годы.

Наибольший диапазон изменчивости у этого сорта характерен для массы 1000 зерен с разницей до 31,8 г и количества зерен на растении до 7-8 шт. Менее изменчивыми по многолетним данным оказались признаки – озерненность бобов, высота прикрепления нижнего боба и масса зерна на одном растении.

Режимы орошения оказали такое же влияние на водопотребление растений и формирование структуры урожая как и у сорта ВНИИОЗ 86. Дифференциация поливов, взаимосвязанная с периодами органогенеза растений, усиливала процесс плодообразования и массу сухого вещества урожая.

Таблица 4.1.5 - Структура формирования урожая зерна у сорта Волгоградка 2  
в зависимости от водообеспечения растений  
в различные по метеоусловиям годы

Показатели структуры урожая	Режим орошения, % НВ	Годы			Сред нее	Диапазон	Разница
		2013	2014	2015			
Масса зерна на одном растении, г	70-80-70	11,4	10,4	11,2	11	10,4-11,4	1
	80-80-70	11,7	10,6	11,6	11,3	10,6-11,7	1,1
	80-80-80	10,3	9,7	11,2	10,4	9,7-11,2	1,5
Масса 1000 зерен, г	70-80-70	175,7	162,8	144,2	160,9	144,2-175,7	31,5
	80-80-70	174,1	161,3	144,3	159,9	144,3-174,1	29,8
	80-80-80	172,8	160,5	141	158,1	141-172,8	31,8
Количество бобов на одном растении, шт	70-80-70	28	32	37,8	32,6	28-37,8	9,8
	80-80-70	30,5	34,6	41,1	35,4	30,5-41,1	10,6
	80-80-80	27,1	31,8	35	31,3	27,1-35	7,9
Озернённость бобов (шт. зерен в среднем на один боб)	70-80-70	2,3	2	2	2,1	2-2,3	0,3
	80-80-70	2,2	1,9	1,9	2	1,9-2,2	0,3
	80-80-80	2,2	1,9	1,9	2	1,9-2,2	0,3
Количество зерен на одном растении, шт.	70-80-70	64,9	63,9	76,4	68,4	63,9-76,4	12,5
	80-80-70	67,2	65,7	79,2	70,7	65,7-79,2	13,5
	80-80-80	59,6	60,4	77,4	65,8	59,6-77,4	17,8
Высота прикрепления нижнего боба, м	70-80-70	0,13	0,17	0,15	0,15	0,13-0,17	0,04
	80-80-70	0,12	0,16	0,14	0,14	0,12-0,16	0,04
	80-80-80	0,14	0,18	0,15	0,15	0,13-0,18	0,05

Продукционный процесс у растений сорта ВНИИОЗ 31 усиливался в условиях более благоприятного для жизнедеятельности сои 2013 года (таблица 4.1.6.).

Таблица 4.1.6 - Структура формирования урожая зерна  
у сорта ВНИИОЗ 31 в зависимости от водообеспечения растений  
в различные по метеоусловиям годы

Показатели структуры урожая	Режим орошения	Годы			Среднее	Диапазон	Разница
		2013	2014	2015			
Масса зерна на одном растении, г	70-80-70	11,0	9,5	11,0	10,5	9,5-11,0	1,5
	80-80-70	11,7	10,4	10,6	10,9	10,4-11,7	1,3
	80-80-80	10,9	8,9	9,9	9,9	8,9-10,9	2,0
Масса 1000 зерен, г	70-80-70	166,7	148	143,7	152,8	143,7-166,4	23
	80-80-70	165,2	153,2	135,3	151,1	135,3-165,2	29,9
	80-80-80	164,3	136,9	150	150,4	136,9-164,3	27,4
Количество бобов на одном растении, шт.	70-80-70	30	32,1	41,1	34,4	30-41,1	11,1
	80-80-70	33,7	35,7	44,3	37,9	33,7-44,3	10,6
	80-80-80	33,2	36,1	29,4	32,9	29,4-36,1	6,7
Озерненность бобов (шт. зерен в среднем на один боб)	70-80-70	2,2	2,0	1,8	2,0	1,8-2,2	0,4
	80-80-70	2,1	1,9	1,7	1,9	1,7-2,1	0,4
	80-80-80	2	1,8	1,9	1,9	1,8-2,0	0,2
Количество зерен на одном растении, шт.	70-80-70	66	64,2	75,9	68,7	64,2-75,9	11,7
	80-80-70	70,8	67,9	77,5	72,1	67,9-77,5	9,6
	80-80-80	66,3	64,2	66,1	65,8	65,0-66,1	1,1
Высота прикрепления нижнего боба, м	70-80-70	0,12	0,15	0,15	0,14	0,14-0,15	0,01
	80-80-70	0,11	0,14	0,14	0,13	0,13-0,14	0,01
	80-80-80	0,11	0,15	0,13	0,13	0,13-0,15	0,02

Масса зерна в среднем на одно растение составляла 10,9-11,7 г, в то время, как в более засушливые годы, этот показатель был на уровне 8,9-11 г. Сравнительно комфортные условия температурного режима и выпадения

осадков, способствовали в этом году увеличению массы 1000 зерен – до 164-166,7 г, что также оказало влияние на повышение общей зерновой продуктивности стеблестоя. Следует отметить, что этот признак оказался у данного сорта самым изменчивым за годы изучения с диапазоном 135,3-166,7 г и разницей между максимальным и минимальным значениями от 23 до 29,9 г, за счет чего полнее реализовывался потенциал урожайного растения, заложенный селекционерами при выведении этого сорта для условий орошения.

Другие хозяйственно-важные признаки структуры продуктивности рассматриваемого сорта незначительно изменялись по годам. Наиболее устойчивыми оказались признаки: масса зерна на одном растении с разницей диапазона колебаний по годам – 1,3-1,5 г, озернённость бобов – 0,2-0,4 шт., высота прикрепления нижнего боба – 0,01-0,02 м.

Водопотребление растений на дифференцированных режимах орошения, приуроченных к периодам роста и развития, характеризовалось более продуктивным использованием оросительной воды с формированием повышенной массы зерна на растении – до 11-11,7 г., (в основном за счет увеличения массы 1000 зерен до 165,2-166,7 г), чем стеблестой постоянно увеличенного режима орошения (80-80-80 %НВ). В засушливые годы, такие как 2015, дифференциация режима орошения до 70-80-70 %НВ также способствовала увеличению массы зерна на растении до 11 г, что поддерживалось увеличением количества бобов и семян на растении в экстремально аридные годы.

Сравнение изучаемых сортов и их водопотребления в среднем за годы проведения исследований показало, что наиболее выраженными элементами структуры продуктивности, напрямую связанными с урожайностью, такими как масса зерна на растении и масса 1000 зерен, характеризуется сорт сои Волгоградка 2 (таблица 4.1.7.).

Таблица 4.1.7 - Структура формирования урожая зерна сои в зависимости от сортовых особенностей и водообеспечения растений (средние данные за 2013-2015 гг.)

Показатели структуры урожая	Режим орошения	Сорта			Среднее	Диапазон	Разница
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31			
Масса зерна на одном растении, г	70-80-70	9,6	11,0	10,5	10,4	9,6-11,0	1,4
	80-80-70	8,9	11,3	10,9	10,4	8,9-11,3	2,4
	80-80-80	8,5	10,4	9,9	9,6	8,5-10,4	1,9
Масса 1000 зерен, г	70-80-70	149,8	160,9	152,8	154,5	149,8-160,9	11,1
	80-80-70	148,6	159,9	151,1	153,2	148,6-159,9	11,3
	80-80-80	147,5	158,1	150,4	152,0	147,5-158,1	10,6
Количество бобов на одном растении, шт.	70-80-70	30,9	32,6	34,4	32,6	30,9-34,4	3,5
	80-80-70	28,5	35,4	37,9	33,9	28,5-37,9	9,4
	80-80-80	28,9	31,3	32,9	30,9	28,9-32,9	4,0
Озерненность бобов (шт. зерен в среднем на один боб)	70-80-70	2,2	2,1	2,0	2,1	2,0-2,2	0,2
	80-80-70	2,1	2,0	1,9	2,0	1,9-2,0	0,1
	80-80-80	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9-2,0	0,1
Количество зерен на одном растении, шт.	70-80-70	64,1	68,4	68,7	67,1	64,1-68,7	4,6
	80-80-70	59,9	70,7	72,1	67,6	59,9-72,1	12,2
	80-80-80	57,8	65,8	65,7	63,1	57,8-65,8	8,0
Высота прикрепления нижнего боба, м	70-80-70	0,1	0,15	0,14	0,13	0,1-0,15	0,05
	80-80-70	0,09	0,14	0,13	0,12	0,09-0,14	0,05
	80-80-80	0,09	0,15	0,13	0,12	0,09-0,15	0,06



У других сортов показатели структурных элементов продуктивности были менее выраженными.

Масса 1000 зерен у сортов характеризовалась значительным диапазоном изменчивости с разницей между крайними значениями 10,6-11,3 г. Повышенным размахом изменчивости выделялось «количество зерен» с разницей - 4,6-12,2 шт., и «количество бобов на одном растении» - 3,5-9,4 шт. Другие показатели характеристики высокоурожайного растения сои проявили невысокий характер изменчивости, особенно высота прикрепления нижнего боба – 0,05-0,06 м и озерненность бобов – 0,1-0,2 шт.

Дифференциация режима орошения способствовала более экономному водопотреблению растений всех изучаемых сортов и продуктивному использованию оросительной воды, по сравнению с постоянно применяемым режимом полива, и она оказала положительное влияние на формирование урожайности зерна на вариантах исследований.

#### **4.2 Урожайность сортов**

Площади посева сои в Российской Федерации к настоящему времени превысили 2,5 млн. га. Намечился рост производства сои и в Волгоградской области, где с вводом новых орошаемых земель (по 6 тыс. га в год) площадь посева этой культуры в ближайшие 5 лет предполагается довести до 50 тыс. га.

Наиболее эффективное использование достаточно затратных поливных земель возможно только при широком использовании комплексных мелиораций, способных обеспечить высокорентабельный рост урожайности. Наряду с другими аграрными мероприятиями, сортам и приёмам оросительной мелиорации в засушливых условиях принадлежит одно из первых мест в увеличении продуктивности орошаемого агроценоза. Уровень полученного урожая и его качество являются основными показателями результативности используемых сортов и применяемых агротехнологий.

Результаты наших трехлетних исследований показали, что как сорта, так и режимы орошения оказали достоверное (приложения 27, 28, 29, 30) положительное влияние на продуктивность орошаемого агроценоза. Самую высокую урожайность зерна сформировал сорт Волгоградка 2 - 3,23 т/га (таблица 4.2.1.). Достаточно высокий уровень урожайности 3,19 т/га получен в посевах сорта ВНИИОЗ 31. Более низким показателями урожайности 2,17-2,51 т/га характеризуется агроценоз сорта ВНИИОЗ 86.

Таблица 4.2.1 - Урожайность различных сортов сои в зависимости от условий влагообеспечения посевов

Сорта	Режим орошения, % НВ	Урожайность зерна, т/га				Отклонение от контроля	
		2013	2014	2015	средняя	т/га	%
ВНИИОЗ 86	70-80-70	2,74	2,5	2,29	2,51	0,34	15,7
	80-80-70	2,61	2,46	2,19	2,42	0,25	11,5
	80-80-80	2,35	2,13	2,04	2,17	-	-
Волгоградка 2	70-80-70	3,48	3,22	2,84	3,18	0,31	10,8
	80-80-70	3,52	3,28	2,89	3,23	0,36	12,5
	80-80-80	3,01	2,84	2,75	2,87	-	-
ВНИИОЗ 31	70-80-70	3,18	2,96	2,86	3,0	0,18	6,4
	80-80-70	3,46	3,21	2,9	3,19	0,37	13,1
	80-80-80	3,12	2,63	2,81	2,82	-	-
НСР <sub>05</sub> , А		0,16	0,03	0,05	0,02		
НСР <sub>05</sub> , В		0,16	0,04	0,06	0,03		
НСР <sub>05</sub> , АВ		0,23	0,04	0,06	0,03		

Анализ данных по урожайности показал, что сорта сои по разному реагируют на изменения предполивного порога влажности почвы. Назначение дифференцированного режима орошения (70-80-70 %НВ) в посевах сорта ВНИИОЗ 86 привело к росту урожайности зерна на 0,34 т/га или на 15,4 % по сравнению с контрольным режимом орошения (80-80-80 %НВ). Скороспелые сорта испытывают меньшую потребность в

оросительной воде на начальных и завершающих этапах роста и развития, чем среднескороспелые из-за возможности использования весенних запасов влаги в почве и быстрого созревания в конце летнего и начале осеннего периодов.

Поэтому сорта с более продолжительным вегетационным периодом обеспечили меньший рост зерновой продуктивности агроценоза при дифференцированном режиме орошения, чем при постоянном, особенно сорт ВНИИОЗ 31 – 0,18 т/га или 6,4 %.

Повышение предполивного дифференцированного режима орошения почвы до 80-80-70 %НВ способствовало существенному увеличению урожайности у сорта ВНИИОЗ 31 - на 0,37 т/га или на 13,1 %. Другие изучаемые сорта также обеспечили получение прибавок урожайности, но на уровне 11,5 % по отношению к контролю.

Таким образом, у всех изучаемых сортов сои наибольшая прибавка урожайности обеспечивается при дифференцированном поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-80-70 %НВ. Наиболее отзывчивым на такой режим орошения оказался сорт ВНИИОЗ 31. Уменьшение предполивного порога влажности до 70-80-70 %НВ обеспечивает существенный рост урожайности у скороспелого сорта ВНИИОЗ 86 и получение менее высокой прибавки среднескороспелого сорта ВНИИОЗ 31.

Одним из важных показателей хозяйственной ценности сорта является отношение зерновой продукции ко всей биологической массе, сформированной растениями за вегетационный период ( $K_{ХОЗ}$ , уборочный индекс или доля зерна в общей биомассе). Значение этого коэффициента тесно связано с листовой поверхностью. Чем она выше на растении, тем сильнее взаимозатеняемость листьев и больше опадает завязей, бобов, меньше становится отток пластических веществ в наливающиеся бобы и формирующиеся семена, что приводит к снижению индекса урожая [121, 124, 164].

Уборочный индекс всегда выше у скороспелых сортов, развивающих менее значительную ассимиляционную поверхность, чем сорта с более продолжительным вегетационным периодом [24, 170]. Результаты наших исследований показали, что ранний сорт ВНИИОЗ 86 также в среднем за годы проведенных исследований характеризовался высоким значением – 31,5 % доли зерна в общей биомассе (таблица 4.2.2) по сравнению с сортами с продолжительным периодом (28,8-30,7 %).

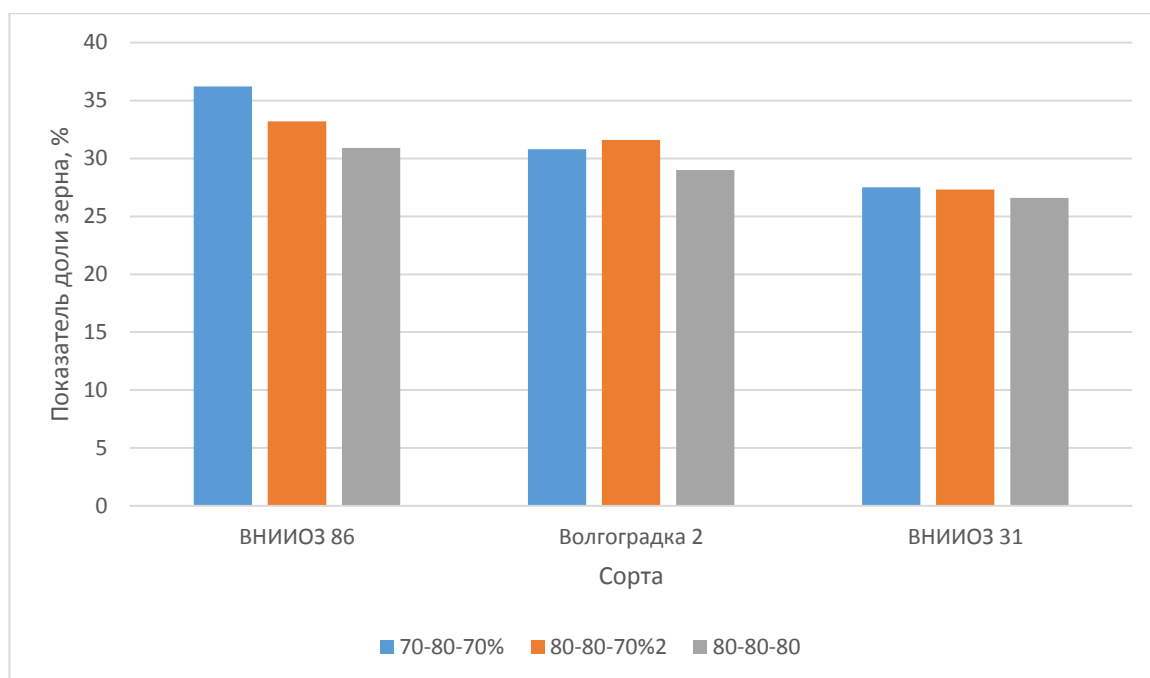


Рисунок 4.2.2 – Влияние фактора сорта и режима орошения сои на показатель доли зерна в общей биомассе, % (средние данные за 2013-2015гг.)

Анализируя значение уборочного индекса по годам установлено (приложение 31), что метеорологические условия оказывали существенное влияние на коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза. Так в 2013 году все изучаемые сорта характеризовались менее значительными показателями площади листовой поверхности листовой поверхности и фотосинтетического потенциала, поэтому к концу вегетационного периода этого года посеы сортов сформировали больше зерна в общей биомассе (29,2-33,7 %) в сравнении с другими годами (27,1-31 %).

Увеличение влагообеспеченности посевов способствует интенсивному нарастанию корневой системы и надземной вегетативной массы. Соответственно поэтому снижается хозяйственная эффективность фотосинтеза. Лучшим режимом орошения для повышения уборочного индекса у всех сортов является дифференцированный с предполивным порогом влажности 70-80-70 %НВ. Назначение других режимов орошения, особенно с предполивным режимом 80-80-80 %НВ приводит к уменьшению доли зерна в общей биомассе.

Известно почвоулучшающее значение корневой системы зернобобовых культур, в том числе и сои, [14, 18, 20, 24, 36, 44, 50] улучшающей структуру почвы и способствующей повышению плодородия почвы. К растительным остаткам соевого поля после уборки можно отнести и листостебельную массу, которая мало используется сельскохозяйственными предприятиями для своих нужд и в основном запахивается в почву.

Растительные остатки содержат значительно количество питательных для растений химических элементов, используемых последующими сельскохозяйственными культурами в севообороте [78]. Поэтому важно дать оценку поступившего в почву органического вещества при сравнении сортов и интенсивности водопотребления растений.

