

633.34

Т 46

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

П.В. ТИХОНЧУК

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
МОБИЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ СОИ



БЛАГОВЕЩЕНСК
Издательство ДальГАУ
2004

633. 81

Т 46

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

П.В. Тихончук

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
МОБИЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ СОИ**

монография

Ф43

БИБЛИОТЕКА
Дальневосточного
госагроуниверситета

**Издательство ДальГАУ
2004**

УДК 574:575:633.34

ББК42.113

Тихончук П.В. Экологические основы мобилизации генетических ресурсов сои: монография. - Благовещенск: ДальГАУ, 2004. - 177 с.

В монографии приведены результаты многолетних исследований по изучению генетических ресурсов сои. Подробно рассмотрены вопросы по изучению исходного материала сои по комбинационной способности, биохимическим показателям и устойчивости к соевой цистообразующей нематоды. Представлены научные основы создания межвидовых гибридов сои и их селекционно-генетический анализ по морфологическим и хозяйственно-биологическим признакам. Рассмотрена экологическая и генетическая изменчивость биохимического состава семян сои.

Монография рассчитана на специалистов научно-исследовательских учреждений, аспирантов и студентов высших учебных заведений аграрного профиля.

Рецензенты: А.Я. Ала, д.с.-х.н., руководитель селекцентра ВНИИ сои
В.Т. Синеговская, д.с.-х.н., зам. директора по научной работе ВНИИ сои

Редактор А.И. Каземова

Печатается по решению Ученого совета ДальГАУ.
(Протокол №5 от 12 января 2004 г.)

ISBN 5-9642-0001-X

©Тихончук П.В.

©Издательство ДальГАУ

2004

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Селекция как фактор увеличения генотипической изменчивости сои.....	9
1.1 Основные направления селекционно-генетических исследований по сое.....	9
1.2 Степень проявления гетерозиса в гибридных комбинациях сои.....	21
1.3 Комбинационная способность коллекционных образцов сои	25
1.4 Биохимическая характеристика сортообразцов сои различного эколого-географического происхождения.....	28
1.5 Создание исходного материала для селекции сои на устойчивость к <i>Heterodera glycines</i>	42
2 Использование адаптивного потенциала дикорастущих форм сои в селекционном процессе.....	64
2.1 Межвидовая гибридизация как метод расширения биологического разнообразия генофонда сои	64
2.2 Наследование и изменчивость морфологических признаков у гибридов <i>G. max</i> x <i>G. soja</i>	77
2.3 Наследование и изменчивость хозяйственно-ценных признаков в F_2 <i>G. max</i> x <i>G. soja</i>	89
2.4 Наследование и изменчивость биохимического состава семян в F_2 <i>G. max</i> x <i>G. soja</i>	105
3 Экологическая и генетическая изменчивость биохимического состава семян сои.....	115
3.1 Агроэкологическая оценка биохимического состава семян сои.....	115
3.2 Генотипические особенности биологически активных веществ семян сортов сои, районированных в Амурской области.....	125
3.3 Изменчивость биохимического состава семян сои в зависимости от погодных условий года.....	131
3.4 Влияние экологических условий зоны возделывания на биохимический состав семян сои.....	136
Заключение.....	143
Список литературы.....	145

ВВЕДЕНИЕ

Соя значительно превосходит все возделываемые в нашей стране сельскохозяйственные растения по богатству природного комплекса белков, жиров, углеводов, минеральных солей, витаминов и других биологически ценных веществ. Содержание белка в семенах достигает 50%, жира 25% и более, углеводов до 25% [66,105,158,163,166]. Как отмечал В.А. Золотницкий, «...ни одно растение в мире не может произвести столько жира и белка, сколько дает она, ни одно растение не может соперничать с соей по количеству вырабатываемых из нее продуктов» [106]. В связи с возрастающей потребностью в этих веществах для питания человека и в качестве необходимых компонентов кормовых рационов животных и птиц, для медицины и технических целей большое значение имеет широкое использование сои.

Благодаря экологической пластичности соя шагнула далеко за пределы первоначального распространения и в настоящее время возделывается более чем в шестидесяти странах. Главными производителями сои в мире являются США (63млн. тонн в год), Бразилия (24 млн. тонн), Китай (13 млн. тонн), Аргентина (12 млн. тонн). Эти страны дают сегодня около 90% мирового сбора сои. На уровне мирового производства Россия занимает весьма скромное место и производит примерно 0,3% зерна сои [36,145,264,265].

В связи с биологическими особенностями, несмотря на экологическую пластичность, распространение сои имеет ярко выраженный зональный характер. В России, в основном, можно выделить две зоны соесояния: южную (Приморский край, Краснодарский край, Северный Кавказ, Волгоградская и Ростовская области и др.) и северную, умеренно холодную (Амурская область, часть Хабаровского края, Самарская и Саратовская области).

При этом интродукция сои практически невозможна, для каждой зоны необходимо иметь собственный набор сортов, выведенных в местных условиях, приспособленных к определенным экологическим условиям. Для решения этой задачи на первый план выдвигается селекция.

До недавнего времени основной задачей селекции для зоны умеренно-холодного климата (Амурская область, где сосредоточено 60% посевных площадей сои РФ) являлось сочетание в сорте высокой продуктивности и скороспелости. Усилиями амурских селекционеров В.А.Золотницкого, К.К.Малыш, Т.П.Рязанцевой и Л.К.Малыш эта задача была решена. Сорты Северная 4, Салют 216, Юбилейная, Смена, ВНИИС-1, Октябрь-70, созданные этими учеными, являются ранне- и среднеспелыми, обладают достаточно высокой урожайностью.

Однако, используемые в производстве сорта генетически очень близки. Дальнейшее снижение генетического разнообразия агроценозов усилит экологическую уязвимость агроэкосистем и потребует постоянного наращивания количества и ассортимента применяемых пестицидов.

Увеличение генетического разнообразия сортов сои, с целью снижения их экологической уязвимости, возможно на основе мобилизации биологического разнообразия этой культуры. Одно из направлений - это вовлечение в селекционный процесс диких видов как доноров коадаптивных блоков генов онтогенетической и филогенетической адаптации.

Целесообразность широкого использования дикой сои в генетико-селекционных исследованиях, объясняется необходимостью введения в культуру новых доминантных генов, обуславливающих, как правило, экологическую пластичность, высокий гомеостаз, устойчивость к неблагоприятным факторам климата, болезням и вредителям и т.д.

Используя такие гены, можно решать важнейшую задачу селекционного процесса, связанную с генетической адаптацией сортов к условиям региона, что заметно устранил зависимость урожая от изменений климатических и других условий.