Проведенный полевой анализ дал возможность определить различия по накоплению разных растительных остатков на поверхности и в слое почвы 0,3 м после уборки сои в зависимости от изучаемых сортов и уровня предполивного порога влажности почвы (таблица 4.2.3.).

Наибольшее количество корней листьев и стеблей с половой оставалось в почве после комбайновой уборки сорта ВНИИОЗ 31 - 6.73–7,9 т/га, меньше всего биомассы без зерна оставлял после уборки комбайном ценоза сорт ВНИИОЗ 86 4,41–5,66 т/га.

Растительные остатки у сортов на 45,7–61,4 % были представлены стеблями, ветвями и створками бобов, на 27,5–40,5 % опавшими листьями с черешками. На долю корней в почве и стерни на поверхности приходилось

меньше всего из растительных остатков – 11,4–14,6 % в общем объеме биомассы (100 %).

Значительное влияние на формирование вегетативной массы оказало назначение уровней предполивной влажности почвы. Постоянный режим орошения способствовал увеличению формирования агроценозом разноспелых сортов растительной биомассы.

Таблица 4.2.3 – Зависимость поступления фитомассы сои в почву от фактора сорта и режима орошения (средние данные за 2013-2015 гг.)

Сорта	Режим орошения, % НВ	Доля растительных остатков, %			Общая биомасса без семян, т/га
		Стеблей, ветвей и створок бобов	Листьев и черешков	Корней и стерни	
ВНИИОЗ 86	70-80-70	55,3	32,7	12	4,41
	80-80-70	58,4	29,9	11,7	5,4
	80-80-80	61,4	27,2	11,4	5,66
Волгоградка 2	70-80-70	50,4	37,4	12,2	6,39
	80-80-70	48,3	39,8	11,9	7,02
	80-80-80	51,1	35,8	13,1	7,63
ВНИИОЗ 31	70-80-70	50,7	36,1	13,2	6,73
	80-80-70	45,7	40,5	13,8	7,42
	80-80-80	52,4	33,0	14,6	7,9

У сорта ВНИИОЗ 86 при переходе от постоянного режима орошения (80-80-80 %НВ) к дробному (дифференцированному) количество растительных остатков уменьшалось с 5,66 до 4,41 при этом существенно возрастала доля опавших листьев с 27,2 до 32,7 % и меньше оставалось стеблей с вымолоченными бобами. Значительными темпами роста листового аппарата характеризовались и другие изучаемые сорта

Улучшение поливного режима приводило к усилению процесса листообразования, причем не за счет существенного уменьшения доли корней, а за счет снижения массы створок бобов, что приводило в дальнейшем к увеличению доли зерна в общей биомассе и росту урожайности зерна.

Наиболее значительный объем сухого вещества формировали сорта с более продолжительным вегетационным периодом - Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31, чем очень ранний сорт ВНИИОЗ 86. Учитывая это, надо отдавать предпочтение в качестве предшественника в севообороте среднескороспелым генотипам, оставляющим после уборки значительный объём растительных остатков, улучшающих почвенное плодородие.

### **4.3 Качество зерна сортов**

Величина полученного урожая не является единственным критерием важной характеристики сорта или приёмов агротехники и мелиорации. Для сои, как белков–масличной культуры, очень важное значение имеют, и показатели качества выращиваемой зерновой продукции.

Уникальной особенностью и достоинством этой культуры, по сравнению с другими сельскохозяйственными растениями, является высокое до 40 % и более содержание сырого протеина, оптимально сбалансированного по аминокислотному составу. Кроме того, семена сои богаты растительным жиром (до 20 % и более), представленным высокой долей незаменимых полиненасыщенных жирных кислот в биологически ценном соотношении.

С расширением ареала сои и разнообразием использования ее в пищевых, кормовых и технических целях существенно возрастают требования к товарной продукции этой культуры.

Сорта сои по концентрации белка и жира как основных компонентов соевого зерна, достаточно изучены и освещены в научных работах В. Б. Енкена [50], А.К. Лященко и др [96], В.С. Пятибской [132, 133], В.П. Мякушко и др. [117], Л.А. Кучеренко [92]. В условиях орошения Нижнего Поволжья зависимость содержания белка и жира в семенах от агротехнических приемов обработки сои бирациональными средствами

изучалась Г.В. Седановой [150], В.М. Кононовым [75], Р.Э. Боканхель [25], В.С. Кудряшовым [90], В.Н. Березиным [24], В.И. Чернышовым [170].

Влияние приемов оросительной мелиорации на качество семян сои изучено не в полной мере и недостаточно освещено в научных работах.

Для выяснения зависимости качественных показателей зерна от возделывания различных сортов сои и применения разных режимов орошения нами было проведено изучение содержания белка и жира в семенах, а также сбор этих ценных веществ в перерасчете на один гектар.

Химический анализ зерна, полученного со всех вариантов исследований, показал, что содержание белка в семенах существенно зависит от метеоусловий года наблюдения, фактора сорта и режимов орошения (таблица 4.3.1). Посевы сорта ВНИИОЗ 86 характеризовались высокой концентрацией сырого протеина в семенах в 2013 году – 40,1–41,2 %, низкой в 2015 году – 35,4–36,5 %. Сорт Волгоградка 2 обеспечивал рост содержания белка в условиях 2014 года до 40,6–43,9 %, а наименьшие показатели этого признака отмечены в 2015 году – 37,7–39,7 %. Семена сорта ВНИИОЗ 31 накапливали повышенное содержание белка в 2014 году – 40,4–42,5 %, а наименьшее в 2015 году – 33,3–34,5 %.



Рисунок 4.3.1 - Фазы развития сои согласно европейской классификации.



В среднем за годы проведения исследований наибольшее количество сырого протеина накапливали семена сорта Волгоградка 2 - 39,5–41,6 %, другие сорта – меньшее количество.

Практически все режимы орошения оказали отрицательное влияние на процесс накопления сырого протеина в семенах. Меньше всего белка (на – 1,7-2,1 %) содержали семена всех сортов, выращенных при назначении дробного предполивного режима орошения 80-80-70 %НВ, по сравнению с постоянным режимом орошения (80-80-80 %НВ). Это можно объяснить тем, что показатель содержания белка в семенах находится в отрицательной связи с уровнем урожайности [96, 164]. При возрастании урожайности снижается концентрация сырого протеина в семенах.

Несмотря на то, что содержание жира в зерне сои в 2 раза меньше, чем белка, эта культура обеспечивает получение растительного масла больше, чем другие (таблица 4.3.2), даже сугубо масличные культуры в мировом земледелии [164]. Поскольку процесс маслообразования у сои труднее и менее результативнее, чем механизм накопления белка, подвергается селекции [71, 81, 131, 133, 139, 164], важно добиться положительных результатов в этом направлении, применяя агротехнические и мелиоративные приемы.

В результате проведения наших исследований установлено, что самым высоким накоплением жира в семенах характеризуются орошаемые посевы сорта ВНИИОЗ 86 - 17,3–20,5 % несколько уступает ему агроценоз сорта ВНИИОЗ 31 - 16,8–19,3 % и меньше всего жира концентрируется семенами сорта Волгоградка 2 - 14,6–16,1 %.

Годы проведения исследований так же отложили «отпечаток» на осуществление процесса маслообразования у сортов сои. ВНИИОЗ 86 наибольшее количество масла накапливал в 2015 году – 18,3–21,4 % и меньшее в другие годы. Остальные сорта также проявили склонность к повышенной концентрации жира зерном в 2015 году.

Таблица 4.3.1 - Влияние сортовых особенностей и режима орошения на содержание сырого протеина в семенах сои в различные годы, % от сухого вещества

Сорта	Режим орошения, %НВ	Содержание белка				Отклонение от контроля, %	Режим орошения, %НВ	Сорта	Среднее содержание белка	Отклонение от контроля
		2013	2014	2015	среднее					
ВНИИОЗ 86	70-80-70	40,1	38,2	35,4	37,9	-1,1	70-80-70	ВНИИОЗ 86	37,9	0,7
	80-80-70	41,2	38,5	36	38,6	-0,4		Волгоградка 2	39,9	-1,7
	80-80-80	41	39,4	36,5	39	-		ВНИИОЗ 31	37,5	-1,5
Волгоградка 2	70-80-70	40,2	41,8	37,7	39,9	-1,7	80-80-70	ВНИИОЗ 86	38,6	-0,4
	80-80-70	39,6	40,6	38,4	39,5	-2,1		Волгоградка 2	39,5	-2,1
	80-80-80	41,3	43,9	39,7	41,6	-		ВНИИОЗ 31	38,2	-0,8
ВНИИОЗ 31	70-80-70	38,9	40,4	33,3	37,5	-1,5	80-80-80	ВНИИОЗ 86	39	-
	80-80-70	39,3	41,5	33,8	38,2	-0,8		Волгоградка 2	41,6	-
	80-80-80	40,1	42,5	34,5	39	-		ВНИИОЗ 31	39	-

Таблица 4.3.2 - Содержание в семенах сои жира в зависимости от сортовых особенностей и режима орошения в различные годы, % от сухого вещества

Сорта	Режим орошения, %НВ	Содержание жира				Отклонение от контроля, %	Режим орошения, %НВ	Сорта	Среднее содержание жира	Отклонение от контроля
		2013	2014	2015	среднее					
ВНИИОЗ 86	70-80-70	19,5	20,6	21,4	20,5	3,2	70-80-70	ВНИИОЗ 86	20,5	3,2
	80-80-70	18,1	18,7	19,9	18,9	1,6		Волгоградка 2	16,4	-0,4
	80-80-80	17,3	16,1	18,6	17,3	-		ВНИИОЗ 31	19,3	10
Волгоградка 2	70-80-70	15,2	14,6	19,5	16,4	0,4	80-80-70	ВНИИОЗ 86	18,9	1,6
	80-80-70	14,7	15	18	15,9	0,9		Волгоградка 2	15,9	-0,9
	80-80-80	16,6	16,1	17,7	16,8	0		ВНИИОЗ 31	19	0,7
ВНИИОЗ 31	70-80-70	19,6	16,4	21,9	19,3	1	80-80-80	ВНИИОЗ 86	17,3	-
	80-80-70	18,8	17,1	21,2	19	0,7		Волгоградка 2	16,8	-
	80-80-80	18,4	17,5	19,1	18,3	-		ВНИИОЗ 31	18,3	-

Особый интерес вызывает зависимость содержания жира в семенах от режима орошения. Дифференцированное назначение предполивного порога влажности на уровне 70-80-70 %НВ приводит к существенному увеличению накопления жира семенами сорта ВНИИОЗ 86 – 20,5 % и сорта Волгоградка 2 -18,9 % по сравнению с контролем -19,0-19,3 %. Другие изучаемые режимы орошения не оказывали значительного влияния на рост концентрации жира семенами.

Между содержанием белка и жира в семенах сои существует высокая отрицательная корреляция (достигающая  $r=0,8$ ) [117], а в условиях орошения она несколько меньше  $r=0,50-0,62$  [164]. В связи с чем оценку этих показателей необходимо проводить вместе - белок+жир [60, 91,17, 164]. Результаты влияния сортовых особенностей и режимов орошения на суммарное накопление белка и жира семенами сои в различные по метеоусловиям годы показали (приложение 32), что только у семян сорта ВНИИОЗ 86 отмечено увеличение содержания белка и жира до 58,4 и 57,5 % по сравнению с контролем – 56,3 %. У других сортов наблюдалось снижение накопления белка и жира, особенно у семян сорта Волгоградка 2 – до 55,4-57,1 %.

Среди режимов орошения прибавка накопления семенами белка и жира отмечена только у сорта ВНИИОЗ 86 на варианте дифференцированного назначения поливов (70-80-70 %НВ) – 1,2-2,1 %. Наибольшая концентрация этих биологически ценных веществ семенами сорта ВНИИОЗ 86 наблюдалась в 2013 году - 58,3–59,6 %, наименьшая – 55,1–56,8 % в 2015 году.

С хозяйственной точки зрения более важными показателями качества собранного урожая является сбор белка и жира с единицы площади (валовый выход), способствующий проведению более полной оценки сорта или агротехнологии [117]. Сравнение изучаемых вариантов по валовому выходу белка (таблица 4.3.3) показало увеличение сбора сырого протеина у всех сортов.

Максимальная его прибавка отмечена у сорта ВНИИОЗ 86 – 11-12,3 %. Другие сорта обеспечили получение менее значительного увеличения выхода белка с гектара – 1-9,4 %.

Полученные опытные данные показывают, что сорта сои по-разному реагируют на изменения предполивного порога влажности почвы. Назначение дифференцированного режима орошения (70-80-70 %НВ) способствовало существенному росту сбора белка у сорта ВНИИОЗ 86. Предполивной порог влажности почвы 80-80-70 %НВ оказывал менее значительное влияние на валовой выход белка с гектара обеспечивая получение прибавки 5,8-6,7 % у сортов ВНИИОЗ 86 и Волгоградка 2 и достаточно высокое – у сорта ВНИИОЗ 31 – 9,4 % превышения по сравнению с контролем (80-80-80 %НВ).

Годы проведения исследования также способствовали изменениям этого признака. Наибольшее значение данного показателя выявлено в 2013 году у всех сортов сои, наименьшее – в 2015 году.

Особый интерес представляет анализ сбора жира с гектара (таблица 4.3.4.). Наибольшая прибавка валового выхода жира отмечена у сорта ВНИИОЗ 86 – 21,9-37,5 %, высокая у сорта ВНИИОЗ 31 - 11,1–15,6 % и самая низкая – 7,3 % у сорта Волгоградка 2.

Поливная вода оказала значительное влияние на увеличение сбора жира с гектара. На вариантах дифференцированных режимов орошения у всех сортов сои прибавка выхода жира составляет 7,3-37,5 %.

У сортов ВНИИОЗ 86 лучшим является режим орошения 70-80-70 %НВ. У сорта Волгоградка 2 получение наибольшей прибавки обеспечивает назначение предполивного режима орошения 80-80-70 % НВ. Агротенз сорта ВНИИОЗ 31 даёт высокую прибавку сбора жира с гектара как при режиме 70-80-70 %НВ (11,1 %), так и при пороге влажности почвы 80-80-70 %НВ (15,6 %).

В условиях 2013 года маслообразовательный процесс в семенах всех сортов сои шел более эффективно, а в 2014 и, особенно в 2015 году – менее интенсивно.

Таблица 4.3.3 - Валовый сбор белка в зависимости от генотипа сорта, и режима орошения в различные годы, т/га

Сорта	Режим орошения, %НВ	Валовый сбор белка				Отклонение от контроля		Режим орошения, %НВ	Сорта	Средний сбор белка	Отклонение от контроля	
		2013	2014	2015	среднее	т/га	%				т/га	%
ВНИИОЗ 86	70-80-70	0,94	0,82	0,7	0,82	0,09	12,3	70-80-70	ВНИИОЗ 86	0,82	0,09	12,3
	80-80-70	0,92	0,82	0,68	0,81	0,08	11		Волгоградка 2	1,09	0,06	5,8
	80-80-80	0,83	0,72	0,64	0,73	-	-		ВНИИОЗ 31	0,97	0,01	1
Волгоградка 2	70-80-70	1,20	1,16	0,92	1,09	0,06	5,8	80-80-70	ВНИИОЗ 86	0,81	0,08	11
	80-80-70	1,20	1,15	0,96	1,10	0,07	6,7		Волгоградка 2	1,10	0,07	6,7
	80-80-80	1,07	1,07	0,94	1,03	-	-		ВНИИОЗ 31	1,05	0,09	9,4
ВНИИОЗ 31	70-80-70	1,06	1,03	0,82	0,97	0,01	1	80-80-80	ВНИИОЗ 86	0,73	-	-
	80-80-70	1,17	1,15	0,84	1,05	0,09	9,4		Волгоградка 2	1,03	-	-
	80-80-80	1,08	0,96	0,83	0,96	-	-		ВНИИОЗ 31	0,96	-	-

Таблица 4.3.4 - Зависимость валового сбора жира от фактора сорта и режима орошения в различные годы, т/га

Сорта	Режим орошения, %НВ	Валовый сбор жира				Отклонение от контроля		Режим орошения, %НВ	Сорта	Средний сбор жира	Отклонение от контроля	
		2013	2014	2015	среднее	т/га	%				т/га	%
ВНИИОЗ 86	70-80-70	0,46	0,44	0,42	0,44	0,12	37,5	70-80-70	ВНИИОЗ 86	0,44	0,12	37,5
	80-80-70	0,41	0,40	0,37	0,39	0,07	21,9		Волгоградка 2	0,44	0,03	7,3
	80-80-80	0,35	0,29	0,33	0,32	-	-		ВНИИОЗ 31	0,5	0,05	11,1
Волгоградка 2	70-80-70	0,45	0,40	0,48	0,4	0,03	7,3	80-80-70	ВНИИОЗ 86	0,39	0,07	21,9
	80-80-70	0,44	0,42	0,45	0,44	0,03	7,3		Волгоградка 2	0,44	0,03	7,3
	80-80-80	0,43	0,39	0,42	0,41	-	-		ВНИИОЗ 31	0,52	0,07	15,6
ВНИИОЗ 31	70-80-70	0,54	0,42	0,54	0,50	0,05	11,1	80-80-80	ВНИИОЗ 86	0,32	-	-
	80-80-70	0,56	0,47	0,53	0,52	0,07	15,6		Волгоградка 2	0,41	-	-
	80-80-80	0,49	0,40	0,46	0,45	-	-		ВНИИОЗ 31	0,45	-	-

Таблица 4.3.5 - Влияние биологических особенностей сортов и режима орошения на суммарный валовый сбор  
белка и жира в различные годы, т/га

Сорта	Режим орошения, % НВ	Валовый сбор белка и жира				Отклонение от контроля		Режим орошения, % НВ	Сорта	Средний сбор белка и жира	Отклонение от контроля	
		2013	2014	2015	среднее	т/га	%				т/га	%
ВНИИОЗ 86	70-80-70	1,4	1,26	1,12	1,26	0,21	20	70-80-70	ВНИИОЗ 86	1,26	0,21	20
	80-80-70	1,33	1,22	1,05	1,2	0,15	14,3		Волгоградка 2	1,54	0,1	6,9
	80-80-80	1,18	1,01	0,97	1,05	-	-		ВНИИОЗ 31	1,47	0,06	4,3
Волгоградка 2	70-80-70	1,65	1,56	1,4	1,54	0,1	6,9	80-80-70	ВНИИОЗ 86	1,2	0,15	14,3
	80-80-70	1,64	1,57	1,41	1,54	0,1	6,9		Волгоградка 2	1,54	0,1	6,9
	80-80-80	1,5	1,46	1,36	1,44	-	-		ВНИИОЗ 31	1,57	0,16	14
ВНИИОЗ 31	70-80-70	1,6	1,45	1,36	1,47	0,06	4,3	70-80-70	ВНИИОЗ 86	1,05	-	-
	80-80-70	1,73	1,62	1,37	1,57	0,16	14		Волгоградка 2	1,44	-	-
	80-80-80	1,57	1,36	1,29	1,41	-	-		ВНИИОЗ 31	1,57	-	-

Рассматривая влияние изучаемых фактов на суммарный валовый сбор белка и жира с гектара установлено, что самую высокую прибавку обеспечивают посеvy сорта ВНИИОЗ 86 - 14,3-20 % и наименьшую – сорта Волгоградка 2 – 6,9 % (таблица 4.3.5).