Большими резервами изменчивости и адаптивности обладают дикие популяции, что и объясняет их высокую приспособляемость к неблагоприятным условиям окружающей среды. Как правило, наиболее приспособленными в природных популяциях оказываются те формы, у которых количественные призна-

ки близки к средним значениям [102]. В селекции и в ГСУ в основном ориентируются на максимальный уровень проявления хозяйственно-ценных признаков, что в силу интегрированности адаптивных реакций целостного растения, неизбежно ведет к сопряженной изменчивости целого комплекса других морфобиологических признаков и биоэнергетических характеристик. Поэтому при отборе сортов с максимальной урожайностью без учета качественных показателей в жертву, как правило, приносится экологическая устойчивость растения.

Учитывая то обстоятельство, что признаки качества по своей генетической природе относятся к разряду количественных и сильно подвержены изменчивости под влиянием внешней среды, селекционно-генетическое изучение их необходимо проводить с учетом экологических условий среды.

В агроэкологических условиях Среднего Приамурья потенциальную продуктивность сортов сои не удастся реализовать в производстве из-за значительных перепадов дневных и ночных температур, неравномерности выпадения осадков, сильной засоренности полей, и других неблагоприятных факторов. За последние 10-15 лет потенциальная продуктивность сортов сои увеличилась в 1,5 раза. Урожайность новых сортов на ГСУ Дальневосточного региона достигает 30 ц/га, но средняя урожайность по области в производстве по-прежнему на уровне 10 ц/га, в передовых хозяйствах до 18-20ц/га. Поэтому, по-нашему мнению, необходимо больше внимания уделять повышению адаптивного потенциала сои, что не возможно без изучения ферментов, которые, обладая определенной биохимической специфичностью, помогают растительному организму адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям культивирования.

Благодаря фундаментальным достижениям в области общей и молекулярной генетики, физиологии, биохимии, экологии и других направлений исследований, возможности селекции в управлении наследственностью организмов существенно возросли. Это позволяет значительно ускорить селекционный процесс и реализовать принципиально новые задачи генетического улучшения растений на основе широкого использования «залежей» зародышевой плазмы

громадного разнообразия диких видов (как в качестве доноров по ряду ценных признаков). Сильный полиморфизм рода *Glucine* дает богатые возможности, как для аналитической, так и для синтетической селекции [129,283]. Отсюда вытекает необходимость биохимического исследования большого разнообразия культурных и диких форм сои, отражающих всю гамму переходов представителей изучаемого рода. Для селекции на качество важно иметь сорта, устойчиво сохраняющие биохимические особенности в различных природно-климатических зонах. Генетические исследования в нашей стране в области биохимических показателей сои можно считать единичными. Эти работы связаны с целым рядом как экспериментальных, так и технических трудностей. Но развитие их дает возможность селекционеру целенаправленно и безошибочно подбирать исходный материал для создания сортов с необходимым биохимическим составом семян. Для изучения наследования биохимических признаков сои, необходим правильный набор сортов, который может быть произведен на основе биохимического изучения сортового разнообразия. Богатый исходный материал, наличие в мировой практике методик по определению ценных веществ, достаточно хорошо изученная генетика биологических признаков, всё это способствует селекции в этом направлении. Однако, до настоящего времени, целенаправленных исследований по изучению генетической и экологической специфики биологически активных веществ семян сои не проводилось.

Для решения данных задач в каждом экономическом регионе возделывания сои необходимо вести работы по созданию исходного материала, адаптированного к конкретным экологическим условиям, используя все современные методы. Основным из них является гибридизация. При использовании этого метода приходится ежегодно проводить большое число комбинаций скрещивания и, как правило, изучать ежегодно множество гибридов. Однако, как показывает практика селекционных учреждений, удачные скрещивания бывают крайне редко.

Повышению эффективности гибридизации может способствовать использование в скрещиваниях родительских форм с высокой комбинационной спо-

собностью. Поэтому изучение исходного материала в этом отношении важный и необходимый этап селекционного процесса.

Важной проблемой в соеводстве является широкое распространение и вредоносность соевой цистообразующей нематоды. В Амурской области этот фитогельминт обнаружен в 1973 году, широко распространен во всех соесеющих районах области и приводит к снижению урожая сои на 10-25 %, а в отдельных случаях до 70-90 % [152,224].

Соевая цистообразующая нематода наносит значительный ущерб соевому производству Японии, США, Кореи, Бразилии. В мире 10% сельскохозяйственной продукции сои теряется из-за повреждений корневой системы растений соевой цистообразующей нематодой, что составляет 1/3 от общих потерь из-за вредителей и болезней [184,360]. По данным американских исследователей в борьбе с соевой нематодой наиболее рациональным является интегрированный метод борьбы, в котором ведущее место отводится возделыванию нематодоустойчивых сортов сои [306].

Исследования по соевой цистообразующей нематоды в Амурской области проводили Л.Е. Глотова, Н.Н. Кравцова, Е.В. Власенко [56,67,151]. В работах этих ученых освещены вопросы по вредоносности соевой нематоды, расовому составу, её распространённости на территории области, началу поиска устойчивых к паразиту сортов сои. Однако, до настоящего времени не было выделено источников высокой устойчивости к *Heterodera glycines*.

Таким образом, агроэкологические условия возделывания сои не позволяют реализовать высокий биологический потенциал современных селекционных достижений. Следовательно, необходимо расширить направленность селекционных программ, переориентировав их с высокой урожайности на экологическую устойчивость.

1. СЕЛЕКЦИЯ КАК ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ ГЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОИ

1.1 Основные направления селекционно-генетических исследований по сое

Значение селекции трудно переоценить. Н.И. Вавилов писал, что селекцию можно рассматривать как науку, как искусство и как определённую отрасль сельскохозяйственного производства [44]. Конечная цель селекционной работы - создание сорта, обеспечивающего в определённых условиях устойчивые урожаи при высоком качестве продукции [198].

В системе адаптивного растениеводства, интенсификация которого во всё большей степени ориентируется на устойчивый рост урожайности, энергоэкономичность и природоохранность, ведущая роль принадлежит селекции. Согласно существующим оценкам, вклад селекции в повышение урожайности важнейших сельскохозяйственных культур за последние 30 лет оценивается в 30-70% .

Значение селекции в современных экономических условиях будет возрастать из года в год, так как только с её помощью можно создать и приспособить для нужд человека такие типы растений, для возделывания которых требуются минимальные материальные ресурсы. Очевидно, что повышение продуктивности растениеводства в будущем ещё в большей степени будет базироваться на биологизации и, прежде всего, увеличении адаптивного потенциала культивируемых видов растений за счёт селекции [40].

Поступательное развитие сельскохозяйственного производства невозможно без внедрения новых технологий и приспособленных к ним сортов. Реализация генетического потенциала сортов во многом определяется действием абиотических и биотических факторов.