Назначение предполивного режима орошения на уровне 70-80-70 %НВ в посевах сорта ВНИИОЗ 86 привело к получению существенной прибавки суммарного сбора белка и жира - 14,3–20 %. Агротеноз сорта ВНИИОЗ 31 даёт высокую прибавку сбора (белок+жир) при режиме орошения 80-80-70 %НВ – 145.

Наиболее благоприятные условия для формирования белка и жира посевами всех сортов сои, а также получение их суммарного сбора с гектара сложились в 2013 году и самые неблагоприятные погодные условия для валового выхода этих ценных компонентов соевого зерна с гектара наблюдались в 2015 году.

## ГЛАВА 5 БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СОИ

### 5.1 Биоэнергетическая эффективность возделывания сои

Экономическая ситуация, сложившаяся в России, за предшествующие годы, создает существенные трудности при оценке экономической эффективности используемых технологий возделывания агрокультур. Эти трудности связаны с диспаритетом цен на сельскохозяйственную продукцию, энергоресурсы, технику, семена, удобрения и другое. Вот почему важно давать энергетическую оценку применяемым технологиям производства сельскохозяйственных культур.

Энергетическая оценка эффективности производства растениеводческой продукции заключается в сопоставлении энергии накопленной в биомассе урожая, с затратами антропогенной энергии.

Важнейшей задачей современных агротехнологий является рост коэффициента использования ФАР посевами агрокультур. Это должно происходить за счет повышения эффективности использования восполняемых и не восполняемых природных ресурсов, новейших агротехнологий, позволяющих рационально применять удобрения, гербициды, биопрепараты, и т.п. [62, 77, 107].

Для того чтобы определить энергетическую оценку агроприемов необходимо вычислить и сравнить между собой следующие основные показатели: коэффициенты энергетической эффективности, затраты совокупной энергии и энергоемкости полученной продукции. Коэффициент энергетической эффективности агротехнологий ( $K_Э$ ) получают путем деления показателя энергосодержания урожая ( $E_У$ ) на суммарные энергозатраты, которые необходимы для реализации агротехнологий.



Проведенное исследование позволило оценить энергетическую эффективность производства различных сортов сои с разными сроками созревания и дифференцированных по фазам роста и развития растений.

Энергетическую эффективность, по результатам исследований, определяли на основе использования методики биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства, с применением соответствующих биоэнергетических коэффициентов и технологических карт для производственного возделывания сои при различных режимах орошения. Энергию в хозяйственно-ценной части урожая определяли на основе накопления энергии в одной тонне сухого вещества зерна – 18,10 ГДж/га. Аналогичные расчёты по режиму орошения выполнены на основе нормативных затрат на подачу поливной воды в размере 5,74 мДж/м<sup>3</sup>.

В результате проведения анализа энергетической оценки возделывания сортов и мелиоративных приемов установлено, что статьи затрат совокупной энергии значительно меняются в зависимости от сроков их созревания (таблица 5.1.1.).

У самого раннего сорта ВНИИОЗ 86 в среднем по всем режимам орошения затраты совокупной энергии составили 43,3 ГДж/га. У скороспелого сорта Волгоградка 2 аналогичные показатели возрастают до 45,1 ГДж/га. И самые высокие затраты энергии ложатся на возделывание среднескороспелого сорта ВНИИОЗ 31–46,7 ГДж/га. Это происходит из-за увеличения оросительной нормы, расхода этих затрат на подачу воды по всем вариантам режима орошения.

Анализ структуры затрат совокупной энергии при выращивании сортов сои показал, что самые высокие затраты связаны с орошением – 41,7-47,6 % от совокупных затрат. Существенная доля энергетических затрат – 25,4-27,1 % приходится в орошаемом земледелии на механизацию сельскохозяйственного производства. Много затрат включает в себя удобрение – 17-14,3 %. Незначительные энергетические средства необходимы при использовании средств защиты растений – 3,4-3,6 %, семян для посева – 2,6-2,9 %

среднесемянных (сорт ВНИИОЗ 86) и крупносеменных (Волгоградка 2, ВНИИОЗ 31) сортов. Низкие затраты энергии на трудовые резервы объясняются высокой степенью механизации возделывания сои.

Таблица 5.1.1 - Статьи затрат совокупной энергии в технологии возделывания сортов сои с орошением в условиях Нижнего Поволжья

Статьи затрат, (%)	Сорта и режимы орошения, % НВ								
	ВНИИОЗ 86			Волгоградка 2			ВНИИОЗ 31		
	70-80-7	80-80-70	80-80-80	70-80-70	80-80-70	80-80-80	70-80-70	80-80-70	80-80-80
Орошение	41,7	42,0	42,2	43,6	44	44,5	45,6	46,4	47,6
Средства защиты растений	3,5	3,4	3,6	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6
Удобрение	17,9	17,6	17,0	17,0	16,7	16,2	15,8	15,1	14,3
Механизация сельскохозяйственного производства	27,0	27,1	27,1	26,5	26,4	26,3	26,1	25,8	25,4
Семенной фонд	3,2	3,2	3,2	2,9	2,9	2,9	2,6	2,6	2,6
Горюче-смазочные материалы	6,1	6,2	6,3	5,9	6,0	6,0	5,8	5,8	5,8
Трудовые резервы	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
Всего затрат совокупной энергии, ГДж/га	42,5	43,1	43,9	44,4	45	45,8	45,7	46,63	47,9

В посевах орошаемой сои самая значительная доля затрат связана с орошением. При дифференцированных режимах орошения затрачивается меньше антропогенной энергии, особенно у скороспелых сортов и больше ее требуется при проведении более грузных поливов при назначении постоянных предполивных режимов орошения.

Рациональное использование энергии в орошаемом земледелии зависит в первую очередь от экономного потребления водных ресурсов и снижения их потерь.

В современных непростых условиях ведения сельского хозяйства, на фоне глобального изменения климата, ощущение недостатка энергетических

ресурсов, ориентации народного хозяйства на интенсивное импортозамещения, главенствующую роль приобретает возделывание адаптированных к конкретным условиям местного климата сортов сельскохозяйственных культур, характеризующихся высокой эффективностью использования материально-технических и почвенно-климатических ресурсов. В результате проведения наших исследований установлено, что один из самых продуктивных сортов сои современной региональной селекции является Волгоградка 2. Он выделяется способностью накапливать самое высокое количество энергии в урожае зерна – до 58,5 ГДж/га, по сравнению с другими изучаемыми сортами (таблица 5.1.2).

Приращение энергии у орошаемых посевов этого сорта за период вегетации достигало 13,5 ГДж/га. Новый сорт характеризуется наибольшим коэффициентом энергетической эффективности – 1,3 по сравнению с остальными изучаемыми сортами. Несколько меньшим коэффициентом энергетической эффективности характеризовался сорт ВНИИОЗ 31 – 1,06-1,24. Самый низкий коэффициент энергетической эффективности получен у ультрараннего сорта сои ВНИИОЗ 86 – 0,9-1,7. Поэтому, возделывание сортов такого типа в посевах с орошением, рекомендуется увязывать с применением отработанных приемов сортовой агротехники (сроки, способы, нормы посева, удобрения, биорациональные средства, расширенный спектр режимов орошения), оказывающих существенное влияние на увеличение урожайности.

Расчеты биоэнергетических затрат по вариантам режима орошения показали, что коэффициенты энергетической эффективности сортов возрастают от постоянного (грузного) 80-80-80%НВ режима (0,9-1,13) к жесткому (70-80-70 %НВ) дифференцированному режиму полива (1,06-1,3) (таблица 5.1.3). Избыточное увлажнение, характерное для постоянного во все фазы роста режима орошения, не соответствует биологии развития сортов, особенно самых ранних.

Таблица 5.1.2 - Энергетическая эффективность производства сои в условиях орошения в зависимости от сорта

Режим орошения % НВ	Сорта	Показатели				
		Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Энергия в зерне урожая, ГДж/га	Приращение энергии с урожаем	Коэффициент энергетической эффективности
70-80-70	ВНИИОЗ 86	2,51	42,5	45,4	2,9	1,07
	Волгоградка 2	3,18	44,4	57,6	13,2	1,3
	ВНИИОЗ 31	3	45,7	54,3	8,6	1,19
80-80-70	ВНИИОЗ 86	2,42	43,1	43,8	0,7	1,01
	Волгоградка 2	3,23	45	58,5	13,5	1,3
	ВНИИОЗ 31	3,19	46,6	57,7	11,1	1,24
80-80-80	ВНИИОЗ 86	2,17	43,9	39,3	-4,6	0,9
	Волгоградка 2	2,87	45,8	51,9	6,1	1,13
	ВНИИОЗ 31	2,82	47,9	51	3,1	1,06

Таблица 5.1.3 - Энергетическая эффективность производства сортов сои в условиях орошения в зависимости от режима орошения

Сорта	Режим орошения, % НВ	Показатели				
		Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Энергия в зерне урожая, ГДж/га	Приращение энергии с урожаем, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
ВНИИОЗ 86	70-80-70	2,51	42,5	45,4	2,9	1,06
	80-80-70	2,42	43,1	43,8	0,7	1,01
	80-80-80	2,17	43,9	39,3	-4,6	0,9
Волгоградка 2	70-80-70	3,18	44,4	57,6	13,2	1,3
	80-80-70	3,23	45,0	58,5	13,5	1,31
	80-80-80	2,87	45,8	51,9	6,1	1,13
ВНИИОЗ 31	70-80-70	3,0	45,7	54,3	8,6	1,19
	80-80-70	3,19	46,6	57,7	11,1	1,24
	80-80-80	2,82	47,9	51	3,1	1,06

Так у сорта ВНИИОЗ 86, при обильном орошении (80-80-80 %НВ) затраты энергии на формирование урожайности 2,17 т/га составляют 43,9 ГДж/га которые приводят к отрицательному энергетическому балансу – 4,6 ГДж/га в связи с чем коэффициент энергетической эффективности не достигает единицы (0,9). Поэтому ультраскороспелые сорта сои в условиях орошения Волгоградской области необходимо возделывать только при жестком дифференцированном (70-80-70 %НВ) режиме орошения или с предполивным порогом влажности почвы 80-80-70 %НВ.

Грузные посевы с постоянным режимом орошения приводят к повышенным энергетическим затратам и у других изучаемых сортов с более продолжительным вегетационным периодом, снижая коэффициент энергетической эффективности до 1,06-1,13 единиц. Поэтому при возделывании сортов сои региональной селекции Нижневолжского экологического типа важно применять дифференцированные режимы орошения особенно у скороспелых сортов.

Таким образом, анализ биоэнергетических ресурсов показал, что с возрастанием продолжительности вегетации совокупные затраты увеличиваются до 46,7 ГДж/га, в связи с повышением издержек производства на орошение доля которых достигает – 42,2-47,6 % совокупной энергии. Самые высокие результаты энергетической эффективности получены по новому сорту Волгоградка 2, при поддержании предполивного порога влажности почвы 80-80-70% НВ, с учетом основных фаз роста и развития растений. Коэффициент энергетической эффективности формирования урожая зерна – 1,31.

## **5.2 Экономическая эффективность возделывания сои**

Рост производства сои в Российской Федерации приобретает особое, стратегическое для страны значение, способствующее решению наиболее важных народно-хозяйственных задач – повышение объемов производства

высококачественного, сбалансированного по аминокислотам кормового, продовольственного белка и биологически ценного соевого масла.

Средняя урожайность отечественной сои содержится на уровне 1,5 т/га зерна. Однако, затраты на ее выращивание превышают 10 тыс. руб./т, что обеспечивает получение, хотя и достаточно высокой рентабельности производства, но тем не менее уступающей по конкурентоспособности импортной продукции соевого производства, как более дешевой на мировом рынке. Основное возделывание (до 90 %) этой культуры в масштабах мирового агропроизводства сосредоточено в южных и высокоразвитых государствах таких как США, Бразилия, Аргентина, Китай, Канада. Эти страны характеризуются благоприятными гидротермическими метеоусловиями, обеспечивающими суммарное водопотребление растениями посева в среднем 3700 м<sup>3</sup>/га воды. Этого количества влаги хватает для формирования урожайности на уровне 2,5 т/га зерна.

На территории нашей страны необходимые природные условия, для получения высокой (более 2-х т/га) урожайности за ряд лет, складываются на достаточно ограниченных земельных территориях (Северный Кавказ, Дальний Восток, Центральная Россия), хотя и они периодически подвергающихся гидротермическим стрессам. Отечественному производству сои сложно освоить необходимую для полного импортозамещения площадь посева, не менее чем в 10 млн. га и достичь урожайности около 2-х тонн с га.

Наиболее гарантированным и способным полностью обеспечить нашу страну соепродуктами, является производство этой культуры в условиях орошения. Только на основе регулирования главнейшего для южных, но засушливых территорий, фактора жизнеобеспеченности - искусственного орошения, можно добиться высоких показателей экономической эффективности производства по такой влаголюбивой культуре как соя, особенно в экстремально засушливых условиях Нижнего Поволжья.

Для рекомендации сортов и усовершенствования приемов оросительной мелиорации к использованию в агропроизводстве мы провели экономический

анализ затрат на производство различных изучаемых сортов при разных предполивных порогах водного режима и выявили наиболее эффективные из них для производства сои в Волгоградской области.

В условиях орошения производство этой культуры связано с более значительными затратами, чем при возделывании без орошения. Низкая рентабельность получаемого зерна сои в посевах с орошением отмечена в исследованиях В.Н. Березина [24], В.И. Чернышова [170], В.В. Толоконникова [164], выполненных в Нижнем Поволжье. Так, при возделывании сортов сои в условиях Еланского Госсортоучастка, в посевах без орошения производственные затраты составили 12,6 тыс. руб., условно-чистый доход – 4,7-9,1 тыс. руб. га, себестоимость зерна – 9-11,3 тыс. руб. га, рентабельность производства - 37,1-71,8 % [164].

Результаты проведения наших исследований показали, что при выращивании сои с орошением самую значительную долю затрат – 29,9-37,9 % составляет поливная вода (таблица 5.2.1.) с амортизацией гидротехнических сооружений (соответственно 18 и 11 %).

Таблица 5.2.1 - Калькуляция производственных затрат при возделывании сортов сои с орошением в условиях Нижнего Поволжья

Основные виды затрат, (%)	Сорта и режимы орошения, % НВ								
	ВНИИОЗ 86			Волгоградка 2			ВНИИОЗ 31		
	70-80-70	80-80-70	80-80-80	70-80-70	80-80-70	80-80-80	70-80-70	80-80-70	80-80-80
Орошение	29,9	32,1	33,3	35	36,4	37,9	33,9	35,5	37,1
Средства защиты растений	6,7	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Удобрение	21,9	21	20,5	20	19,4	18,6	18	17,3	16,4
Семенной фонд	13,0	13	13	12	12	12	12	12	12
Остальные производственные затраты тех. карты	28,5	27,3	26,7	26,5	25,7	25	27,8	28,7	28
Всего затрат, тыс.руб/га	27,8	28,7	29,7	29,4	30,2	31,1	32,2	33	33,7

Высокая доля затрат 16,4-21,9 % приходится на удобрения, семена 12-13 % и средства защиты растений 6,5-6,7 %. Остальные производственные затраты, предусмотренные технологической картой, составляют 25-28,7 %.

Анализируя распределение затрат среди изучаемых сортов установлено, что наиболее затратным является производство среднескороспелого сорта ВНИИОЗ 31 – 32,2-33,7 тыс. руб. га. Возделывание очень скороспелых сортов, таких как ВНИИОЗ 86, обходится дешевле 27,8-29,7 тыс. руб. га.

Увеличение потребления посевом сои оросительной воды при поддержании предполивных режимов орошения на уровне 80-80-80% НВ и 80-80-70 %НВ сопровождается ростом доли затрат на оросительную воду у всех сортов в среднем на 5-10 % по сравнению с посевами, возделываемыми при дифференцированном режиме орошения 70-80-70 %НВ.

Сравнение затрат по использованию посевами удобрений показало, что увеличение потребления оросительной воды сопровождалось некоторым снижением использования растениями удобрений. И наоборот – дробные режимы орошения (70-80-70 %НВ) увязанные с фазами роста и развития растений, способствуют повышенному минеральному питанию растений, что важно учитывать в технологии производства орошаемой сои.

Получение экономического эффекта от использования сорта в технологии возделывания сои достигается на основе увеличения выхода хозяйственно-ценной части урожая с единицы уборочной площади и повышения ее качественных показателей по сравнению с возделываемыми ранее сортами.

Для проведения экономической оценки выращивания сортов и применения мелиоративных приемов, нами были выявлены производственные затраты, связанные с технологией возделывания этой культуры в условиях орошения. Стоимость полученного урожая семян сои оценивали по сложившимся на 01 января 2018 года средним рыночным ценам 1 тонна – 20 тыс. рублей.

Разница между стоимостью продукции и прямыми затратами составляет условно-чистый доход с единицы площади. Делением прямых затрат на урожай товарных семян получали себестоимость 1 т продукции. Рентабельность



производства сои определяли на основе деления условно-чистого дохода на прямые затраты.

Анализ экономической эффективности возделывания сортов орошаемой сои показывает, что основное влияние на целесообразность производства этой культуры оказывает величина получаемого урожая (таблица 5.2.2).

Наиболее высокая стоимость валовой продукции, выращенной на 1 гектаре, получена у сортов Волгоградка 2 – 57,4-64,6 тыс. руб. и ВНИИОЗ 31 – 56,4-63,8 тыс. руб. Эти же сорта дали высокий чистый доход – соответственно 23,3-34,4 тыс. руб./га и 22,7-30,8 тыс. руб./га. При возделывании этих сортов получается недорогая продукция с низкой себестоимостью тонны зерна – 9,2-10,8 тыс. руб. и 10,3-12 тыс. руб. Производство товарного зерна сортов Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 достаточно выгодно, поскольку норма их рентабельности составляет 84,6-116,3% и 86,3-93,3 %.

Результаты исследований показали, что возделывание сортов сои с коротким вегетационным периодом, таким как у ВНИИОЗ 86, недостаточно обеспечивает коммерческий рост рентабельности производства – 46,1-80,6 % и в первую очередь – из-за невысокой для посевов с орошением урожайности (2,17-2,5 т/га). Регулирование водного режима почвы, также, как и фактор сорта, оказывает существенное влияние на показатели экономической эффективности и целесообразности производства того или иного сорта в условиях орошения (таблица 5.2.3).

Однако, быстрое получение ранней продукции сезона без применения предуборочной десикации посевов и просушивания семян до стандартной влажности товарного зерна сои (12 %), а также использование в качестве предшественника озимых культур, в повторных и уплотнённых посевах повышает необходимость очень скороспелых сортов сои в орошении.

При возделывании этих сортов с дифференцированным режимом орошения, получен высокий условно-чистый доход – соответственно 34,2-34,4 тыс.руб./га и 27,8-30,8 тыс.руб./га.

Таблица 5.2.2 - Экономическая эффективность производства сои в условиях орошения в зависимости от сорта

Режим орошения, % НВ	Сорта	Показатели					
		Урожайность, т/га	Стоимость зерна, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Себестоимость зерна, тыс. руб./га	Рентабельность производства, %
70-80-70	ВНИИОЗ 86	2,51	50,2	27,8	22,4	11,1	80,6
	Волгоградка 2	3,18	63,6	29,4	34,2	9,2	116,3
	ВНИИОЗ 31	3	60	32,2	27,8	10,7	86,3
80-80-70	ВНИИОЗ 86	2,42	48,4	28,7	19,7	11,9	68,6
	Волгоградка 2	3,23	64,6	30,2	34,4	9,3	113,9
	ВНИИОЗ 31	3,19	63,8	33	30,8	10,3	93,3
80-80-80	ВНИИОЗ 86	2,17	43,4	29,7	13,7	13,7	46,1
	Волгоградка 2	2,87	57,4	31,1	26,3	10,8	84,6
	ВНИИОЗ 31	2,82	56,4	33,7	22,7	12	67,4

Таблица 5.2.3 - Экономическая эффективность производства сои в условиях орошения в зависимости от режима орошения

Сорта	Режим орошения, % НВ	Показатели					
		Урожайность, т/га	Стоимость зерна, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Себестоимость зерна, тыс. руб./га	Рентабельность производства, %
ВНИИОЗ 86	70-80-70	2,51	50,2	27,8	22,4	11,1	80,6
	80-80-70	2,42	48,4	28,7	19,7	11,9	68,6
	80-80-80	2,17	43,4	29,7	13,7	13,7	46,1
Волгоградка 2	70-80-70	3,18	63,6	29,4	34,2	9,2	116,3
	80-80-70	3,23	64,6	30,2	34,4	9,3	113,9
	80-80-80	2,87	57,4	31,1	26,3	10,8	84,6
ВНИИОЗ 31	70-80-70	3	60	32,2	27,8	10,7	86,3
	80-80-70	3,19	63,8	33	30,8	10,3	93,3
	80-80-80	2,82	56,4	33,7	22,7	12	67,4

Применение дробного режима орошения, согласованного с основными этапами развития этой культуры, способствует существенному снижению себестоимости зерна у сортов Волгоградка 2 до 9,2-9,3 тыс.руб./т и ВНИИОЗ 31 – до 10,3-10,7 тыс.руб./т. Наиболее высокую норму рентабельности – 113,9-116,3 % обеспечило возделывание сорта Волгоградка 2 при дифференцированных режимах предполивного поддержания необходимой влажности почвы. Другие сорта, обеспечивают получение менее высокого уровня рентабельности, особенно в посевах с постоянным режимом орошения 80-80-80 %НВ.

Таким образом, значение экономических показателей, при выращивании сои тесно связано с потенциальной продуктивностью используемых сортов и степенью ее реализации на основе применения агротехнических приемов при оросительной мелиорации. Результаты исследований показывают, что очень важно тщательно подбирать сорта и назначать режимы орошения, соотносясь с их генетическими особенностями и отзывчивостью на оросительную воду.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным исследований для полного роста и развития растений сортов сои в орошаемых посевах Нижнего Поволжья требуется следующая сумма температур за вегетационный период: ВНИИОЗ 86 – 2354 °С, Волгоградка 2 – 2732 °С, ВНИИОЗ 31 – 2853 °С. Наибольшая теплообеспеченность необходима сортам в межфазный период «налив бобов – созревание» - 25,2-26,1 %, наименьшая - в межфазный период «посев-всходы» - 9,2-10,1 % от поступления тепла за период «посев-полная спелость», что необходимо учитывать при подборе сортов сои для конкретной зоны.

Сравнивая сроки наступления основных периодов органогенеза у изучаемых сортов сои важно отметить, что метеоусловия оказали заметное влияние на их продолжительность. При этом ультраскороспелый сорт ВНИИОЗ 86 проявил наименее заметную изменчивость, как по продолжительности межфазных периодов по годам, так и по общей длительности периодов «посев-полная спелость» – 97-103 суток и «всходы-полная спелость» - 89-94 суток. У сортов с более поздними сроками созревания эти изменения оказались более значительными – 113-120 суток; 118-124 суток.

Анализ динамики формирования листовой поверхности по фазам роста и развития растений показал, что максимальная площадь листьев у ультраскороспелого сорта ВНИИОЗ 86 формируется в период цветения - 29,7-30,1 тыс. м<sup>2</sup> и остается в этих пределах до налива бобов, что важно учитывать при использовании приемов агротехники (борьба с сорняками, проведение междурядных обработок, внекорневых подкормок, назначений режимов орошения и т.п.) поскольку у таких сортов короткий период «всходы-цветение» - 43 суток и высокая скорость нарастания листостебельной массы

Сорта Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 с более продолжительной вегетацией приступают к наращиванию максимальной листовой поверхности в период «формирование бобов-налив семян» – 55,6-66,9 тыс. м<sup>2</sup>/га. Существенное снижение этого показателя наблюдается в период «налива бобов и созревания».

Продолжительность периода «всходы-формирование бобов и налив бобов» у сортов этой группы спелости составляет 57-60 суток и, поэтому, необходимо все это время поддерживать посеы в чистоте от сорняков – до смыкания междурядий. Целесообразно использовать это время для продолжения применения активных агротехнических и мелиоративных приемов.

В среднем за вегетацию среднескороспелые сорта Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 обеспечивали формирование более высоких показателей площади развития листовой поверхности – соответственно 31,9-36,1 и 34,8-40,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, при 17,6-20,5 тыс. м<sup>2</sup>/га у ультраскороспелого сорта ВНИИОЗ 86.

Продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) сортов сои волгоградской селекции в начальный период вегетации держится на уровне 4,1-6,6 г/м<sup>2</sup> сут. Среди сортов наибольшим показателем чистой продуктивности фотосинтеза характеризуется ультраскороспелый ВНИИОЗ 86 – 4,4-4,6 г/м<sup>2</sup> сутки, по сравнению с сортами более поздних сроков созревания Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 - 3,3-3,9 г/м<sup>2</sup> сутки. Результаты исследований показали существенную зависимость между оптимизацией обеспечения влагой сортовых посевов сои и продуктивностью фотосинтеза - на варианте дифференцированного орошения 70-80-70 %НВ у всех сортов показатели были наивысшими – 3,5-4,6 г/м<sup>2</sup> сутки, при показателях на других режимах орошения – 3,3-4,4 г/м<sup>2</sup> сутки.

Критерием комплексной оценки эффективности использования водных ресурсов является коэффициент водопотребления. Совершенствование технологии орошения назначением дифференцированных режимов обеспечения растений влагой 70-80-70 %НВ и 80-80-70 %НВ приводит к заметному снижению коэффициента водопотребления - до 1328-1489 м<sup>3</sup>/т, по сравнению с контрольным вариантом (80 %НВ) – 1640-1831 м<sup>3</sup>/т.

Сравнение изучаемых сортов сои показало, что наиболее выраженными элементами структуры продуктивности, напрямую связанными с урожайностью, такими как масса зерна на одном растении и масса 1000 зерен, характеризуется среднеспелый сорт Волгоградка 2. У других сортов показатели структурных элементов продуктивности были менее выраженными.

Масса 1000 зерен характеризовалась значительным диапазоном изменчивости у сортов с разницей между крайними значениями 10,6-11,3 г. Повышенным размахом изменчивости выделялось количество зерен на одном растении - с разницей 4,6-12,2 шт., и количество бобов на одном растении - 3,5-9,4 шт. Другие показатели структуры урожая растения сои проявили невысокий характер изменчивости, особенно высота прикрепления нижнего боба – 0,05-0,06 м и озерненность бобов – 0,1-0,2 шт. Дифференциация режима орошения (70-80-70%НВ) способствовала более эффективному потреблению влаги растениями всех изучаемых сортов и продуктивному использованию оросительной воды на формирование урожая, по сравнению с постоянно применяемым режимом 80%НВ.

Самую высокую урожайность зерна при выращивании на орошаемых каштановых почвах Нижнего Поволжья сформировал сорт Волгоградка 2 – 3,23 т/га. Высокий уровень урожайности получен и в посевах сорта ВНИИОЗ 31 – 3,19 т/га. Агротенз сорта ВНИИОЗ 86 обеспечил получение урожайности на уровне 2,17-2,51 т/га. Применение дифференцированного режима орошения по схеме 70-80-70 %НВ в посевах сорта ВНИИОЗ 86 привело к росту урожайности зерна на 0,34 т/га или на 15,4 % по сравнению с контрольным режимом орошения, где влажность постоянно поддерживалась на уровне 80 %НВ. Назначение режима орошения по схеме 80-80-70 %НВ способствовало увеличению урожайности у сорта ВНИИОЗ 31 на 0,37 т/га или на 13,1 %; у сорта Волгоградка 2 – на 0,36 т/га или на 12,5 % по отношению к контролю.

Результаты исследований показали, что ультраскороспелый сорт ВНИИОЗ 86 в среднем за годы исследований характеризовался самым высоким значением доли зерна в общей биомассе – 31,5 %. У сортов с более продолжительным вегетационным периодом Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 доля зерна в урожае была значительно ниже – соответственно 30,7 и 28,8%.

Проведенный анализ накопления разных растительных остатков на поверхности и в слое почвы 0,3 м после уборки сои в зависимости от изучаемых сортов и уровня обеспечения посевов влагой показал, что раннеспелый сорт

ВНИИОЗ 86 оставляет на поле после уборки 4,41-5,66 т/га сухой биомассы, в то время как сорта с более продолжительной вегетацией Волгоградка 2 и ВНИИОЗ 31 обогащают растительной органикой почву в значительно больших объемах - 6,39-7,9 т/га, и максимальные показатели были на интенсивном режиме влагообеспечения 80%НВ - 7,02-7,9 т/га. Это важно учитывать при освоении систем биологического земледелия при возделывании сои на орошаемых каштановых почвах Нижнего Поволжья, имеющих невысокое плодородие.

В исследованиях установлено, что содержание белка в семенах сои зависит от метеоусловий года наблюдений, сорта и режима обеспечения влагой. Посевы сорта ВНИИОЗ 86 характеризовались высокой концентрацией белка в семенах в 2013 году – 40,1-41,2 % от сухого вещества, низкой – в 2015 году – 35,4-36,5 %. Сорт Волгоградка 2 обеспечивал накопление в семенах 40,6-43,9% белка в условиях 2014 года и 37,7-39,7 % в 2015 году. Сорт ВНИИОЗ 31 концентрировал в семенах до 40,4-42,5 % сырого протеина в 2014 году и 33,3-34,5 % его в 2015 году. В среднем за годы исследований наибольшее количество белка было в семенах сорта Волгоградка 2 – 39,5-41,6 %, у других сортов содержание белка было ниже – 37,5-39 %. Дифференцированные режимы обеспечения растений влагой привели к снижению накопления сырого протеина в семенах, и особенно при назначении полива по схеме 80-70 %НВ - на -1,7-2,1 % по сравнению с постоянным режимом орошения. Это можно объяснить наличием отрицательной корреляции между урожайностью и содержанием белка в зерне.

Наиболее высокие энергетические показатели получены по сорту Волгоградка 2. Поддержание дифференцированных режимов орошения в посевах этого сорта способствует увеличению коэффициента энергетической эффективности до 1,31, что значительно выше, чем у других сортов - 0,9-1,24. Сорта ВНИИОЗ 86 и ВНИИОЗ 31 энергетически целесообразно выращивать только при дифференцированных режимах орошения, обеспечивающих получение энергетически коэффициента выше единицы.

Выращивание сои в условиях орошения сопровождается значительной долей затрат на поливную воду (29,9-37,1 %) и удобрения (16,4-21,9%), поэтому

важно использовать в посевах высоко отзывчивые на приемы оросительной мелиорации сорта. Наиболее высокие показатели урожайности зерна, условно чистого дохода, уровня рентабельности (116,3%) при наименьшей себестоимости зерна (9,2 тыс. руб./т) обеспечило выращивание сорта сои Волгоградка 2 в посевах с дифференцированным орошением.

Экономически выгодно производить товарное зерно сортов ВНИИОЗ 31 и ВНИИОЗ 86 также при дифференцированном режиме, достигая рентабельности 68,6-93,3 % и себестоимости 10,3-11,9 тыс. руб./т.

В результате многолетних исследований, впервые, был проведен научный эксперимент по выращиванию специально подобранных сортов сои нового этапа региональной селекции при различных режимах влагообеспечения на светло-каштановых почвах Волгоградской области; сделаны предложения по оптимальному режиму орошения сои в условиях Нижнего Поволжья; выработаны агротехнические рекомендации по выращиванию сортов региональной селекции



## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На каштановых почвах Нижнего Поволжья рекомендуется расширять площади возделывания новых высоко адаптированных сортов сои ВНИИОЗ 31 и Волгоградка 2, которые в условиях орошения обеспечивают стабильное получение урожайности зерна на уровне 3,2 т/га с высокими показателями энергетически эффективности ( $K_Э=1,31$ ) и рентабельности (116,3%).

Для получения наивысшей урожайности и наилучшего качества зерна при выращивании скороспелого сорта Волгоградка 2 (3,23 т/га) необходимо поддерживать режим влажности активного слоя почвы на уровне 70-80-70 %НВ или 80-80-70 %НВ; а на посевах среднескороспелого сорта ВНИИОЗ 31 (3,19 т/га) - поддерживать режим влажности активного слоя почвы на уровне 80-80-70 %НВ. Ультраскороспелый сорт сои ВНИИОЗ 86 рекомендуется возделывать только при дифференцированном режиме влагообеспечения на уровне 70-80-70 %НВ, обеспечивающем получение экономически оправданной урожайности 2,51 т/га при коэффициенте энергетической эффективности 1,06 и норме рентабельности производства 80,6 %.

При расширении площадей возделывания сои в условиях Нижнего Поволжья рекомендуется на основе учета сортовых особенностей переход на ресурсосберегающие дифференцированные режимы влагообеспечения 70-80-70 %НВ и 80-80-70 %НВ, которые будут способствовать экономии до 7,8% оросительной воды и активизации потребления влаги растениями из почвы - до 11,6 % суммарного водопотребления.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник по Волгоградской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 143 с.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно – ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Методическое руководство. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
3. Адамень, Ф.Ф. Особенности агротехники сои / Ф.Ф. Адамень// Кормопроизводство. – 1983. - № 5. – С. 12-13.
4. Алиев, Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений. / Д.А. Алиев – Баку: Элм, 1974.-334 с.
5. Алпатьев, С.М. Методические указания по расчету режима орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода./ С.М. Алпатьев - Киев., 1967. – 30с.
6. Андреева, Т.П. Особенности агротехники сои на орошаемых черноземах Ростовской области: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук /Т.П. Андреева. – Новочеркасск, 2004. – 23 с.
7. Арабаджиев, С.Д. Соя /С.Д. Арабаджиев, А. Ваташки, К. Горанова и др.// Пер. с болг. Сигаева Е.С. – М.: Колос, 1981. – С. 28...29.
8. Атлас Волгоградской области / Главное управление геодезии, картографии и кадастра при кабинете министров Украины. – Киев, 1993.- 16с.
9. Ацци, Д. Сельскохозяйственная экология /Д. Ацци. - М., 1959. – 2-е изд. - 479 с.
10. Бабич, А.А. Соя на корм /А.А. Бабич. - М.: Колос, 1974. - 110 с.
11. Багров, М.Н. Прогрессивная технология орошения сельскохозяйственных культур /М.Н. Багров, И.П. Кружилин // Учебное пособие для факультетов повышения квалификации руководящих кадров колхозов, совхозов и специалистов сельского хозяйства. - М.: Колос, 1980. – 280 с.
12. Багров, М.Н.Сельскохозяйственная мелиорация / М.Н. Багров, И.П. Кружилин.- М.: Агропромиздат, 1985. -271 с.

13. Базаров, Е.И. Методические рекомендации по оценке топливно-энергетических затрат на выполнение механизированных процессов в растениеводстве /Е.И. Базаров, К.Н. Булаткин// – М.: МСХ ВАСХНИЛ, 1983. - 33 с.
14. Балакай, Г.Т. Научные основы возделывания сои на орошаемых землях Северного Кавказа: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук /Г.Т. Балакай. – Новочеркасск. - 2000. – 51 с.
15. Балакай, Г.Т. Соя - экология, агротехника, переработка /Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова. – Ростов на Дону: Феликс, 2003. – 160 с.
16. Балакай, Г.Т. Соя на орошаемых землях /Г.Т. Балакай. – М.: Мелиоводинформ, 1999. – 199 с.
17. Балакай, Н.И. Итоги сортоиспытания сортов сои при орошении /Н.И. Балакай, Г.Т. Балакай// Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои: сборник статей 2-ой международной конференции по сое. – Краснодар, 2008. - С. 54...56.
18. Баранов, В.Ф. Хорошая культура. /В.Ф. Баранов. Научно популярный очерк о сое. – Краснодар, 2002. – 79 с.
19. Баранов, В.Ф. Режим орошения сои, с учетом биологических особенностей растений /В.Ф. Баранов// Бюлл. НТИ по масличным культурам. ВНИИМК. - 1980. – Вып. 1. – С. 30...32.
20. Беликов, И.Ф. Биологические особенности сои /И.Ф. Беликов// Соя в Приморском крае. – Владивосток, 1965. -С. 50...78.
21. Беликов, И.Ф. Соя. Биология и урожай /И.Ф. Беликов// Современное состояние, агротехника и механизация возделывания сои на Дальнем Востоке. - Уссурийск, 1976. - № 46. – С. 3...8.
22. Белоус, А.Г. Значение режима орошения в получении высоких урожаев сои / А.Г. Белоусов, В.И. Заверюхин // Зерновые и масличные культуры. – 1970. - №12.- С.21.
23. Бельшклина, М.Е.Приоритетные направления развития производства сои в Российской Федерации /М.Е. Бельшклина //Агро XXI/ – 2013 –№10-12.–с.9-11.