Для снижения действия абиотических факторов применяют орошение, известкование, посевы в разные сроки и устойчивые сорта. Орошение, известко-

вание и мелиорация требуют больших капиталовложений. Возделывание устойчивых сортов требует затрат только на научную работу. Поэтому вопросы устойчивости сортов к неблагоприятным факторам среды входят во все селекционные программы.

Биотические факторы дают снижение урожайности в 2-10 раз, что обуславливает необходимость проведения защитных мероприятий. Например в США для борьбы с цистообразующей нематодой ежегодно тратится 18 млрд. долларов, создание устойчивых к отдельным расам нематод сортов позволяет не только сократить эти затраты, но и улучшает экологическую обстановку. В последние годы развивается новое направление селекции: создание сортов, толерантных к сорнякам, болезням и вредителям, что позволяет снизить затраты на проведение защитных мероприятий [80].

Создавая новые сорта или вводя в них новые признаки, можно расширить ареал. Благодаря созданию холодостойких сортов сои, эта теплолюбивая культура из Юго-Восточной Азии продвинулась во все страны мира - Польшу, Финляндию, Канаду, США. В Амурской области в 1929 году посевы сои составляли 0,1% от посевных площадей, в настоящее время они занимают 30% от посевных площадей.

Использование в производстве пестицидов и удобрений приводит к загрязнению окружающей среды и ухудшению экологической обстановки. Создание сортов, устойчивых к болезням и вредителям, более рационально использующих удобрения, позволяет сократить затраты на внесение пестицидов, некоторых удобрений и улучшить экологическую обстановку.

Успехи в создании сортов и гибридов различного направления в значительной мере зависят от разнообразия исходного генетического материала. Значение генофондов для селекции возрастает с каждым годом. Со сбора и изучения исходного материала начинается селекционная работа с любой культурой. Исходным материалом могут служить дикорастущие формы, генетически близкие изучаемой культуре, местные сорта и сорта народной селекции, интродуцированные сорта, искусственно созданные сорта и гибриды. Искусственным пу-

тём исходный материал создают посредством гибридизации, воздействием химических или физических факторов (мутагенез и полиплоидия), а также методом стерильной культуры клеток и тканей, то есть биотехнологическим методом.

Селекционеры, работающие с соей, применяют различные методы создания исходного материала в своих исследованиях. Чаще всего используется внутривидовая гибридизация эколого-географически отдалённых форм с последующим отбором в гибридных поколениях [50,229,198,173].

Вообще, генетическая рекомбинация составляет основу селекции, гибридизация остаётся главным, решающим методом создания новых сортов [198].

По сообщению ряда учёных [2,198], сложная гибридизация даёт возможность получить новые сорта с более широкой генетической основой. Другие исследователи предпочитают использовать мутагенные факторы для получения мутантов с хозяйственно-ценными признаками от исходных форм [181,177].

В.Б. Енкен считал, что гибридизация и мутагенез это два принципиально разных и взаимодополняющих метода создания новых сельскохозяйственных культур [94]. Другие исследователи полагают, что в селекционной работе необходимо использовать комбинированный метод создания нового селекционного материала, применив гибридизацию с последующей обработкой мутагенами полученных гибридных семян, особенно первого поколения. Они полагают, что при сочетании гибридной и мутационной изменчивости удаётся отобрать значительно большее количество форм с изменёнными признаками, которые представляют определённый интерес в селекции, ввиду того, что при облучении гетерозиготного материала увеличивается спектр изменчивости у исследуемых объектов [41,271].

Однако, у некоторых учёных - селекционеров эти выводы не находят экспериментального подтверждения и единого мнения об эффективности указанных методов не существует [115,178,241].

В последние годы изучается возможность применения биотехнологии в создании исходного материала. В этом направлении селекционно-генетические

исследования по генной и клеточной инженерии ведутся в ряде стран мира - США, Японии, Великобритании, Китае, Индии. Наибольших успехов в этом отношении добились учёные США и Японии, особенно в изучении тканевых и клеточных структур *in vitro* [52,53,86,278].

В России в конце 80-х, начале 90-х годов 20 века шло быстрое нарастание темпов исследований по этим вопросам. Селекционеры стали всё чаще использовать биотехнологию при создании исходного материала. По данным В.Н.Плацсва, Н.Н.Гусевой клеточная селекция даёт возможность сравнительно быстро получить и отобрать исходные формы как с повышенной продуктивностью, так и устойчивые к неблагоприятным факторам среды и болезням [212]. Однако, по сое исследования в данном направлении ведутся в далеко недостаточных объёмах. Работы, осуществляемые во ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии, ВНИИМКе, ВНИИ сои, Приморском НИИСХе проводятся, в основном, в направлении изучения клеточных структур культуры ткани сои. Во ВНИИ сои получен каллус из различных тканевых эксплантов и регенерированы растения сои. Велась работа по получению гаплоидов из незрелой пыльцы, был запатентован способ выделения пыльников сои. С целью получения разнообразия генотипов с хозяйственно-ценными признаками и интенсификации селекционного процесса исследования по биотехнологии сои проводятся в Приморском НИИ сельского хозяйства [50,51,279,281].

Применением скрещиваний, мутагенеза, полиплоидии и других методов создаётся обширный исходный материал. Однако выделение из него форм, обладающих сочетанием нужных признаков и свойств, достигается проведением отбора, который является завершающим этапом селекционного процесса [256].

Как считают многие учёные [50,102], отбор это процесс дифференциального воспроизведения генотипов в популяции, являющийся главным фактором эволюции. Отбор не является источником изменчивости, он действует на фоне гетерогенности, создаваемой рекомбинациями и другими процессами, и в отношении данного признака прекращается при достижении гомозиготности по соответствующим аллелям.

В решении вопроса об идентификации в популяциях растений селекционно-ценных генотипов по фенотипам значительные исследования проведены В.А. Драгавцевым с сотрудниками. Ими развит новый принцип фоновых признаков, позволяющий проводить идентификацию генотипов по фенотипам без смены поколений [90,91].

Однако в абсолютном большинстве случаев новые высокопродуктивные генотипы отбираются селекционерами при визуальной оценке в гибридном питомнике. При этом не имеется единого мнения по поводу того, на каком этапе селекционного процесса наиболее эффективно проводить отбор элитных растений. Так в программах работ Дальневосточного и Западно-Сибирского селекционных центров [220,221] отмечается, что поскольку продуктивность растения контролируется многими генами с аддитивным и кумулятивным действием, нет оснований ожидать усиленного выражения других хозяйственно-ценных признаков, влияющих на признак продуктивности растения, и поэтому отбор в расщепляющихся популяциях следует начинать с F_2 . Браковка должна быть самой жесткой, чтобы не перегружать работу селекционера малоценным материалом на последующих не менее ответственных этапах отбора и оценки селекционных линий. Большинство авторов [50,170] сходятся на том, что эффективность раннего отбора во многом увеличивается, если визуально видна потенциальная продуктивность растения.