24. Березин, В.Н. Продуктивность сортов сои различных групп скороспелости и основные приемы их возделывания на кормовые цели в Волгоградской области при орошении: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук /В.Н. Березин. – Волгоград, 1988. – 19 с.
25. Боканхель, Р.Э. Влияние способов и норм посева на урожай и качество зерна сои при орошении /Р.Э. Боканхель// Сборник научных трудов Нижне-Волжского НИИ сельского хозяйства. – Волгоград, 1985. – Вып. 5. – С. 20-29.
26. Боровой, Е.П. Функционирование соевого сембиоза при капельном орошении на тяжелосуглинистых почвах / Е.П. Боровой, О.А. Белик, В.В. Бородычев // Плодородие. – 2009. - № 2 (47). – С.33-34.
27. Бородычев, В.В. Возделывание сои в условиях орошения – проблемы и пути повышения эффективности производства / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Международная научная конференция. Костяковские чтения «Научные технологии в мелиорации»: материалы Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации 2005г. – Москва, 2005. -С. 69-75.
28. Бородычев, В.В. Возделывание сои на зерно на орошаемых землях Нижнего Поволжья /В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Вопросы мелиорации. – 2000. - №78.- С.58-64.
29. Бородычев, В.В. Капельное орошение сои/В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.А. Диденко. – Волгоград: Панорама, 2006. -168 с.
30. Бородычев, В.В. Рекомендации по технологии возделывания сои на орошаемых землях Нижнего Поволжья: деп. рукопись / В.В. Бородычев, Ю.А. Губаюк, М.Н. Лытов. ГУ ЦНТИ «Мелиоводинформ». – М, – 2000. – 50 с.
31. Бородычев, В.В. Соя в Волгоградской области /В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.М. Салдаев, Д.А. Пахомов. - Волгоград: Панорама, 2008. – 224 с.
32. Вавилов, Н.И. Ботанико-географические основы селекции (учение об исходном материале в селекции) /Н.И. Вавилов// Теоретические основы селекции растений. - М. – Л.: изд-во с.-х. литературы, 1935. – Т. 1. - С. 17-162.

33. Ващенко, А.П. Соя на дальнем Востоке /А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Филенко, Л.А. Дега, Н.В. Чайка, Ю.С. Кашуетин. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 435 с.
34. Войков, А.И. Избранные сочинения /А.И. Войков. – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – 256 с.
35. ГОСТ 26205-91 – Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.
36. ГОСТ 26489-85 – Определение обменного аммония по методу ЦИНАО.
37. ГОСТ 26423-85 – ГОСТ 26428-85 – Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки.
38. ГОСТ 13496. 15 – 97 – Методы определения содержания сырого жира;
39. ГОСТ Р 350466-93 – Методы определения азота и сырого протеина;
40. Григоров, М.С. Формирование водопотребления сельскохозяйственных культур в условиях орошения /М.С. Григоров, С.В. Затицацкий// Совершенствование научного обеспечения и подготовки кадров для агропромышленного производства Волгоградской области: материалы научно-практической конференции (8-12 февраля 1993 г.) – Волгоград: ВСХИ, 1991. – С. 171-177.
41. Грингоф, И.Г. Агрометеорология /И.Г. Грингоф, В.В. Попова, В.Н. Страшный. Отв. редактор Чирков Ю.И. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. - С. 184...187.
42. Губанов, П.Е. О сортах и семеноводстве сои в Поволжье /П.Е. Губанов// Селекция и семеноводство. - 1979. - № 5. – С.40-42.
43. Губанов, П.Е. Результаты научно-исследовательских работ по технологии возделывания сои в Поволжье /П.Е. Губанов// Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье: сборник научных статей. – Волгоград, 1983. – С. 93...101.
44. Губанов, П.Е. Соя на орошаемых землях Поволжья /П.Е. Губанов, К.П. Калиберда, В.Ф. Кормилицин. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 94 с.
45. Губаюк, Ю.Д. Режим орошения сои в Волгоградской области /Ю.Д. Губаюк// Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье: сборник научных

статей. – Волгоград, 1983. – С. 115-124.

46. Даниленко, Ю.П. Оптимизация технологий возделывания сорго, кукурузы и сои на зерно в орошаемых условиях на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья: автореф. дис. ...доктора с.-х. наук / Ю.П. Даниленко. – Волгоград, 2007. – 37 с.

47. Даниличев, С.Н. Отзывчивость сортов сои на минеральное питание при различных режимах орошения /С.Н. Даниличев // Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье: сборник научных статей. – Волгоград, 1983. – С. 135-144.

48. Дегтярева, Е.Т. Почвы Волгоградской области /Е.Т. Дегтярева, А.Н. Жулидова. – Волгоград, 1970. – 320 с.

49. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 415 с.

50. Енкен, В.Б. Соя /В.Б. Енкен. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 621 с.

51. Еричев, А.Ф. Поливная соя / А.Ф. Еричева // Семеноводство. – 1935. – № 4. – С. 103.

52. Жарких, Л.А. Интенсивность некоторых физиологических процессов у сои при понижении освещенности /Л.А. Жарких// Биология, генетика и микробиология сои: сборник научных трудов. – Новосибирск, 1975. – С. 17-21.

53. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (экологические основы) /А.А. Жученко. Монография. В двух томах. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Том I. - 780 с. - Том II. – 705 с.

54. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы: теория и практика) /А.А. Жученко. Монография. В трех томах. – М.: Изд. Агрорус, – Т.І. - 2008. - 812 с. – Т.ІІ. - 2009. - 1098 с. - Т.ІІІ. - 2009. – 958 с.

55. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (Теория и практика) /А.А. Жученко. – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. – 1109с.

56. Заверюхин, В.И. Возделывание сои на орошаемых землях /В.И. Заверюхин. Под ред. Собко А.А. – М.: Колос, 1981. – 158 с.

57. Заверюхин, В.И. Производство и возделывание сои /В.И. Заверюхин, И.Л. Левандовский// - Киев: Урожай. - 1988. – 111 с.

58. Заверюхин, В.И. Соя в Крыму /В.И. Заверюхин, В.П. Тумарев, Д.П. Залесский, Е.В. Ерошенк. - Симферополь: Таврия, 1980. – 64 с.
59. Заверюхин, В.И. Соя на орошаемых землях /В.И. Заверюхин// 'Зерновое хозяйство. - 1977. - № 6. – С. 24...27.
60. Золотницкий, В.А. Соя на Дальнем Востоке /В.А. Золотницкий. - Хабаровское книжное издательство, 1962. – 248 с.
61. Зубчик, Н.Д. Технологические карты по возделыванию полевых культур на орошаемых землях /Н.Д. Зубчик. – Волгоград, 1975. – 82 с.
62. Иванов, В.М. Агроэнергетическая оценка технологии возделывания сельскохозяйственных культур/ В.М. Иванов; ВГСХА – Волгоград, 2000. -32с.
63. Индустриальная технология производства сои. Коллектив авторов. - М.: Россельхозиздат, 1985 – 240 с.
64. Калиберда, К.П. Индустриальная технология возделывания сои на поливных землях Саратовского Заволжья /К.П. Калиберда// Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье: сборник научных статей. – Волгоград, 1983. – С. 101-106.
65. Калиберда, К.П. Некоторые вопросы агротехники сои при орошении на Юго-Востоке /К.П. Калиберда // Труды Саратовского СХИ, 1968. – Вып.1. – С. 112-122.
66. Калиберда, К.П. Подбор сортов сои для орошаемого земледелия в Поволжье /К.П. Калиберда// Орошение земель в Поволжье. – Саратов, 1973. – С. 236-251.
67. Калиберда, К.П. Соя при орошении /К.П. Калиберда, П.Е. Губанов, В.И. Руденко. – М.: Россельхозиздат. - 1980. – 68 с.
68. Калмыкова, В.В. Влияние термических условий на урожай сои в Приморском крае / В.В. Калмыкова. - Л., 1970. – 51 с.
69. Кальянова, Р.Г. Особенности сортовой агротехники сои /Р.Г. Кальянова// Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье: сборник научных статей. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – С. 86...93.
70. Кальянова, Р.Г. Приемы агротехники сои на зерно /Р.Г. Кальянова//

Технология интенсивного кормопроизводства на орошаемых землях Поволжья: сборник научных статей. – Волгоград, 1981. – С. 22...27.

71. Карягин, Ю.Г. Соя. / Ю.Г. Карягин. - Алма-Ата: Кайнар, 1978. - 125 с.

72. Кашманов, А.А. Свет и развитие растений /А.А. Кашманов. – М., 1963.

73. Киреичева, Л.В. Развитие орошения в Нижнем Федеральном округе для обеспечения гарантированной кормовой базы животноводства /Л.В. Киреичева. А.К. Носов, К.К. Носов, И.Ф. Юрченко. Научное издание. – М., 2009. – 152 с.

74. Колосков, И.П. Климат сои и климатически возможные районы ее культуры в Дальневосточном крае / И.П. Колосков. Известия геофизики. - Владивосток, 1932. - Вып. 2 (9). – 71 с.

75. Кононов, В.М. Кормопроизводство на неорошаемых землях Нижнего Поволжья /В.М. Кононов. – Волгоград, 1995. – С. 163-164.

76. Кононов, В.М. Опыт получения программированных урожаев зерна сои при орошении /В.М. Кононов, Г.П. Диканев, С.И. Шестеренко. Информационный листок Волгоградского МТЦНТИиП. – Волгоград, 1984. - № 104 -84. – 4 с.

77. Коренец, В.В. Ареал размещения и возделывания сельскохозяйственных растений (системно-энергетический подход) / В.В. Коренец, Е.Н. Базаров, В.Д. Медведев, О.М. Шалыгина, Е.Х. Сухабердина, А.А. Грушин. Методические указания. - Л., 1990. – 55 с.

78. Королева, Л.Ф. Изучение некоторых приемов управления продуктивностью и качеством биомассы сои, выращиваемой в предгорной зоне КБР: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук /Л.Ф. Королева. – Нальчик, 2004. – 20 с.

79. Кружилин, И.П. Агротелиоративная оценка влагообеспеченности территории Нижнего Поволжья / И.П. Кружилин – Волгоград, 1976. – 66 с.

80. Кружилин, И.П. Вопросы орошения сои /И.П. Кружилин // Вестник с.-х. науки - 1967. - № 8. – С. 93...101.

81. Кружилин, И.П. Каталог мировой коллекции ВИР. Соя исходный материал для селекции сои в богарных и орошаемых условиях Нижнего Поволжья /И.П. Кружилин, В.В. Толоконников, М.А. Вишнякова. – Санкт-Петербург, 2000. - Вып. 706. – 56 с.



82. Кружилин, И.П. Ландшафтные требования к орошению земель в засушливой зоне / И.П. Кружилин // Сб. науч. тр. / Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. – Волгоград, 1994. – С. 3.
83. Кружилин, И.П. Оптимизация водного режима почвы для получения запланированных урожаев сельскохозяйственных культур в степной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук /И.П. Кружилин. – Волгоград, 1982. – 429 с.
84. Кружилин, И.П. Опыт орошения сои в Сарпинской низменности. / И.П. Кружилин, Н.П. Саенко // Резервы увеличения производства кормов: сборник трудов ВСХИ. – Волгоград, 1974. – Т. 17. – С.57 – 58.
85. Кружилин, И.П. Орошение в XXI веке /И.П. Кружилин// Эффективность оросительных мелиораций на Юге России: сборник научных трудов. - Волгоград: государственное научное учреждение «Издатель». - 2003. – С. 3...13.
86. Кружилин, И.П. Орошение сои в Нижнем Поволжье /И.П. Кружилин, Р.Г. Кальянова, Ю.Д. Губаюк. – Волгоград, 1981. - С. 74...81.
87. Кружилин, И.П. Поливной режим сои в Сарпинской низменности /И.П. Кружилин, Н.П. Саенко// Зерновое хозяйство. - 1975. - № 11. – С. 43...44.
88. Кружилин, И.П. Режим орошения сои в Нижнем Поволжье /И.П. Кружилин, Л.С. Кальянов// Пути развития кормопроизводства в Волгоградской области. – Волгоград: ВСХИ. - 1979. – Т. 21. – С. 123...128.
89. Кружилин, И.П. Эффективность орошения различных сортов сои в Ростовской области / И.П. Кружилин, В.И. Сахнова// Вопросы орошения: труды НИМИ. – Новочеркасск, 1973. – Вып. 4. – Т. 13. – С. 97...104.
90. Кудряшов, В.С. Качество зерна сои при орошении /В.С. Кудряшов// Возделывание люцерны и сои в Нижнем Поволжье: сборник научных статей. – Волгоград, 1983. – С. 153...157.
91. Кузин, В.Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке /В.Ф. Кузин. – Благовещенск, 1976. – 245 с.
92. Кучеренко, Л.А. Сравнительная характеристика сортов сои отечественной и зарубежной селекции по биохимическим признакам /Л.А. Кучеренко, В.С.

Петибская, С.Г. Ефименко// Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои: сборник статей 2-й международной конференции по сое. – Краснодар, 2008. – С. 142...149.

93. Лавриненко, Г.Т. Соя /Г.Т. Лавриненко, А.А. Бабич, В.Ф. Кузин, П.Е. Губанов. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 188 с.

94. Лебедевский, А.И. Поливной режим сои в зависимости от глубины увлажнения. / А.И. Лебедевский. – Краснодар, – 1978. -29с.

95. Лебедевский, А.Н. Режим орошения и приемы возделывания сои на зерно в зоне карбонатных и выщелоченных черноземов Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук /А.Н. Лебедевский. – Волгоград, 1979. – 19 с.

96. Лещенко, А.К. Соя /А.К. Лещенко, В.И. Сичкарь, В.Г. Михайлов, В.Ф. Марьюшкин. - Киев: Наук. думка, 1987. – 256 с.

97. Лысогоров, С.Д. Влияние влажности почвы на развитие и продуктивность сои /С.Д. Лысогоров, В.С. Снеговой// – Киев: изд. "Орошаемое земледелие". - 1968. – Вып. 3. – С. 71...74.

98. Лытов, М.Н. Технология возделывания сои на зерно при орошении: автореф. дисс. ... канд. с-х наук. /М.Н. Лытов. – М., 2002. – 27 с.

99. Ляшенко, П.Е. Режим орошения сои и подбор новых перспективных сортов в условиях Заволжья /П.Е. Ляшенко// Бюлл. НТИ. – Новосибирск, 1976. - Вып. 33. - С. 100...106.

100. Ляшенко, П.Е. Соя при орошении в Заволжье /П.Е. Ляшенко// Зерновое хозяйство. – 1975. - № 7. - С. 43...44.

101. Малич, В.А. Режим орошения сои в дельте реки Волги / В.А. Малич // Научно-технический бюллетень / ВНИИ сои. – Волгоград, 1976. – Вып. 3 – 4 – С. 91.

102. Малыш, К.К. Соя в Амурской области. /К.К. Малыш. – Благовещенск, 1951. – 64 с.

103. Мальцев, Т.С. Вопросы земледелия /Т.С. Мальцев. – М.: Колос, 1971. – 391 с.

104. Матвеев, А.С. Экономическая оценка агроприемов /А.С. Матвеев, Н.В.

Михайлин// Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте. – Саратов, 1973. – С. 149-158

105. Медведев, Г.А. Энергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур /Г.А. Медведев, В.М. Иванов, Н.А. Наумов// – Волгоград, 1994. – 24 с.

106. Мелихов, В.В. Проблемы повышения продуктивности орошаемых земель на Юга России /В.В. Мелихов // Эффективность оросительных мелиораций на Юге России: сборник научных трудов. - Волгоград: Государственное научное учреждение «Издатель». - 2003. – С. 13-17.

107. Методика биоэнергетической оценки технологии производства продукции растениеводства. / ВАСХНИЛ. – М., 1983. – 40с.

108. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Зерновые, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М.: Колос, 1971. – Вып. 2. – С. 79-101.

109. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур/ Под общей ред. М.А. Федина. – М., 1985. – Вып.1. Общая часть. – 269 с.

110. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Аграрная наука. / ВНИИЭСХ. – М., – 1998.-220с.

111. Методические рекомендации по проведению наблюдений на опытах по агротехнике сои. ВНИИМК. – Краснодар, 1979. – 5 с.

112. Методические указания по проведению полевых агротехнических опытов с соей и наблюдений в них. Составители: В.Ф. Баранов, А.И. Лебедовский, И.Н. Терентьева, В.Г. Калюжный, А.Г. Ефимов, В.В. Пшеницын. – Краснодар, 1983. – 10 с.

113. Мирошниченко, М.В. Особенности высокопродуктивных сортов сои современной селекции /М.В. Мирошниченко// Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005-2010 гг.: сборник статей координационного совещания. – Краснодар: Советская Кубань, 2004. – С. 103-109.

114. Мордвинцев, М.П. Формирование агроценоза сои и его продуктивности в

нетрадиционном районе соесяния /М.П. Мордвинцев// Кормопроизводство. – 2008. - № 4. – С. 16-18.

115. Мухортова, Т.В. Влияние агротехнических приемов и сортовых особенностей сои на эффективность ее возделывания в условиях северо-запада прикаспийской низменности: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук /Т.В. Мухортова. – Волгоград, 2001. – 18 с.

116. Мухортова, Т.В. Итоги сортоизучения перспективных сортообразцов сои Волгоградской и Краснодарской селекции в условиях светло-каштановых почв Северо-Запада Прикаспийской низменности /Т.В. Мухортова// Проблемы социально-экономического развития аридных территорий России. – М., 2001. – Т. II. - С. 197-201.

117. Мякушко, Ю.П., Соя./ В.П. Мякушко, В.Ф. Баранов – М.: Колос – 1984. – 331 с.

118. Нагорный, В.А. Рекомендации по интенсивной технологии возделывания сои на орошаемых землях Саратовской области /В.А. Нагорный, В.А. Шадских, П.Е. Губанов, Ю.И. Панченко. – Энгельс, 2008. – 19 с.

119. Нагорный, В.А. Ресурсосберегающая технология возделывания сои в Саратовской области /В.А. Нагорный, Н.М. Рушейников, В.А. Шадских, Н.Н. Кулева. Рекомендации производству. – Саратов, 2007. – 32 с.

120. Ничипорович, А. А. Световое и углеродное питание растений (фотосинтез). / А.А. Ничипорович – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 287 с.

121. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности / А.А. Ничипурович // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М., 1972. – С. 511–527.

122. Ничипорович, А.А. Основы фотосинтетической продуктивности растений /А.А. Ничипорович// Современные проблемы фотосинтеза: изд-во Московского университета. - 1973. – С. 17...44.

123. Новак, Н.Г. Возделывание сои /Н.Г. Новак. – М.: Россельхозиздат, 1964. – 104 с.

124. Образцов, А.С. Биологические основы селекции растений /А.С. Образцов.

- М.: Колос, 1981. – 271 с.

125. Овсинский, И.Е. Новая система земледелия /И.Е. Овсинский. – Киев, 1899. – 86 с.

126. Огрызкова, Н.И. Водопотребление сои на орошаемых землях Юга Казахстана /Н.И. Огрызкова// Вестник сельскохозяйственной науки. - Алма-Ата, 1971. - № 1. - С. 94-98.

127. Отчеты метеостанции Волгоградского СХИ за 1983-2009 гг.

128. Павлов, Н.В. Основные вопросы возделывания сои в Амурской области /Н.В. Павлов//Сборник «Биология и возделывание сои». – Владивосток. - 1971. - С. 24...30.

129. Панченко, Ю.И. Влияние мелиоративных и агротехнических приемов на продуктивность скороспелых сортов сои на орошаемых землях Саратовского Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук /Ю.И. Панченко. – Саратов, 2003.-21 с.