В исследованиях А.П. Вашенко с сотрудниками приводятся данные о том, что индивидуальный отбор следует начинать со второго поколения [50]. Вместе с тем, существует ряд мнений, что наибольшая эффективность отбора достигается при проведении отбора в первом поколении гибридов [191,299].

Другие исследователи: В.И. Сичкарь [241], А.Ф. Стельмах [256], С. R. Weber [401] считают, что отбор высокопродуктивных гибридов в F_1 и F_2 неэффективен, ввиду наличия значений большей средовой вариации у гибридов в ранних поколениях. По их мнению, отбор следует производить в F_4 , F_5 . Аналогичного мнения придерживается А.Я. Ала [2], который указывает, что в расщепляю-

щихся популяциях разные генотипы (высоко- и низкопродуктивные) могут иметь одинаковый фенотип.

В настоящее время селекционеры используют индивидуальный и массовый отборы, которые варьируют в зависимости от целей селекции и происхождения гибридного материала. Как правило, отбор по различным признакам проводится в ранних поколениях [109].

«Успех селекции зависит не только от правильно сформированной популяции, но и от выбранного метода отбора. Массовый отбор более эффективно применять при сочетании с браковкой по отрицательным признакам в течение пяти – шести поколений, а после этого с проведением индивидуального отбора». – Из приведённой цитаты А.К. Лещенко, В.И. Сичкаря, В.Г. Михайлова [168] следует, что принцип «растягивания» выделения константных форм до F_5 , F_6 и далее, применим только к методу массового отбора. Но «...слабой стороной его является невозможность установить наследственный характер нужных признаков». Не вдаваясь в спор о целесообразности применения метода массового отбора для селекции сои, приведём следующий материал из того же источника: «Индивидуальный отбор включает оценку потомства отдельных растений, что позволяет использовать истинно генотипические отклонения. В современных программах в основном применяют различные схемы многократного индивидуального отбора с проверкой продуктивности потомства в ряде поколений. ... По методу педигри отбор родоначальных растений начинают во втором поколении и продолжают до получения константных линий...» То есть речь идёт о том, что отбор лучших и браковку худших форм следует начинать во втором поколении. Хотя и приводятся предложения, что браковать во втором поколении следует с осторожностью, особенно по урожайности.

П.П. Фисенко [278] отмечает: «Изучение принципов подбора родительских форм и сделанное заключение о наличии положительной коррелятивной зависимости между величиной гетерозиса в первом поколении и степенью положительной трансгрессии нашли практическое использование в селекции –

браковки бесперспективных гибридных комбинаций, проводимые в первом поколении, резко сократили селекционный объём, тем самым сделали более эффективным селекционный процесс». Отбор начинается ещё в первом поколении. Начиная с F_2 , проводится индивидуальный отбор лучших форм и отбираются константные или относительно константные линии.

А.П. Ващенко [50]: «Гетерозис у сои переходит в трансгрессии (речь идёт не о всех, а о лучших сочетаниях родительских форм в гибридных комбинациях), коэффициент в среднем 0,712, то есть семь из десяти растений сои – гетерозисные, причём гетерозис затухает к четвертому - пятому поколениям лишь на 29 – 30%» и далее: «...Браковать нужно с F_2 , чтобы не тратить время и силы. Необходимо проводить новые скрещивания и вводить в изучение новые гибриды F_1 и F_2 , а не затягивать искусственно селекционный процесс».

О.М. Комолых [53], в ДальНИИСХе селекционный процесс ведёт по двум вариантам: «... По первому варианту индивидуальный отбор начинается с растений F_2 , по группам вегетации ... с F_3 начинается посев с ежегодным отбором по группам признаков. Отбор проводится ежегодно по элементам продуктивности и вегетационному периоду...». Закачивается отбор к F_7 , причём степень гомозиготности выше в данном варианте отбора.

Таким образом, из приведённых выше литературных источников следует, что существует огромное разнообразие методов отбора и каждый исследователь вправе самостоятельно, опираясь на собственное видение проблемы, выбирать пути работы. Для настоящей работы был выбран метод индивидуального отбора в F_1 , F_2 с дальнейшим изучением потомства и отбора лучших растений до $F_5 - F_7$.

В Дальневосточном регионе основным методом селекции сои является гибридизация эколого-географически и филогенетически отдалённых форм с последующим отбором в гибридных популяциях. Климатические особенности региона и биологические особенности растения сои таковы, что интродукция в чистом виде практически невозможна. Поэтому подавляющая часть возделываемых ныне в области сортов имеет общую генетическую основу. Это приво-

дит к обеднению генофонда и невозможности выводить новые сорта, обладающие лучшими, по сравнению с уже имеющимися сортами, хозяйственно-ценными признаками. Вовлечение в скрещивания сортообразцов из других зон страны, а также из Мировой коллекции ВИР и форм дикой сои позволит получить обширный и разнообразный генетический материал, из которого, путём отбора можно будет выводить новые сорта.

Основным методом конструирования сортов сои по заданным параметрам пока остаётся внутривидовая гибридизация специально подобранных родительских пар, при этом основная трудность заключается в том, что признаки передаются потомству не в таком виде как у родительских компонентов. Вследствие перекombинации наследственных факторов родителей возникают новые генотипы, нарушаются корреляционные отношения между отдельными признаками, изменяется степень реакции на факторы среды. Необходимо руководствоваться эколого-географическим происхождением, уровнем общей комбинационной способности и генетической дивергенцией родоначальных форм. На основании обобщения собранных в экспедициях материалов Н.И. Вавилов показал, что различные растения были введены в культуру в определённых зонах, из которых они в дальнейшем распространились в другие районы, и что наибольшая изменчивость определённого вида наблюдалась в зоне его происхождения [44].

Высокая эффективность селекции путём интрогрессии в одном генотипе признаков форм различного эколого-географического происхождения обусловлена накоплением благоприятно действующих аддитивных генов. Поэтому необходимо стремиться к вовлечению более широкого набора сортов различных экологических групп, чтобы повысить вероятность самых благоприятных сочетаний генов. Достоверную информацию о ценности определённых форм для гибридизации дают методы оценки общей и специфической комбинационной способности [50,185].

При использовании метода гибридизации селекционер производит большое число комбинаций скрещивания и, как правило, изучает ежегодно множество гибридов. Однако, как показывает практика многих селекционных учреж-

дений, удачные скрещивания бывают крайне редко. Повышению эффективности гибридизации может способствовать использование в скрещиваниях родительских форм с высокой комбинационной способностью. Поэтому изучение исходного материала в этом отношении - важный и необходимый этап селекционного процесса [260,273,276,285].

Понятие комбинационной способности было создано в ходе исследований по гетерозису у гибридной кукурузы и в течение нескольких десятилетий применялось только к этой культуре. В дальнейшем круг культур для изучения комбинационной способности расширился, но большинство исследователей связывали это явление с промышленным использованием гетерозиса у гибридов первого поколения. В то же время в ряде работ допускается возможность использования явления комбинационной способности для оценки исходного материала при селекции линейных сортов, в том числе по самоопыляющимся культурам [296,297,24,31,62,76].

Накопленные до сих пор литературные данные характеризуют оценку комбинационной способности как важное дополнение к непосредственному испытанию исходного материала. Но в отношении к линейной селекции, по сравнению с гетерозисной, интерпретация эффектов и, возможно, их генетическая природа несколько различны. В гетерозисной селекции линии с высокой общей и специфической комбинационной способностью рекомендуются для создания парных комбинаций, а с высокой ОКС и низкой СКС - для синтетических популяций [161].

В применении к селекции сои различия между ОКС и СКС могут быть использованы для планирования дальнейших скрещиваний и оценки гибридов в гибридном питомнике перед переходом их в селекционный питомник.

Наиболее эффективный путь выявления комбинационной способности - изучение урожайности и других свойств гибридов, созданных с участием проверяемых линий (сортов). Полевое испытание гибридов, созданных специально для этой цели, в условиях, обеспечивающих получение достаточно точных средних величин и минимальной ошибки опыта, позволяет получить необходи-

мую информацию для выявления общей комбинационной способности (ОКС), а в некоторых случаях и специфической комбинационной способности (СКС) [170,179].

В практике используют несколько генетических систем для получения гибридов с целью изучения комбинационной способности родительских форм, а именно: диаллельные скрещивания, поликроссы, топкроссы и свободное, неконтролируемое опыление. Из них наиболее полную информацию как в отношении ОКС, так и СКС каждой проверяемой линии дают диаллельные скрещивания. Кроме того, анализ результатов диаллельных скрещиваний может дать важную информацию о генетической природе родительских форм. Однако использование их связано с необходимостью осуществления и испытания значительного числа комбинаций. В поисках путей, сокращающих объем работы при этом способе получения гибридов, для выявления комбинационной способности были предложены методы неполных диаллельных скрещиваний. Они основаны на том, что каждую проверяемую линию скрещивают не со всеми, а только с некоторыми отцовскими формами из подлежащего изучению набора родителей. Эффективность неполных диаллельных скрещиваний, по сравнению с полными составляет 80-90%, при значительном (в некоторых случаях в три и более раза) сокращении объема работы [185,260].

При создании высокоурожайных сортов и гибридов важно предусмотреть, какие возможные комбинации скрещивания приведут в дальнейших поколениях к образованию желаемых трансгрессий, которые значительно превосходят родительские сорта [273,276].

Комбинационная способность определяется наследственными факторами. Экспериментально доказано, что отбор новых линий с высокой комбинационной способностью будет более эффективным из сортов или гибридов, у которых одна родительская форма обладает высокой комбинационной способностью, а другая низкой. Удалось получить линии с высокой комбинационной способностью с той же частотой, как и у гибридов, у которых обе родительские формы отличались высокой комбинационной способностью [284,285,291].

Различают общую комбинационную способность (ОКС) и специфическую (СКС). Необходимость разделения понятия обосновали теоретически и доказали экспериментально G.F. Sprague, L.A. Tatum, B.A. Rojas [375,386,387]. ОКС используют, когда желают определить среднюю ценность сорта в гибридных комбинациях, оценку СКС проводят, если необходимо дать характеристику отдельным комбинациям. Известно, что ОКС определяется аддитивными эффектами генов, а СКС - эпистазом и доминированием взаимодействия генов [295,296,297].

По утверждению А.П. Шумилина и А.Я. Ала, общая комбинационная способность сортов зависит от аддитивного эффекта генов, то есть обусловлена аддитивными вкладами сорта в генотип гибридов. Специфическая комбинационная способность является, главным образом, функцией неаддитивного действия генов. Поэтому в практическом плане, как показатель селекционной ценности гибридов, ОКС представляет собой наиболее точный критерий при подборе родительских пар. СКС представляет интерес для гетерозисной селекции. Поэтому анализ комбинационной способности по различным признакам можно рассматривать как один из методов оценки исходного материала в селекционных целях, который более эффективно позволит подбирать родительские формы для скрещиваний [297].

Распространено мнение о том, что явление гетерозиса имеет значение только для перекрёстно опыляющихся культур, а следовательно и изучение комбинационной способности для самоопылителей не является необходимостью. Однако, множество исследователей, как в нашей стране, так и за рубежом, отвергают это мнение [179,365,370,381].

Большое внимание уделяется изучению гетерозиса и комбинационной способности сои и гороха. По этому вопросу в разное время работали Т.Л. Сырьева [260], Т.Н. Бережко [30], Е.З. Щербина [299], А.П. Шумилин и А.Я. Ала [295,296,297], S.P. Tawar, G.B. Halvankar, V.M. Rant [392], Ю.П. Мякушко [198], С.С. Берлянд [32], А.К. Лещенко [164] и ряд других исследователей.

А.П. Ващенко в Приморском НИИСХ провел изучение доминирования количественных признаков и гетерозиса у гибридов в F_1 при разных принципах подбора родительских пар [50]. Данные исследования подтверждают то, что явление гетерозиса, свойственное всем культурам, имеет большое значение и для сои. Гетерозисный эффект, который чаще всего проявляется в первом поколении гибридов, быстро исчезает в последующих поколениях. Однако у некоторых гибридных форм в отдельных комбинациях, особенно, если в качестве родительских форм привлекались сорта - доноры высокой продуктивности, гетерозис не исчезает во втором и последующих поколениях. И если по величине данного признака гибрид превосходит лучшего из родителей, то в таком случае имеет место проявление трансгрессивности признаков.

А.К. Лещенко, В.И. Сичкарь, В.А. Лысенко объясняют появление положительных трансгрессий аддитивным действием доминантных генов, которыми обладают родительские формы. Чем их больше в генотипе, тем сильнее проявляется данный признак [165]. По наблюдениям М.Г. Мику, изучавшей трансгрессии по шести хозяйственно ценным признакам во втором поколении у десяти комбинаций гибридов сои, наиболее высокое трансгрессивное расщепление отмечалось по признакам, определяющим урожайность: число бобов на растении, масса семян с растения. Лучшие гибриды по продуктивности превосходили родительские формы более, чем в два раза [188,189]. По мнению П.П. Лукьяненко, трансгрессии по урожайности у гибридов чаще наблюдаются, если они получены от скрещивания эколого-географически отдаленных форм. Он считает, что отбор таких трансгрессивных генотипов позволяет выводить сорта, значительно превышающие по урожайности оба родительских сорта [171].