130. Пахомов, А.А. Технология возделывания сои раннего срока созревания при орошении в Заволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук /А.А. Пахомов. – Саратов, 2004. – 26 с.

131. Пенчуков, В.М. Культура больших возможностей /В.М. Пенчуков, Н.В. Медяников, А.У. Каппушев. – Ставропольское книжное изд-во. - 1984. – 285 с.

132. Петибская, В.С. Биохимические особенности пищевых сортов сои /В.С. Петибская// Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005-2010 гг.: сборник статей координационного совещания. – Краснодар: Советская Кубань, 2004. – С. 94...102.

133. Петибская, В.С. Соя: качество, использование, производство. /В.С. Петибская, В.Ф. Баранов, Кочегура, С.В. Зеленцев. - М., 2001. – 64 с.

134. Петров, Н.Ю. Агробиологические особенности новых сортов сои в условиях орошения /Н.Ю. Петров, В.В. Толоконников, В.И. Чернышов// Агротехнология и научное обеспечение интенсивного земледелия Нижней Волги на современном этапе. - М., 2005. – С. 172...174.

135. Пивень, В.Т. Защита сои /В.Т. Пивень, В.Ф. Баранов, А.И. Дряхлов. Защита

и карантин растений. – 2007. - № 3. - 32 с.

136. Плешаков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения /В.Н. Плешаков. – Волгоград: ВНИИОЗ. - 1983. – 148 с.

137. Пооперационная технология выращивания сои / Составители: Стольников П.И., Сычев Ю.П., Кудряшов В.С., Березин В.Н., Кононов В.М., Диканев Г.П., Шестеренко С.И., Барабанов В.М., Губаюк Ю.Д. – Волгоград, 1983. – 13 с.

138. Посыпанов, Г.С. Формирование урожая сои в зависимости от инокуляции семян, орошения и режима минерального питания /Г.С. Посыпанов, Б.М. Князев, Б.Х. Жеруков// Известия ТСХА. – 1990. - № 10. – С. 43...44.

139. Посыпанов, Г.С. Соя /Г.С. Посыпанов // Частная селекция полевых культур. - М.: Агропромиздат, 1990. – С. 256...271.

140. Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур и особенности проведения весенне-полевых работ в 2000 году (технологические требования). Коллектив авторов. – Волгоград, 2000. – 59 с.

141. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ в хозяйствах Волгоградской области в 2003 году (Технологические требования). - Волгоград, 2003. – 49 с.

142. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ в хозяйствах Волгоградской области в 2007 году. Коллектив авторов. - Волгоград: ИПК «Нива», 2007. - 84 с.

143. Ржанова, Е.И. Физиология роста и развития зернобобовых культур /Е.И. Ржанова//Экспериментальный морфогенез цветковых растений. - М., 1972.

144. Роде, А.А. Методы изучения водного режима почв /А.А. Роде. – М.: изд-во АН СССР, 1960. – 454 с.

145. Рубин, И.В. Динамика накопления зеленой массы и питательных веществ в растениях сои /И.В. Рубин// Физиология и биология растений: труды Ставропольского НИИ сельского хозяйства. – Элиста: Калмыцкое книжное издательство. - 1969. - Вып. VII. - С. 125-130.

146. Рябов, П.Г. Уборка сои на зерно / П.Г. Рябов// Технология возделывания сои в Волгоградской области: научные труды. – Волгоград, 1985. - Вып. V. – С.

89-96.

147. Сальников, В.К. Возделывание сои в США и Канаде./ В.К. Сальников; ВНИИТЭИсельхоз. – М., 1972. – 47 с.

148. Самбикин, М.М. Климатический очерк /М.М. Самбикин// Сборник с.-х. Заволжья. – Сталинград, 1958. – С. 5-12.

149. Сафьянов, С.П. Вредители, болезни сои и меры борьбы с ними /С.П. Сафьянов, В.М. Семенова, Л.Г. Фатеева // Технология возделывания сои в Волгоградской области: сборник научных трудов НВ НИИСХ. – Волгоград, 1985. - Вып. V. – С. 76-82.

150. Седанов, Г.В. Проблемы растительного белка в Нижнем Поволжье решит соя /Г.В. Седанов, В.В. Толоконников, В.И. Толочек// Материалы межведомственной практической конференции. – Волгоград: ВолГУ, 2000. – С. 105-116.

151. Селицкий, С.А. Ресурсосберегающая технология возделывания сои при орошении в условиях Ростовской области: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук /С.А. Селицкий. – Новочеркасск, 2002. – 23 с.

152. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 года. 65-летию Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии посвящается. Коллектив авторов. – Волгоград: ИПК Волгоградской ГСХА «Нива», 2009. – 304 с.

153. Система ведения агропромышленного производства Волгоградской области на 1996-2010 гг. Коллектив авторов. – Волгоград: комитет по печати. - 1997. – 208 с.

154. Сичкарь, В.И. Особенности выращивания сои в США и Канаде: обзорная информация. / В.И. Сичкарь – М., 1980. -52 с.

155. Снеговой, П.С. Водопотребление орошаемой сои. / П.С. Снеговой // Зерновые и кормовые культуры на орошаемых землях: сборник. – Кишинев, 1972. -С.25 – 26.

156. Соя биология и технология возделывания / Под ред. Баранова В.Ф., Лукомца В.М. – Краснодар, 2005. – 433 с.

157. Степанова, В.М. Биоклиматология сои./ В.М. Степанов – Л., – 1972. –35с.
158. Степанова, В.М. Климат и сорт (соя) /В.М. Степанова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 183 с.
159. Сунь, Син-Дун. Соя. / Сунь Син-Дун. Перевод с китайского Кайгородовой А.М. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 248 с.
160. Тимирязев, К.А. Земледелие и физиология растений /К.А. Тимирязев. – М.: Госиздат, 1937. – 324 с.
161. Тимирязев, К.А. Растение и солнечная энергия /К.А. Тимирязев. - М., 1897.
162. Толоконников, В.В. Сравнительная характеристика сортов сои Волгоградской селекции с обоснованием зон их возделывания / В.В. Толоконников, В.Ф. Лобойко, Т.С.Кошкарлова, С.В. Иленева// Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2013. №32 – С.19-22.
163. Толоконников, В.В. Фотосинтетическая продуктивность орошаемых посевов разноспелых сортов сои в условиях Нижнего Поволжья /В.В. Толоконников, В.Ф. Лобойко, Т.С. Кошкарлова, С.В. Иленева // Научный альманах. - 2016. – № 3-3(17) – С. 468-473.
164. Толоконников, В.В. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологий возделывания и селекция адаптированных к природным условиям Нижнего Поволжья сортов сои: автореф. дис. ... докт. с-х наук /В.В. Толоконников. – Волгоград, 2010. – 47 с.
165. Уклеин, А.И. Опыт выращивания сои в условиях орошаемого земледелия. / А.И. Уклеин – М.,1961.-121с.
166. Хасенов, Е.Х. Режим орошения смешанных и чистых посевов кукурузы и сои на светло-каштановых почвах предгорной зоны Алма-Атинской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук /Е.Х. Хасенов. - Алма-Ата, 1973. – 20 с.
167. Цветкова, М.А. Приемы возделывания сои в условиях орошения /М.А. Цветкова, Р.А. Теремяева// Бюлл. НТИ по масличным культурам. ВНИИМК. – Краснодар, 1978. – Вып. 4. – С. 32...38.
168. Чамурлиев, О.Г. Соя при орошении в Нижнем Поволжье: монография /О.Г. Чамурлиев, В.В. Толоконников, Г.О. Чамурлиев // Волгоград: ФГБОУ ВО



Волгоградский ГАУ, 2018. – 156с.

169. Черноголовин, С.Г. Высокопродуктивные сорта сои, их продуктивность и приемы выращивания на орошаемых землях Юго-Востока Казахстана /С.Г. Черноголовин, Е.В. Бакаева// Некоторые вопросы селекции и биологии сои. – Благовещенск: хабаровское книжное издательство. - 1975. – С. 55-60.

170. Чернышов, В.И. Влияние агротехнических приемов и сортовых особенностей сои на урожай и его качество в условиях орошаемого земледелия Волгоградской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук /В.И. Чернышов. – Астрахань, 2005. – 23 с.

171. Шадских, В.Х. Экологическое испытание новых сортов сои в условиях орошения / В.Х. Шадских, Ю. Панченко, Д. Кособокова // Главный агроном. – 2013. –№4. С. 23-24.

172. Эсхаджиева, Х.Х. «Научные основы повышения продуктивности сои на орошаемых землях степной зоны Чеченской Республики»: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. /Х.Х. Эсхаджиева. – Владикавказ, 2008. – 19 с.

173. Allen, H. Photosynthesis under field conditions. VII Radiant energy exchanges within a corn crop canopy and implications in water use efficiency /H. Allen, C.S. Vocum, E.R. Lemon, // Agron. J., 56. – 1964. - P. 253...259.

174. Alvino, A. Resa di alcune cv di pomodoro in relazione a diversi regimi irrigut / A. Alvino, G. Zerbi // Irrigazione, 1983. – V. 30. – N 3/4. – P. 27–32.

175. Bernard, R.L. Two genes abbecting Stem termination in Soybeans /R.L. Bernard// Crop Sci. – 1972. – 12: 235...239.

176. Bhagaseri, A.S. Heaf photosynthetic characteristics of determinate soybean cultivar /A.S. Bhagaseri, D.A. Ashley, R.H. Brown, H.R. Boerma// Crop Sc. – 1977. - vol. 17. – № 6. –P. 229...332.

177. Borthwick, H.A. Photoperiodic responses of several varieties of soybeans /H.A. Borthwick and M.W. Parker//Bot. Gaz., 101. - 1939.

178. Bowen, J. Drip irrigation may bring considerable benefits by the grower./ J. Bowen // Agribusiness worldwide.– 1986. – V. 8. – № 5. – P. 28–29.

179. Bressani, R. The Role of soybean in Food Systems /R. Bressani// World

Conference on Soya Processing and Utilization. - 1981. – P. 392...400.

180. Burris, I.S. Effect of seed size on seedling performance in soybeans; II Seedling growth and photosynthesis and field performance /I.S. Burris, O.T. Edje, A.H. Wehab// – Crop Sci. – 1973. - v.13. - № 2. - P. 207...210.

181. Byrne, G.F. Simulation of pasture environmental interaction. | // G.F. Byrne, K. Tognetti // Agris. – Meteor. – 1963. – №3. – P. 31 – 32.

182. Carison, D.R. The physiological basis for cytohinin induced increases in pod Set in 1 x 93 - 100 Soybeans /D.R. Carison, D.J. Dyer, C.D. Cotterman e.a.// Plant Physiol. – 1987. – 84. – 2. – P. 233-239.

183. Cober, E.R. Developing of high – protein, high – yielding soybean populations and lines / E.R. Cober., HD Volden // Crop Sci. - 2000. – 40: - P. 39...42.

184. Costa, J.A. Pespone of Soybean cultivars to Planting Pattern /J.A. Costa., E.S. Oplinger., J.W. Pendleton // Agron. J. - 1980. - 72:-P. 153...157.

185. Crosby, K.E. Unfluence of 6 – benzylamino puzine on fruit Set and Seed development in two soybean, Glycine max (L.) Merr. genotypes /K.E. Crosby, L.H. Aund, C.R. Buss// Plant Physiol. – 1981. – 68. - 5: - P. 985...988.

186. Egli, D.B. Influence of soybean seed size and position on the rate and duration of filling /D.B. Egli, I.E. Leggett, I.H. Wood// – Agron. J. – 1978. - vol.70. - № 1. - P.127...130.

187. Evans, R. Irrigation of orchards in the north-west./ R. Evans // – Irrigat. Assoc. Tech. Conf. – Droc., 1982. – P. 299–308.

188. Finlay, K.W. Analysis of adaptation in a plant – breeding programme /K.W. Finlay, J.W. Wilkingon//– Austral. J. Agr. Res. - 1963. – P. 14.

189. Garner, W.W. and Allard H.A. Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night, Jour /W.W. Garner and H.A. Allard// Agric. Res., 23. - 1923.

190. Hartfield, Y.H. Photo synthetically active radiation CO2 up take, and stomatal diffusive resistance profiles within soybean canopies /Y.H. Hartfield, R.E. Carlson// – Agron. J., - 1978. - vol. 70. - № 4. - P. 592...596. – Bibliogr. - P. 595 (14 ref).

191. Hartung, R.C. Modification of Soybean plant architecture by dares for Stem

- growth habit and maturity /R.C. Hartung, J.E. Specht, J.H. Uilliams // Crop Sci - 1981. – 21: - P. 51...56.
192. Hoggard, A.L. Effect of plant population on yield and height characters in determinate soybeans / A.L. Hoggard. J. Crover Shannon, D.K. Johnson // Agron. J. - 1978. – 70: - P. 1070...1073.
193. Howell, T. A. Advances in trickle irrigation: challenges of the 80's. / T. A. Howell, D.A. Bucks, J.L. Chesness // The Proceedings of the 2d Natural Irrigation Symposium. October, 20–23, 1980./ University of Nebraska, Lincoln. – Michigan, 1981. – P. 69 – 94.
194. Juvik, G.A. Directory of Germ Plasma Collections /G.A. Juvik, R.I. Bernard, H.E. Kaffman//. Food Zegumes (Soybean) IBPGR. – Rome. INTSOY, Urband – Champaign, - 1985. – 53 p.
195. Lamont, W. J. Yields up in a dry season./ W. J. Lamont // Extension. Rev., 1986. – T. 57. – № 3 – P. 36–37.
196. Meshkat, M. Interactive computer trickle irrigation dosing systems. / M.Meshkat, R.C. Wanier // Paper – Amer. soc. of agr. engineers. – 1985. – № 2. –P.2–4.
197. NETAFIM: Irrigation equipment and drip systems. Product guide. – Israel, 2000. – 53 p.
198. Osterli, Ph. Irrigation management spells success / Ph Osterli // am. Vegetable Grower and Greenhouse Grower. – 1983. – V. 31. – № 9. – P. 32–33.
199. Paunel, I. Rationalizarea irigarii legumelor / I. Paunel // Productia vegetala Horticultura. – 1981. – V. 30. – № 5. – P. 6–10.
200. Performance of soybean varieties 1977. C.E. Covlress H.I. Walters, R.D. Riggs, K.D. Beatty Arkansas Farm k es. – 1978. - vol. 27. - № 1. - P. 2.
201. Piper, C.V. The Soybean: history, varieties and yield Studies /C.V. Piper and W.J. Morge// USDA Bull. 197. – 1910.
202. Renn, L. It pays troubleshoot a drip irrigation system. / L. Renn // Irrigat. Age. – 1985. – V. 19. – № 10. – P. 160–166
203. Voldeng, H.D. Fifty – eight years of genetic improvement of Short – Season

- Soybean Cultivars in Canada / H.D. Voldeng, E.R. Cober, D.J. Hume, C. Gillard, M.J. Morrison. // Crop Sci. 1997. – 37: - P. 428...431.
204. Witt, G. Glycine Soya. The commercial products of India /G., Witt// - Zondon. – 1980.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение 1

Подекадные метеоданные в период проведения исследований.

Годы	Декады	Месяцы				
		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Осадки, мм						
2013	1	2	19,3	-	3	36
	2	0,3	24,9	13	2	58
	3	22,9	69	28,2	5,8	16,4
2014	1	13	0,6	3	0,8	14,2
	2	23,3	-	12	1	7
	3	0,5	14,9	-	0,3	-
2015	1	20	0,8	0,5	0,8	14,2
	2	-	11,5	4	1	7
	3	-	8,3	4,7	0,3	-
Температура воздуха, °С						
2013	1	19,3	21,3	26,2	23	16,9
	2	22,9	24,9	24,9	25,1	15,6
	3	22,6	23,2	24,1	23,3	10,8
2014	1	14,4	22	26,3	26	22,8
	2	14,5	26,2	21,9	24,4	18,1
	3	22,8	25,8	27,2	21,6	21,3
2015	1	14,8	24,8	24,4	27,4	19,9
	2	24	20,3	26	28,7	15,6
	3	23,4	20,7	23,3	23,1	13,2
Относительная влажность воздуха, %						
2013	1	41	48	35	51	71
	2	30	41	42	44	73
	3	45	47	43	46	73
2014	1	72	45	35	29	47
	2	56	25	47	36	45
	3	36	49	32	29	36
2015	1	64	26	45	31	39
	2	39	48	27	34	48
	3	35	46	32	49	55

## Средняя температура воздуха в периоды роста и развития сортов сои

Периоды роста и развития	Сорта								
	ВНИИОЗ 86			Волгоградка 2			ВНИИОЗ 31		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Посев - всходы	25,3	27,4	23,3	25,1	26,9	25,7	24,7	26,5	24,9
Всходы-ветвление	21,5	22,3	19,8	23,8	22,9	23,1	25,4	18,9	23,1
Ветвление-цветение	24	22,3	22,9	23,1	18,5	26,1	25	20,8	25,6
Цветение – формирование бобов	24,8	20,6	22,3	24,3	23,3	25,1	25,6	25,9	23,4
Формирование бобов-налив бобов	26,2	24,9	19,3	24,7	25,2	21,4	25,4	25,1	26,4
Налив бобов- созревание	22,3	24,1	25,9	23,2	24,9	25,6	23,6	27,1	24,5
Созревание-полная спелость	26,3	29	21,6	18,8	23,2	21,4	17,4	20,7	21,1
Продолжительность периода посев-полная спелость	23,9	24,1	24,6	23,1	23,7	23,9	23,7	23,6	23,9
всходы-полная спелость	23,7	23,8	22,4	22,9	23,4	23,9	23,6	23,3	23,7

## Теплообеспеченность периодов роста и развития сортов сои, °С

Периоды роста и развития	Сорта								
	ВНИИОЗ 86			Волгоградка 2			ВНИИОЗ 31		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Посев - всходы	228	219	210	251	242	257	272	291	299
Всходы-ветвление	323	357	337	453	436	392	508	377	462
Ветвление-цветение	312	267	320	324	203	444	350	229	435
Цветение – формирование бобов	323	268	357	340	303	326	384	362	281
Формирование бобов-налив бобов	262	274	193	296	328	235	305	351	264
Налив бобов- созревание	648	602	596	695	698	716	684	760	711
Созревание-полная спелость	316	348	302	301	464	493	295	434	506
Продолжительность периода: посев-полная спелость	2412	2335	2315	2660	2674	2863	2798	2804	2958
всходы-полная спелость	2184	2116	2105	2409	2432	2606	2526	2513	2659