Исследования А.П. Ващенко подтверждают это. Кроме того, им же отмечено, что при анализе исходных форм, взятых из одной Дальневосточной зоны, положительно выделились комбинации гибридов, у которых родительские сорта различались между собой по большему числу признаков [50].

В рекомендациях многих авторов по теории гибридизации указываются требования, которые должны предъявляться к исходному материалу. Это различное эко-

лого-географическое происхождение отцовской и материнской форм, разная степень проявления морфологических и количественных признаков, учёт составляющих продуктивности, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, болезням и вредителям и т.п. Учитываются практически все показатели, кроме способности родительских форм создавать в гибриде лучшие комбинации хозяйственно-ценных признаков, то есть комбинационной способности. с

Таким образом, отбор исходного материала на высокую комбинационную способность является актуальной задачей, выполнение которой приведёт к ускорению процесса создания новых сортов для региона за счёт более удачных скрещиваний.

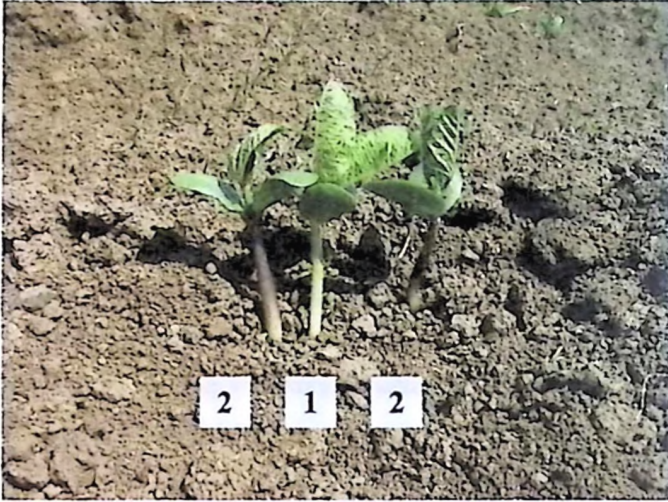
1.2 Степень проявления гетерозиса в гибридных комбинациях сои

Основным принципом подбора родительских пар при изучении гетерозиса было различное эколого-географическое происхождение сортообразцов и наличие контрастных морфологических признаков у скрещиваемых растений.

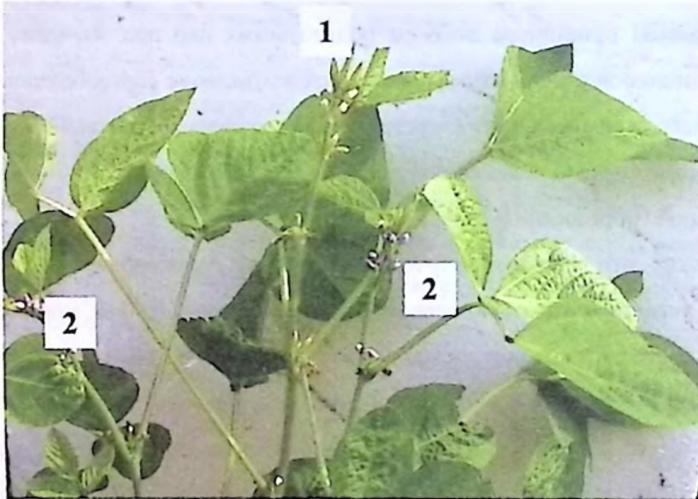
Гибриды первого поколения были получены методами искусственной [176] и естественной гибридизации (рис. 1.) [10,255].

Известно, что гибриды, полученные от удачно подобранных комбинаций, как правило, характеризуются в первом поколении повышенной мощностью роста растений, более высокой продуктивностью по сравнению с родительскими сортами.

Изучая гетерозис межсортовых гибридов сои, ряд учёных пришли к выводу, что он зависит от степени различия родителей по генетической природе их происхождения, комбинационной способности сортов и условий внешней среды в год испытания. При этом наибольший уровень гетерозиса отмечался у гибридов сои по продуктивности и её составляющим компонентам и который, по данным Ю.П. Мякушко, составляет 30,5%, В.А. Коробко и Д.П.Брутер - 64,4%. Самый высокий гетерозис у сои отмечали А.К. Лещенко, В.М. Михайлов, В. И. Сичкарь и др.. Его величина в экспериментах составляла 154,4-178,5%. [50].



а) фаза полных всходов



б) фаза массового цветения

Рис.1. Естественная гибридизация сои по методике А.Я. Алы:

1 – материнская форма с рецессивными признаками;

2 – отцовская форма с доминантными признаками

В исследованиях, проводимых в ДальГАУ, гетерозис по массе семян с одного растения составил от 3,8% в комбинациях ДЯ 1х Октябрь 70 и Юбилейная х Октябрь 70 до 236,5% в гибридной комбинации Соер 4 х Vidgoska (табл.1)

Таблица 1

Гетерозис по массе семян с одного растения, 1998 г.

Комбинация	Гетерозис, %	Комбинация	Гетерозис, %
Октябрь 70 x ДЯ 1	3,8	МК 1 x Хэйхэ 5	28,3
Хэйхэ 4 x ДЯ 1	4,3	ДЯ 1 x Хэйхэ 5	37,1
Хэйхэ 5 x ДЯ 1	18,6	Юбилейная x Хэйхэ 5	26,9
Октябрь 70 x Юбилейная	3,8	Бидгоска x Хэйхэ 5	15,0
МК 1 x Хэйхэ 4	35,3	МК 1 x Соер 4	36,5
ДЯ 1 x Хэйхэ 4	24,3	ДЯ 1 x Соер 4	8,6
Юбилейная x Хэйхэ 4	17,0	Бидгоска x Соер 4	236,5

По числу семян с растения степень гетерозиса колеблется от 2,22% у гибридной комбинации Юбилейная x Хэйхэ 4 до 150% в комбинации Соер 4x Bidgoska (табл. 2).

Таблица 2

Степень проявления гетерозиса по числу семян с растения, 1998 г.