## Продолжительность периодов роста и развития растений сои

Период роста и развития	Сорта								
	ВНИИОЗ 86			Волгоградка 2			ВНИИОЗ 31		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Посев всходы	9	8	9	10	9	11	11	11	12
Всходы-ветвление	15	16	17	19	19	17	20	20	20
Ветвление-цветение	13	12	14	14	11	17	14	11	17
Цветение – формирование бобов	13	13	16	14	13	13	15	14	12
Формирование бобов-налив бобов	10	11	10	12	13	11	12	14	10
Налив бобов- созревание	24	20	18	30	28	28	29	28	29
Созревание-полная спелость	17	17	19	16	20	23	17	21	24
Продолжительность периода посев- полная спелость	101	97	103	115	113	120	118	119	124
Всходы-полная спелость	92	89	94	105	104	109	107	108	112

## Приложение 5

Зависимость развития ассимиляционной поверхности растений сои от особенностей сорта и режима орошения в 2013 году, тыс.м<sup>2</sup>/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	4,5	4,2	3,5
	80-80-70	4,9	4,9	4,5
	80-80-80	5,1	4,8	4,3
Ветвление-цветение	70-80-70	17,1	34	36,8
	80-80-70	19,9	39,5	44,3
	80-80-80	20,2	39,3	43,9
Цветение – формирование бобов	70-80-70	19,9	45,3	50,8
	80-80-70	24,1	51,7	56,7
	80-80-80	23,5	51,8	56,5
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	22,9	50,8	58,8
	80-80-70	25,8	60,6	66,9
	80-80-80	25,4	60,9	67,2
Налив бобов- созревание	70-80-70	19,2	61,8	68,2
	80-80-70	21,7	68	75
	80-80-80	21,4	68,7	74,1
Созревание-полная спелость	70-80-70	7,9	31,6	34,5
	80-80-70	8,8	33,8	37
	80-80-80	10,6	37,9	42,6
Среднее за вегетационный период	70-80-70	15,3	38	42,1
	80-80-70	17,5	43,1	41,2
	80-80-80	17,1	43,9	48,1

Зависимость развития ассимиляционной поверхности растений сои от особенностей сорта и режима орошения в 2014 году, тыс.м<sup>2</sup>/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	3,9	3	2,8
	80-80-70	4,5	3,6	3,1
	80-80-80	4,4	3,5	3
Ветвление-цветение	70-80-70	22,2	27,3	28,2
	80-80-70	26,2	31,1	37,7
	80-80-80	25,9	30,9	36,8
Цветение – формирование бобов	70-80-70	23,3	46,9	51,3
	80-80-70	30	53,8	61
	80-80-80	29,1	55,4	60,7
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	29,9	60,6	66,5
	80-80-70	33,1	67,7	71,4
	80-80-80	33,2	67	72
Налив бобов-созревание	70-80-70	21,4	28,3	33,3
	80-80-70	24,5	33,8	39
	80-80-80	24,2	32,8	38,3
Созревание-полная спелость	70-80-70	6,2	18,6	19,6
	80-80-70	7,1	19,1	20,9
	80-80-80	9,3	20,9	25,5
Среднее за вегетационный период	70-80-70	17,8	30,8	33,6
	80-80-70	20,9	35	38,9
	80-80-80	21	35,1	39,4

Зависимость развития ассимиляционной поверхности растений сои от особенностей сорта и режима орошения в 2015 году, тыс.м<sup>2</sup>/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	4,2	3,2	3
	80-80-70	4,9	4,1	3,5
	80-80-80	4,8	3,9	3,4
Ветвление-цветение	70-80-70	27,3	23,2	26,7
	80-80-70	31,1	26,4	30,9
	80-80-80	31,0	26	29,5
Цветение – формирование бобов	70-80-70	30,8	43,4	46,9
	80-80-70	36,2	50	55,4
	80-80-80	36,4	49,8	55,1
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	29,6	45,7	56,6
	80-80-70	35,1	54,9	61,3
	80-80-80	34,9	54,6	61,5
Налив бобов-созревание	70-80-70	25,2	23,3	25,1
	80-80-70	28,3	27	29,9
	80-80-80	28	26,9	29,6
Созревание-полная спелость	70-80-70	1,2	12,8	14,4
	80-80-70	1,4	14,1	16
	80-80-80	1,7	16	18,3
Среднее за вегетационный период	70-80-70	19,7	25,2	28,8
	80-80-70	23,1	29,4	32,8
	80-80-80	22,8	29,5	32,9

Влияние фактора сорта и режима орошения на формирование фотосинтетического потенциала сои в 2013 году, тыс.м<sup>2</sup> дней/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	59	63	56
	80-80-70	74	83	77
	80-80-80	77	81	87
Ветвление-цветение	70-80-70	188	442	515
	80-80-70	258	593	620
	80-80-80	263	582	615
Цветение – формирование бобов	70-80-70	218	635	762
	80-80-70	313	827	851
	80-80-80	306	807	848
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	206	508	647
	80-80-70	258	727	802
	80-80-80	254	705	836
Налив бобов-созревание	70-80-70	499	1669	1910
	80-80-70	629	2040	2175
	80-80-80	621	2046	2149
Созревание-полная спелость	70-80-70	71	474	552
	80-80-70	88	541	629
	80-80-80	127	693	724
Сумма за вегетационный период	70-80-70	1241	379	4442
	80-80-70	1620	4811	5154
	80-80-80	1648	4914	5259

Влияние фактора сорта и режима орошения на формирование фотосинтетического потенциала сои в 2014 году, тыс.м<sup>2</sup> дней/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	63	51	67
	80-80-70	81	65	81
	80-80-80	80	66	79
Ветвление-цветение	70-80-70	266	409	446
	80-80-70	367	497	528
	80-80-80	350	521	561
Цветение – формирование бобов	70-80-70	280	516	674
	80-80-70	450	699	793
	80-80-80	449	730	780
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	269	545	640
	80-80-70	298	677	714
	80-80-80	308	650	718
Налив бобов-созревание	70-80-70	492	1075	1332
	80-80-70	536	1352	1560
	80-80-80	636	1429	1537
Созревание-полная спелость	70-80-70	25	595	627
	80-80-70	29	630	669
	80-80-80	49	756	814
Сумма за вегетационный период	70-80-70	1395	3191	3786
	80-80-70	1759	3920	3800
	80-80-80	1872	4152	4489

Влияние фактора сорта и режима орошения на формирование фотосинтетического потенциала сои в 2015 году, тыс.м<sup>2</sup> дней/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	69	51	59
	80-80-70	80	61	69
	80-80-80	82	60	68
Ветвление-цветение	70-80-70	354	382	419
	80-80-70	439	423	473
	80-80-80	434	454	502
Цветение – формирование бобов	70-80-70	499	578	611
	80-80-70	543	642	648
	80-80-80	582	699	661
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	316	489	555
	80-80-70	332	565	610
	80-80-80	349	556	615
Налив бобов-созревание	70-80-70	550	663	764
	80-80-70	640	748	840
	80-80-80	644	781	858
Созревание-полная спелость	70-80-70	15	307	358
	80-80-70	19	356	390
	80-80-80	24	398	439
Сумма за вегетационный период	70-80-70	1803	2470	2766
	80-80-70	2053	2795	3030
	80-80-80	2115	2948	3143

Прирост сухой биомассы сои в зависимости от сортовых особенностей  
режима орошения в 2013 году, т/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	0,30	0,32	0,34
	80-80-70	0,42	0,45	0,48
	80-80-80	0,40	0,46	0,49
Ветвление-цветение	70-80-70	0,79	0,85	0,89
	80-80-70	0,95	1,0	1,01
	80-80-80	0,97	0,99	1,02
Цветение – формирование бобов	70-80-70	2,47	3,14	3,18
	80-80-70	2,68	3,3	3,35
	80-80-80	2,69	3,29	3,34
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	2,61	3,28	3,37
	80-80-70	2,75	3,47	3,6
	80-80-80	2,73	3,49	3,6
Налив бобов-созревание	70-80-70	0,79	2,36	2,44
	80-80-70	0,9	2,45	2,54
	80-80-80	0,91	2,44	2,55
Созревание-полная спелость	70-80-70	0,08	0,19	0,25
	80-80-70	0,19	0,25	0,28
	80-80-80	0,35	0,43	0,5
Сумма за вегетационный период	70-80-70	7,04	10,14	10,47
	80-80-70	7,89	10,92	11,46
	80-80-80	8,05	11,10	11,5



Прирост сухой биомассы сои в зависимости от сортовых особенностей  
режима орошения в 2014 году, т/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	0,27	0,30	0,36
	80-80-70	0,37	0,46	0,49
	80-80-80	0,36	0,44	0,5
Ветвление-цветение	70-80-70	0,78	1,03	1,12
	80-80-70	1,0	1,22	1,29
	80-80-80	0,99	1,22	1,27
Цветение – формирование бобов	70-80-70	2,26	3,15	3,06
	80-80-70	2,47	3,26	3,20
	80-80-80	2,48	3,27	3,21
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	2,09	3,12	3,19
	80-80-70	2,23	3,4	3,43
	80-80-80	2,21	3,3	3,42
Налив бобов-созревание	70-80-70	1,56	2,08	1,92
	80-80-70	1,8	1,68	2,10
	80-80-80	1,7	2,1	2,09
Созревание-полная спелость	70-80-70	0,05	0,12	0,23
	80-80-70	0,12	0,21	0,30
	80-80-80	0,2	0,38	0,4
Сумма за вегетационный период	70-80-70	7,01	9,8	9,88
	80-80-70	7,99	10,23	11,81
	80-80-80	7,94	10,71	10,89

Прирост сухой биомассы сои в зависимости от сортовых особенностей  
режима орошения в 2015 году, т/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	0,19	0,28	0,3
	80-80-70	0,30	0,44	0,46
	80-80-80	0,29	0,43	0,45
Ветвление-цветение	70-80-70	0,7	1,2	1,31
	80-80-70	0,95	1,36	1,39
	80-80-80	0,93	1,37	1,41
Цветение – формирование бобов	70-80-70	1,67	2,91	2,94
	80-80-70	1,9	3,02	3,10
	80-80-80	1,89	3,04	3,09
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	1,84	2,9	2,81
	80-80-70	1,97	3,10	3,12
	80-80-80	1,97	3,09	3,11
Налив бобов-созревание	70-80-70	2,31	1,40	1,4
	80-80-70	2,43	1,51	1,58
	80-80-80	2,44	1,5	1,55
Созревание-полная спелость	70-80-70	0,01	0,05	0,08
	80-80-70	0,02	0,16	0,11
	80-80-80	0,02	0,3	0,25
Сумма за вегетационный период	70-80-70	6,72	8,74	8,84
	80-80-70	7,57	9,48	9,76
	80-80-80	7,72	9,73	9,86

Влияние генотипа сорта и режима орошения на продуктивность  
фотосинтеза в 2013 году, г/м<sup>2</sup> сутки

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	5,1	5,1	6,1
	80-80-70	5,7	5,4	6,2
	80-80-80	5,2	5,7	5,6
Ветвление-цветение	70-80-70	4,2	1,9	1,7
	80-80-70	3,7	1,7	1,6
	80-80-80	3,7	1,7	1,7
Цветение – формирование бобов	70-80-70	11,3	4,9	4,2
	80-80-70	8,6	4	3,9
	80-80-80	8,8	4,1	3,9
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	12,7	6,5	4,2
	80-80-70	10,7	4,8	3,9
	80-80-80	10,7	5	4,3
Налив бобов-созревание	70-80-70	1,6	3,5	5,2
	80-80-70	1,4	1,2	4,5
	80-80-80	1,5	1,2	1,2
Созревание-полная спелость	70-80-70	1,1	0,4	0,5
	80-80-70	2,2	0,5	0,4
	80-80-80	2,8	0,6	0,7
Сумма за вегетационный период	70-80-70	3,6	3,7	3,1
	80-80-70	5,4	2,9	3,4
	80-80-80	5,5	3,1	2,9
Среднее по сортам		4,8	3,2	3,1

Влияние генотипа сорта и режима орошения на продуктивность  
фотосинтеза в 2014 году, г/м<sup>2</sup> сутки

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	4,3	5,9	5,4
	80-80-70	4,6	7,1	6
	80-80-80	4,5	6,7	6,3
Ветвление-цветение	70-80-70	2,9	2,5	2,5
	80-80-70	2,7	2,5	2,4
	80-80-80	2,8	2,3	2,3
Цветение – формирование бобов	70-80-70	8,1	6,1	4,5
	80-80-70	5,5	4,7	4
	80-80-80	5,5	4,5	4,1
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	7,8	5,7	4,5
	80-80-70	7,5	5	4,8
	80-80-80	7,2	5,1	4,8
Налив бобов-созревание	70-80-70	3,2	1,9	1,5
	80-80-70	3,4	1,2	1,3
	80-80-80	2,7	1,5	1,4
Созревание-полная спелость	70-80-70	2	0,2	0,4
	80-80-70	4,1	0,3	0,4
	80-80-80	4,1	0,5	0,5
Сумма за вегетационный период	70-80-70	4,7	3,7	3,1
	80-80-70	4,6	3,5	3,2
	80-80-80	4,5	3,4	3,2
Среднее по сортам		4,6	3,5	3,2

Влияние генотипа сорта и режима орошения на продуктивность  
фотосинтеза в 2015 году, г/м<sup>2</sup> сутки

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Сорта		
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31
Всходы-ветвление	70-80-70	2,8	5,5	5,1
	80-80-70	3,8	7,2	6,7
	80-80-80	3,5	7,2	6,6
Ветвление-цветение	70-80-70	2	3,1	3,1
	80-80-70	2,2	3,2	2,9
	80-80-80	2,2	3	2,8
Цветение – формирование бобов	70-80-70	3,3	6,4	4,8
	80-80-70	3,5	5,2	4,8
	80-80-80	3,2	4,3	4,7
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	5,8	5,9	5,1
	80-80-70	5,9	5,5	5,1
	80-80-80	5,6	5,6	5,1
Налив бобов-созревание	70-80-70	4,2	3,5	1,8
	80-80-70	3,8	3,2	1,9
	80-80-80	3,8	1,9	1,8
Созревание-полная спелость	70-80-70	0,7	0,2	0,2
	80-80-70	1,1	0,4	0,3
	80-80-80	0,8	0,8	0,6
Сумма за вегетационный период	70-80-70	3,1	4,1	3,4
	80-80-70	3,4	4,1	3,6
	80-80-80	3,2	3,8	3,6
Среднее по сортам		3,2	4	3,5

Режим орошения								Особенности сортов				
Сорта	Режим орошения, % НВ	Годы				Отклонение		Режим орошения, % НВ	Сорта	Среднее	Отклонения	
		2013	2014	2015	среднее	м <sup>3</sup> /га	%				т/га	%
ВНИИОЗ 86	70-80-70	1500	2650	2150	2100	-600	- 22,2	70-80-70	ВНИИОЗ 86	2100	-	-
	80-80-70	1800	2950	2450	2400	-300	- 11,1		Волгоградка 2	2600	217	10,3
	80-80-80	2100	3250	2750	2700	-	-		ВНИИОЗ 31	2817	717	34,21
Волгоградка 2	70-80-70	1850	3150	2800	2600	-600	- 18,8	80-80-70	ВНИИОЗ 86	2400	-	-
	80-80-70	2150	3450	3100	2900	-300	-9,4		Волгоградка 2	2900	500	20,8
	80-80-80	2450	3750	3400	3200	-	-		ВНИИОЗ 31	3117	717	29,9
ВНИИОЗ 31	70-80-70	2100	3400	2950	2817	-600	- 17,6	80-80-80	ВНИИОЗ 86	2700	-	-
	80-80-70	2400	3700	3250	3117	-300	-8,8		Волгоградка 2	3200	500	18,5
	80-80-80	2700	4000	3550	3417	-	-		ВНИИОЗ 31	3417	717	26,6

Влияние фактора сорта и режима орошения на оросительную норму сои, м<sup>3</sup>/га

## Структура суммарного водопотребления сортов сои в 2013 году

Сорта	Режим орошения, % НВ	Суммарное водопотребление		Поступление влаги:						Содержание влаги в почве(до вегетации 1620 м <sup>3</sup> /га) после вегетации, м <sup>3</sup> /га
				с орошением		с осадками		из почвы		
		м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	
ВНИИОЗ 86	70-80-70	3356	100	1500	44,7	1442	43	414	12,3	1206
	80-80-70	3624	100	1800	49,7	1442	39,8	382	10,5	1238
	80-80-80	3833	100	2100	54,8	1442	37,6	291	7,6	1329
Волгоградка 2	70-80-70	4005	100	1850	46,2	1775	44,3	380	9,5	1240
	80-80-70	4267	100	2150	50,3	1775	41,6	342	8	1278
	80-80-80	4513	100	2450	54,3	1775	39,3	288	6,4	1332
ВНИИОЗ 31	70-80-70	4306	100	2100	48,8	1810	42	396	9,2	1224
	80-80-70	4567	100	2400	52,6	1810	39,6	357	7,8	1263
	80-80-80	4808	100	2700	56,2	1810	37,6	298	6,2	1322

## Структура суммарного водопотребления сортов сои в 2014 году

Сорта	Режим орошения, % НВ	Суммарное водопотребление		Поступление влаги:						Содержание влаги в почве(до вегетации 1620 м <sup>3</sup> /га) после вегетации, м <sup>3</sup> /га
				с орошением		с осадками		из почвы		
		м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	
ВНИИОЗ 86	70-80-70	3541	100	2650	74,8	497	14	394	11,1	871
	80-80-70	3790	100	2950	77,8	497	13,1	343	9,1	922
	80-80-80	4026	100	3250	80,7	497	12,3	279	7	986
Волгоградка 2	70-80-70	4253	100	3150	74,1	742	17,4	361	8,5	904
	80-80-70	4509	100	3450	76,5	742	16,5	317	7	948
	80-80-80	4756	100	3750	78,8	742	15,6	264	5,6	1001
ВНИИОЗ 31	70-80-70	4522	100	3400	75,2	749	16,6	373	8,2	892
	80-80-70	4775	100	3700	77,5	749	15,7	326	6,8	939
	80-80-80	5027	100	4000	79,6	749	14,9	278	5,5	987



## Структура суммарного водопотребления сортов сои в 2015 году

Сорта	Режим орошения, % НВ	Суммарное водопотребление		поступление влаги:						Содержание влаги в почве(до вегетации 1620 м <sup>3</sup> /га) после вегетации, м <sup>3</sup> /га
				с орошением		с осадками		из почвы		
		м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	
ВНИИОЗ 86	70-80-70	3529	100	2150	60,9	983	27,9	396	11,2	893
	80-80-70	3787	100	2450	64,7	983	26	354	9,3	935
	80-80-80	4021	100	2750	68,4	983	24,4	288	7,2	1001
Волгоградка 2	70-80-70	4297	100	2800	65,2	1125	26,2	372	8,6	917
	80-80-70	4551	100	3100	68,1	1125	24,7	326	7,2	963
	80-80-80	4798	100	3400	70,9	1125	23,4	273	5,7	1016
ВНИИОЗ 31	70-80-70	4529	100	2950	65,1	1195	26,4	384	8,5	905
	80-80-70	4784	100	3250	67,9	1195	25	339	7,1	950
	80-80-80	5025	100	3550	70,6	1195	23,8	280	5,6	1009

Показатели среднесуточного водопотребления сои сорта ВНИИОЗ 86 в зависимости от фаз развития и режима орошения, м<sup>3</sup>/га

Периоды роста и развития	Режимы орошения, % НВ	Годы			
		2013	2014	2015	среднее
Посев-всходы	70-80-70	22	23,9	21,1	22,3
	80-80-70	21,7	23,9	21,1	22,2
	80-80-80	22,1	23,9	21,1	22,4
Всходы-ветвление	70-80-70	20,7	26,6	21,8	23
	80-80-70	32,3	35,6	30,9	32,9
	80-80-80	30,5	35,6	31,1	32,4
Ветвление-цветение	70-80-70	27,8	33,1	29,1	30
	80-80-70	40,4	43,8	40,6	41,6
	80-80-80	40,7	47,8	40,4	43
Цветение – формирование бобов	70-80-70	46,5	48,9	42,1	45,8
	80-80-70	46,4	45,4	41,9	44,6
	80-80-80	46,8	48,8	42	45,9
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	48,5	54,1	64,2	55,6
	80-80-70	48,8	54,3	64,4	55,8
	80-80-80	48,9	59,2	64	57,4
Налив бобов-созревание	70-80-70	33,2	34,8	40	36
	80-80-70	33,3	36,3	42,6	37,4
	80-80-80	35,6	38,3	44	39,3
Созревание-полная спелость	70-80-70	27,7	26	23,5	25,7
	80-80-70	24,3	21,9	20	22,1
	80-80-80	31,7	33,5	33,1	32,8
Посев-полная спелость	70-80-70	32,4	35,3	34,6	34,1
	80-80-70	35,4	37,3	37,4	36,7
	80-80-80	36,6	41	39,4	39

## Приложение 22.

Показатели среднесуточного водопотребления сои сорта Волгоградка  
2, в зависимости от фаз развития и режима орошения, м<sup>3</sup>/га

Периоды роста и развития	Режимы орошения, % НВ	Годы			
		2013	2014	2015	среднее
Посев-всходы	70-80-70	24,1	25,8	22,3	24,1
	80-80-70	23,5	24,8	21,5	23,3
	80-80-80	23,5	25,2	21,6	23,4
Всходы- ветвление	70-80-70	23,5	27,3	26,8	25,9
	80-80-70	36,1	37,3	37,6	37
	80-80-80	32	35,6	37,4	35
Ветвление- цветение	70-80-70	31,4	47,6	29,9	36,3
	80-80-70	45,1	61,6	40,3	48,8
	80-80-80	44,8	62	40	48,9
Цветение – формирование бобов	70-80-70	52,7	59,8	61,9	58,1
	80-80-70	51,9	53,4	60,8	55,4
	80-80-80	51,7	58,3	60,2	56,7
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	46,6	61,2	69,7	59,2
	80-80-70	43	56,4	69,5	56,3
	80-80-80	46,5	59,8	68	58,1
Налив бобов- созревание	70-80-70	36,5	35,1	43,2	38,3
	80-80-70	35,2	34,8	43	37,7
	80-80-80	37,8	39,9	44,7	40,8
Созревание- полная спелость	70-80-70	22,1	18,2	17,2	19,2
	80-80-70	18,9	18,5	14,4	17,3
	80-80-80	29,8	28,6	24,5	27,6
Посев-полная спелость	70-80-70	33,8	39,3	38,7	37,3
	80-80-70	36,3	40,9	41	39,4
	80-80-80	38	44,2	42,3	41,5

## Приложение 23

Показатели среднесуточного водопотребления сои сорта ВНИИОЗ 31 в зависимости от фаз развития и режима орошения, м<sup>3</sup>/га

Периоды роста и развития	Режимы орошения, % НВ	Годы			
		2013	2014	2015	среднее
Посев-всходы	70-80-70	21,1	22,5	21,5	21,7
	80-80-70	22,9	21,6	20,7	21,7
	80-80-80	22,6	21,7	20,8	21,7
Всходы-ветвление	70-80-70	21,5	32,5	25,8	26,6
	80-80-70	32,3	41,9	36,6	36,9
	80-80-80	28,9	41,8	37,1	35,9
Ветвление-цветение	70-80-70	33,8	50,6	34,4	39,6
	80-80-70	48,4	64,8	42,4	51,9
	80-80-80	47,6	65,2	41,9	51,6
Цветение – формирование бобов	70-80-70	51,5	59,1	70,9	60,5
	80-80-70	51,9	52,8	69,2	58
	80-80-80	51,3	56,9	70,8	59,7
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	66,7	60,4	67,6	64,9
	80-80-70	71,9	54	66,4	64,1
	80-80-80	65	58,6	67	63,5
Налив бобов-созревание	70-80-70	49	40,4	44,4	44,6
	80-80-70	44,5	36,9	43,3	41,6
	80-80-80	50,6	44,4	46,6	47,2
Созревание-полная спелость	70-80-70	19	17,9	15,5	17,5
	80-80-70	14,2	19,6	14,2	16
	80-80-80	25	27,6	21,5	24,7
Посев-полная спелость	70-80-70	37,6	40,5	40	39,4
	80-80-70	40,9	41,7	41,9	41,5
	80-80-80	41,6	45,2	43,7	43,5

Динамика суммарного водопотребления растениями сои сорта ВНИИОЗ 86 в течении периода «посев-полная спелость», м<sup>3</sup>/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, % НВ	Годы			
		2013	2014	2015	среднее
Посев-всходы	70-80-70	198	191	190	193
	80-80-70	195	191	190	192
	80-80-80	199	191	190	193
Всходы-ветвление	70-80-70	290	426	370	362
	80-80-70	452	570	526	516
	80-80-80	458	569	528	518
Ветвление-цветение	70-80-70	361	430	407	399
	80-80-70	525	571	568	555
	80-80-80	529	573	565	556
Цветение – формирование бобов	70-80-70	605	636	673	638
	80-80-70	604	635	670	636
	80-80-80	608	634	672	638
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	534	650	642	609
	80-80-70	537	652	644	611
	80-80-80	538	651	644	611
Налив бобов-созревание	70-80-70	896	765	799	820
	80-80-70	898	799	810	832
	80-80-80	962	765	792	840
Созревание-полная спелость	70-80-70	472	443	448	454
	80-80-70	413	372	379	388
	80-80-80	539	643	630	604
Посев-полная спелость	70-80-70	3356	3541	3529	3475
	80-80-70	3624	3790	3787	3734
	80-80-80	3833	4026	4021	3960

Динамика суммарного водопотребления растениями сои сорта Волгоградка 2  
в течении периода «посев-полная спелость», м<sup>3</sup>/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Годы			
		2013	2014	2015	среднее
Посев-всходы	70-80-70	241	232	245	239
	80-80-70	235	224	236	232
	80-80-80	235	227	238	233
Всходы-ветвление	70-80-70	253	520	455	443
	80-80-70	542	672	640	618
	80-80-80	544	677	636	619
Ветвление-цветение	70-80-70	439	524	508	490
	80-80-70	632	672	685	663
	80-80-80	627	682	680	663
Цветение – формирование бобов	70-80-70	738	778	805	774
	80-80-70	726	747	790	754
	80-80-80	724	758	782	755
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	653	795	767	738
	80-80-70	645	789	765	733
	80-80-80	651	777	748	725
Налив бобов-созревание	70-80-70	1095	949	1037	1027
	80-80-70	1090	940	1031	1020
	80-80-80	1135	919	1029	1028
Созревание-полная спелость	70-80-70	486	455	480	474
	80-80-70	397	465	404	422
	80-80-80	597	716	685	665
Посев-полная спелость	70-80-70	4005	4253	4297	4185
	80-80-70	4267	4509	4551	4442
	80-80-80	4513	4756	4798	4686

Динамика суммарного водопотребления растениями сои сорта ВНИИОЗ 31 в течении периода «посев-полная спелость», м<sup>3</sup>/га

Фазы роста и развития	Режимы орошения, %НВ	Годы			
		2013	2014	2015	среднее
Посев-всходы	70-80-70	232	248	258	246
	80-80-70	252	238	248	246
	80-80-80	249	239	250	246
Всходы-ветвление	70-80-70	430	554	466	483
	80-80-70	581	713	658	650
	80-80-80	578	712	667	652
Ветвление-цветение	70-80-70	473	557	584	538
	80-80-70	678	713	720	704
	80-80-80	667	717	713	699
Цветение – формирование бобов	70-80-70	773	828	851	817
	80-80-70	778	792	830	800
	80-80-80	769	797	850	805
Формирование бобов-налив бобов	70-80-70	800	846	811	819
	80-80-70	791	815	797	801
	80-80-80	781	821	804	802
Налив бобов-созревание	70-80-70	1177	1010	1111	1099
	80-80-70	1158	997	1083	1079
	80-80-80	1215	1021	1118	1118
Созревание-полная спелость	70-80-70	421	479	448	449
	80-80-70	341	507	413	420
	80-80-80	549	720	623	631
Посев-полная спелость	70-80-70	4306	4522	4529	4452
	80-80-70	4567	4775	4784	4709
	80-80-80	4808	5027	5025	4953

Результаты дисперсионного анализа показателей урожайности(т/га)  
сортов сои при различных режимах орошения в 2013 году.

Факторы		Повторения				Сумма	Среднее
Сорт	Режим орошения, %НВ	1	2	3	4		
ВНИИОЗ 86	70—80—70	2,63	2,84	2,79	2,7	10,96	2,74
	80—80—70	2,51	2,7	2,65	2,58	10,44	2,61
	80—80—80	2,24	2,46	2,39	2,31	9,40	2,35
Волгоградка 2	70—80—70	3,59	3,37	3,42	3,54	13,92	3,48
	80—80—70	3,63	3,42	3,49	3,54	14,08	3,52
	80—80—80	3,11	2,9	2,99	3,04	12,04	3,01
ВНИИОЗ 31	70—80—70	3,3	3,11	3,2	3,11	12,72	3,18
	80—80—70	3,52	3,3	3,48	3,54	13,84	3,46
	80—80—80	3,22	3,04	3,15	3,07	12,48	3,12
		27,75	27,14	27,56	27,43	109,88	3,05

Оценка существенных частных различий:

$$C_a=0,0714 \text{ НСР}_{(05)}A=0,16$$

$$s_x=0,07$$

$$t_{05}=2,2600$$

$$C_b=0,0714 \text{ НСР}_{(05)}B=0,16$$

$$s_d=0,1010$$

$$C_{ab}=0,1010 \text{ НСР}_{(05)}AB=0,23$$

$$\text{НСР}=0,2282$$

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F	
				набл.	Табл. 0,05
Общая	—413,4821	15	—	—	—
Повторений	0,0493	3	—	—	—
Сорт А	—245,1055	1	— 245,1055	— 12018,2484	5,12
Орошение В	—250,1239	1	— 250,1239	— 12264,3154	5,12
Взаимодействие АВ	81,5145	1	81,5145	3996,8973	5,12
Остаток (ошибки)	0,1835	9	0,0204	—	—



Результаты дисперсионного анализа показателей урожайности (т/га)  
сортов сои при различных режимах орошения в 2014 году.

Факторы		Повторения				Сумма	Среднее
Сорт	Режим орошения, %НВ	1	2	3	4		
ВНИИОЗ 86	70—80—70	2.38	2.61	2.47	2.54	10	2.5
	80—80—70	2.36	2.57	2.49	2.42	9.84	2.46
	80—80—80	2.01	2.24	2.10	2.17	8.52	2.13
Волгоградка 2	70—80—70	3.13	3.33	3.24	3.18	12.88	3.22
	80—80—70	3.19	3.39	3.25	3.29	13.12	3.28
	80—80—80	2.74	2.95	2.8	2.87	11.36	2.84
ВНИИОЗ 31	70—80—70	2.86	3.07	2.99	2.92	11.84	2.96
	80—80—70	3.12	3.32	3.25	3.15	12.84	3.21
	80—80—80	2.51	2.74	2.67	2.6	10.52	2.63
		24.3	26.22	25.26	25.14	100.92	2.80

Оценка существенных частных различий:

$$C_a=0,0169 \text{ НСР}_{(05)A}=0,03$$

$$s_x=0,02$$

$$t_{05}=2,0400$$

$$C_b=0,0195 \text{ НСР}_{(05)B}=0,04$$

$$s_d=0,0337$$

$$C_{ab}=0,0195 \text{ НСР}_{(05)AB}=0,04$$

$$\text{НСР}=0,0688 \text{ (общая)}$$

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F	
				набл.	табл. 0,05
Общая	76,0993	47	-	-	-
Повторений	0,1545	3	-	-	-
Сорт А	2,7594	2	1,3797	606,2597	3,29
Орошение В	72,0889	3	24,0296	10558,9601	2,90
Взаимодействие АВ	1,0214	6	0,1702	74,8029	2,40
Остаток (ошибки)	0,0751	33	0,0023	-	-

## Приложение 29

Результаты дисперсионного анализа показателей урожайности (т/га) сортов сои при различных режимах орошения в 2015 году.

Факторы		Повторения				Сумма	Среднее
Сорт	Режим орошения, %НВ	1	2	3	4		
ВНИИОЗ 86	70-80-70	2,25	2,33	2,18	2,4	9,16	2,29
	80-80-70	2,29	2,17	2,02	2,28	8,76	2,19
	80-80-80	2,09	1,99	1,87	2,21	8,16	2,04
Волгоградка 2	70-80-70	2,91	2,8	2,68	2,97	11,36	2,84
	80-80-70	2,81	2,96	2,77	3,02	11,56	2,89
	80-80-80	2,7	2,79	2,61	2,9	11,0	2,75
ВНИИОЗ 31	70-80-70	2,95	2,81	2,68	3	11,44	2,86
	80-80-70	2,84	2,95	2,74	3,07	11,6	2,9
	80-80-80	2,88	2,77	2,66	2,93	11,24	2,81
		23,72	23,57	22,21	24,78	94,28	2,62

Оценка существенных частных различий:

$$C_a=0,0249 \text{ НСР}_{(05)}A=0,05$$

$$s_x=0,04$$

$$t_{05}=2,0400$$

$$C_b=0,0288 \text{ НСР}_{(05)}B=0,06$$

$$s_d=0,0498$$

$$C_{ab}=0,0288 \text{ НСР}_{(05)}AB=0,06$$

$$\text{НСР}=0,1017 \text{ (общая)}$$

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F	
				набл.	табл. 0,05
Общая	65,9312	47	-	-	-
Повторений	0,2780	3	-	-	-
Сорт А	2,6841	2	1,3420	270,0707	3,29
Орошение В	61,8590	3	20,6197	4149,5032	2,90
Взаимодействие АВ	0,9461	6	0,1577	31,7311	2,40
Остаток (ошибки)	0,1640	33	0,0050	-	-

## Приложение 30

Результаты дисперсионного анализа показателей урожайности (т/га) сортов сои при различных режимах орошения (средние данные за 2013-2015 год).

Факторы		Повторения				Сумма	Среднее
Сорт	Режим орошения, %НВ	1	2	3	4		
ВНИИОЗ 86	70-80-70	2,42	2,59	2,48	2,55	10,04	2,5
	80-80-70	2,39	2,48	2,39	2,43	9,69	2,42
	80-80-80	2,11	2,23	2,12	2,23	8,69	2,17
Волгоградка 2	70-80-70	3,21	3,17	3,11	3,23	12,72	3,18
	80-80-70	3,21	3,26	3,17	3,28	12,92	3,23
	80-80-80	2,85	2,88	2,8	2,94	11,47	2,87
ВНИИОЗ 31	70-80-70	3,04	3	2,96	3,01	12,01	3
	80-80-70	3,16	3,19	3,16	3,25	12,76	3,19
	80-80-80	2,87	2,85	2,83	2,87	11,42	2,85
		25,26	25,65	25,02	25,79	101,72	2,83

Оценка существенных частных различий:

$$C_a=0,0124 \text{ НСР}_{(05)A}=0,02$$

$$s_x=0,02$$

$$t_{05}=2,0400$$

$$C_b=0,0143 \text{ НСР}_{(05)B}=0,03$$

$$s_d=0,0247$$

$$C_{ab}=0,0143 \text{ НСР}_{(05)AB}=0,03$$

$$\text{НСР}=0,0504 \text{ (общая)}$$

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F	
				набл.	табл. 0,05
Общая	76,5034	47	-	-	-
Повторений	0,0312	3	-	-	-
Сорт А	2,8487	2	1,4243	1164,8772	3,29
Орошение В	72,5455	3	24,1819	19776,9777	2,90
Взаимодействие АВ	1,0376	6	0,1729	141,4274	2,40
Остаток (ошибки)	0,0404	33	0,0012	-	-

## Приложение 31

Показатели признака «доля зерна в общей биомассе» в зависимости от особенностей сорта и режима орошения сои, %

Годы	Режим орошения, %НВ	Сорта			Среднее по режиму орошения
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 31	
2013	70-80-70	38,9	34,3	30,4	34,5
	80-80-70	33,0	32,2	30,2	31,8
	80-80-80	29,2	27,1	27,1	27,8
	Среднее по сорту	33,7	31,2	29,2	
2014	70-80-70	35,7	32,9	30	32,9
	80-80-70	30,4	32,1	27,2	29,9
	80-80-80	26,8	26,5	24,2	25,8
	Среднее по сорту	31	30,5	27,1	
2015	70-80-70	34,1	32,5	32,3	33
	80-80-70	28,9	30,5	29,7	29,7
	80-80-80	26,4	28,3	28,5	27,7
	Среднее по сорту	29,8	30,4	30,2	

## Приложение 32

Суммарное содержание в семенах сои белка и жира на вариантах изучения сортов и режима орошения сои в различные годы, % от сухого вещества

Сорта	Режим орошения %НВ	Содержание белка и жира				Отклонение от контроля, %	Режим орошения, %НВ	Сорта	Среднее содержание белка и жира	Отклонение от контроля, %
		2013	2014	2015	Среднее					
ВНИИОЗ 86	70-80-70	59,6	58,8	56,8	58,4	2,1	70-80-70	ВНИИОЗ 86	58,4	2,1
	70-80-70	59,3	57,2	55,9	57,5	1,2		Волгоградка 2	57,1	-1,3
	70-80-70	58,3	55,5	55,1	56,3	—		ВНИИОЗ 31	56,8	-0,6
Волгоградка 2	70-80-70	55,4	56,4	59,4	57,1	-1,3	70-80-70	ВНИИОЗ 86	57,5	1,2
	70-80-70	54,3	55,6	56,4	55,4	-3		Волгоградка 2	55,4	-3
	70-80-70	57,9	60	57,4	58,4	—		ВНИИОЗ 31	57,2	-0,2
ВНИИОЗ 31	70-80-70	58,5	56,8	55,2	56,8	-0,6	70-80-70	ВНИИОЗ 86	56,3	—
	70-80-70	58,1	58,6	55	57,2	-0,2		Волгоградка 2	58,4	—
	70-80-70	58,5	60	53,6	57,4	—		ВНИИОЗ 31	57,4	—