Комбинация	Гетерозис, %	Комбинация	Гетерозис, %
Октябрь 70 x МК 1	7,0	ДЯ 1 x Хэйхэ 5	20,8
Хэйхэ 4 x Юбилейная	2,2	Юбилейная x Хэйхэ 5	56,4
Юбилейная x Октябрь 70	6,1	Бидгоска x Хэйхэ 5	84,6
Бидгоска x Октябрь 70	15,2	МК 1 x Соер 4	11,9
МК 1 x Хэйхэ 4	42,2	ДЯ x Соер 4	5,7
Юбилейная x Хэйхэ 4	64,4	Юбилейная x Соер 4	11,9
МК 1 x Хэйхэ 5	74,4	Бидгоска x Соер 4	150

По массе 1000 семян наименьший гетерозис 0,66% отмечен в комбинации МК 1 x Соер 4. Максимальная степень гетерозиса 64% в комбинации КТ 156 x Bidgoska (табл. 3). Такое сверхдоминирование, очевидно, связано с очень большой филогенетической и экологической отдалённостью скрещиваемых сортообразцов и крайне низким выражением у них данного признака.

Характеристика гетерозиса в F_1 по массе 1000 семян, 1998 г.

Комбинация	Гетерозис, %	Комбинация	Гетерозис, %
Октябрь 70 x МК 1	11,2	Росинка x Октябрь 70	16,4
Хэйхэ 5 x МК 1	7,8	Бидгоска x Октябрь 70	11,8
Соер 4 x МК 1	0,7	ДЯ 1 x Хэйхэ 5	2,0
Хэйхэ 5 x ДЯ 1	1,3	Бидгоска x Хэйхэ 5	11,8
Октябрь 70 x Росинка	3,6	МК 1 x Соер 4	19,1
Соер 4 x Росинка	8,8	Бидгоска x Соер 4	38,8
МК 1 x Октябрь 70	8,6	Росинка x КТ 156	18,0
ДЯ 1 x Октябрь 70	13,6	Бидгоска x КТ 156	64

Заслуживают внимания результаты оценки степени гетерозиса по признаку высоты прикрепления нижнего боба. По данным ученых ПримНИИСХ, попытки получить гетерозисные гибриды по этому признаку не увенчались успехом. Ими было отмечено либо отрицательное сверхдоминирование, либо промежуточное наследование [50].

В исследованиях, проводимых в ДальГАУ, был получен положительный гетерозис по высоте прикрепления нижнего боба от 2,7% в гибридной комбинации ДЯ 1 x Хэйхэ 4 до 44,4% в комбинации Соер 4 x Росинка (табл. 4). При этом сорта Соер 4 и Росинка обладают средними значениями этого признака.

Таблица 4

Гетерозис у гибридов F_1 по высоте прикрепления нижнего боба, 1998 г.

Комбинация	Гетерозис, %	Комбинация	Гетерозис, %
1	2	3	4
Октябрь 70 x МК 1	21,1	МК 1 x Октябрь 70	14,8
КТ 156 x МК 1	15,0	ДЯ 1 x Октябрь 70	12,8
Октябрь 70 x ДЯ 1	8,7	Росинка x Октябрь 70	13,4
Хэйхэ 4 x ДЯ 1	2,7	МК 1 x Хэйхэ 5	7,0
Хэйхэ 5 x ДЯ 1	12,7	ДЯ 1 x Хэйхэ 5	10,1

Продолжение табл. 4

1	2	3	4
Соер 4 х ДЯ 1	23,2	Росинка х Хэйхэ 5	7,0
Октябрь 70 х Росинка	17,6	МК 1 х Соер 4	26,5
Хэйхэ 4 х Росинка	2,7	ДЯ 1 х Соер 4	27,8
Хэйхэ 5 х Росинка	3,8	Юбилейная х Соер 4	2,0
Соер 4 х Росинка	25,2	Росинка х Соер 4	44,4
КТ 156 х Росинка	27,0	Хэйхэ 4 х Бидгоска	7,2

Таким образом, при скрещивании родительских пар с экологическими, филогенетическими и морфологическими различиями наибольший эффект гетерозиса отмечен в случае скрещивания исходных форм, различающихся между собой по большому числу признаков и большей эколого-географической отдалённостью.

1.3 Комбинационная способность коллекционных образцов сои

В селекционной работе большое значение имеет отбор исходного материала не только по хозяйственно-ценным признакам, но и по высокой комбинационной способности. Комбинационная способность наследуется при скрещивании и является генетически обусловленным свойством. Известно, что линии с высокой комбинационной способностью будут давать более урожайные гибридные комбинации, чем линии с низкой комбинационной способностью.

По результатам проведенных исследований установлено, что наивысшее значение ОКС имеет сорт Соер 4 (табл. 5). Его можно использовать в качестве исходной формы в скрещиваниях, где необходимо проявление аддитивных эффектов генов, например с сортообразцами с высокой СКС и низкой ОКС по основным хозяйственно-ценным признакам.

Оценка эффектов общей комбинационной способности основных хозяйственно-ценных признаков, 1998 г.

Сорта	Высота прикрепления нижнего боба	Число семян с одного растения	Масса семян с одного растения	Масса 1000 семян
МК 1	-0,74	-8,25	-0,81	4,07
ДЯ 1	0,76	-1,3	0,51	-7,8
Юбилейная	0,45	5,07	0,03	5,98
Росинка	-0,22	6,71	-0,58	-7,15
Bidgoska	-0,19	0	0,91	5,72
Октябрь 70	0,19	-5,72	-0,42	8,91
Хэйхэ 4	1,33	-2,3	-0,22	-6,16
Хэйхэ 5	0,58	2,97	0,23	2,53
Соер 4	2,27	2,42	0,92	7,04
КТ-156 (G. soja)	-6,63	6,5	-0,73	-18,33

По признаку высоты прикрепления нижнего боба выделился сорт Хэйхэ 4 (ОКС = 1,33). По массе семян с растения можно отметить сорт Bidgoska (ОКС = 0,91). По массе 1000 семян – сорт Октябрь 70 (ОКС = 8,9). По числу семян с растения выделились сорта: Росинка (ОКС = 6,71), Юбилейная (ОКС = 5,07) и форма дикой сои КТ-156 (ОКС = 6,5).

Анализ специфической комбинационной способности даёт возможность представить поведение изучаемых сортов в качестве родительских форм в конкретных комбинациях скрещиваний. По СКС сорта разделились следующим образом: высокой СКС обладают сорта Соер 4, Хэйхэ 4, ДЯ 1 – по признаку высоты прикрепления нижнего боба; форма дикой сои КТ 156, сорт Бидгоска – по числу семян с одного растения; сорта Бидгоска и Соер 4 – по массе семян с одного растения; Соер 4, Бидгоска, Юбилейная и МК 1 – по массе 1000 семян (табл. 6).

Сорта МК 1, Хэйхэ 4 и форма дикой сои КТ 156, имеющие низкую общую комбинационную способность, обладают по ряду признаков высокой СКС

(число семян с растения, высота прикрепления нижнего боба) и могут быть использованы в качестве отцовских форм к сортам с высокой СКС.

Таблица 6

Оценка эффектов СКС по основным хозяйственно-ценным признакам, 1998 г.

Сортообразцы	Высота прикрепления нижнего боба	Число семян с одного растения	Масса семян с одного растения	Масса 1000 семян
МК 1	2,37	1,98	0,21	16,94
ДЯ 1	3,46	1,43	0,42	9,1
Юбилейная	3,39	5,85	0,12	17,03
Росинка	2,95	5,28	0,10	8,14
Bidgoska	2,09	8,19	1,86	18,72
Октябрь 70	2,3	0,66	0,14	17,93
Хэйхэ 4	3,43	2,64	0,23	6,38
Хэйхэ 5	2,66	4,07	0,39	13,53
Соер 4	4,44	5,61	1,55	20,79
КТ-156	0,07	11,39	0,13	6,8

После определения специфической комбинационной способности можно легко составить родительские пары. Для селекции на высокую урожайность (признак массы семян с одного растения) наилучшее сочетание родителей Соер 4 (СКС по данному признаку 1,55) и польский сорт Bidgoska (СКС = 1,86).

Для получения гибридных растений, обладающих высоким прикреплением нижнего боба можно составить пары из сортов Соер 4 (СКС = 4,44) и Хэйхэ 4 (СКС = 3,43), ДЯ 1 (СКС = 3,46) и Юбилейная (СКС = 3,39).

Наиболее перспективными родительскими формами могут служить сорта Соер 4, Bidgoska. В качестве доноров высокого числа семян с растения могут быть использованы Росинка и КТ-156.

Таким образом, увеличение генотипического разнообразия в том числе по признакам с наименьшим коэффициентом фенотипической вариации и с высокой общей комбинационной способностью является важнейшей методологической особенностью адаптивной системы селекции.

1.4 Биохимическая характеристика сортообразцов сои различного эколого-географического происхождения

В настоящее время одной из главнейших зерновых бобовых культур по значению и объему производства в мире является соя (*Glycine max L.*). Как высокобелковая и высокомасличная культура она находит применение в самых различных областях промышленности – пищевой, текстильной, лакокрасочной, клеевой, мыловаренной, парфюмерной, и комбикормовой [203,230,282]. В странах Восточной Азии (Китае, Японии, Корее, Бирме, Индонезии) соя возделывается на протяжении тысячелетий [158,290].

Большое распространение сои объясняется уникальностью биохимического состава ее семян, содержащих 14-25 % жира, 29-53 % белка и до 20 % крахмала [190,289,290], наличием биологически активных веществ: фосфатитов (2,5 %), комплексом витаминов групп В, С, Д, Е, К, каротинов, ферментов. Особенно много в семенах сои йода, фтора, кальция, калия, фосфора, железа и магния. Причем железо сои на 80 % биологически доступно организму. Высокое содержание магния дополнительно поддерживает сердечную мышцу в здоровом состоянии и помогает в работе поджелудочной железы и других органов, так как магний участвует более чем в 300-х ферментных реакциях в организме, помогает правильному усвоению аминокислот, усиливает иммунные реакции [208,253,261].

Без сои почти невозможно сбалансирование комбикорма для промышленного птицеводства, свиноводства и высокопродуктивного молочного животноводства [85,253,264]. Она также используется в виде зеленой массы, сена, сенажа, силоса, травяной муки, гранул и брикетов, жмыха, шрота, соевого молока [109]. В современном земледелии велико агротехническое и экологическое значение сои как растения, отзывчивого на орошение, фиксирующего атмосферный азот путем симбиоза с клубеньковыми бактериями и обогащающего им почву, защищающего ее и среду – от загрязнения, хорошего предшественника в

севообороте для всех культур при меньшей трудоемкости, чем другие технические культуры [253,254,290].

Исключительно высокое содержание в семенах сои сырого протеина делает ее чрезвычайно ценной культурой. В последние годы идет тенденция снижения потребления населения РФ продуктов животного происхождения [97,294]. Белковая недостаточность имеет крайне серьезные последствия: физиологические, функциональные расстройства организма, задержку в росте и развитии, пониженную сопротивляемость инфекциям, умственную утомляемость, что приводит к резкому сокращению продолжительности жизни [47,97,246].

Соевый белок вполне может восполнить потребность человека в белковых веществах, он хорошо растворяется в воде (60-80 %), его аминокислоты усваиваются организмом на 90 % [230,253]. В соевом белке относительно низкое содержание метионина [197], но именно этим обстоятельством ряд исследователей объясняют ингибирующее влияние соевого белка на злокачественно трансформированные клетки [333] и его гипохолестеринемическое действие [389]. Питательность соевых бобов известна давно, многие мясные продукты заменены соевыми [36,225,230,356]. В Китае, Японии, Корее салат из проростков сои, которые содержат большое количество витамина С, а также других витаминов, имеет широкое распространение. В 100 г семян сои находится примерно половина суточной потребности человека в витамине В₁. По сообщению И. Стенлея [Цит. по В. Б. Енкину], соевое масло богато витамином Е – 175-212 мг на 100 г масла.

Результаты, проведенных за рубежом в 1990 годах экспериментальных и клинических исследований свидетельствуют, что систематическое употребление в пищу продуктов из сои в значительной степени уменьшает риск возникновения некоторых форм рака, заболеваний почек, сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, остеопороза, облегчает протекание климактерического периода у женщин [36,37,197,264, 303].

По сравнению с мясом соевый белок содержит в 4 раза больше минеральных веществ и почти в 2 раза фосфорной кислоты [290]. В белке сои имеются

все аминокислоты, необходимые человеку и животным, в первую очередь лизин, которого в соевой муке в 8-9 раз больше, чем в пшеничной, и в 2 раза больше, чем в говядине [215,216,289].

Важнейшее свойство белков сои – хорошая растворимость в воде. Это очень облегчает и упрощает его использование в пищевых и технических целях. Водорастворимая фракция (в процентах от общего количества белка) в зависимости от сорта и условий выращивания, по данным различных авторов, колеблется в пределах от 61 до 92 % [79,94].

Изменчивость по содержанию незаменимых аминокислот в семенах тесно связана с содержанием белка. Повышение содержания лизина и триптофана в семенах за счет параллельного улучшения обоих факториальных признаков более эффективно, чем за счет каждого из них в отдельности. Содержание лизина и триптофана в белке коррелировало несущественно, что дает возможность независимого улучшения обоих компонентов [275].

Отмечено изменение содержания ряда аминокислот по годам. По мнению авторов [254], это обусловлено влиянием климатических факторов. Важно отметить межсортовую изменчивость по такой критической для сои аминокислоте, как метионин, что создает возможность некоторого увеличения ее количества путем селекции. Анализ данных свидетельствует о том, что значительные наследственные отклонения в аминокислотном составе встречаются крайне редко.

Аминокислотный состав белков семян всех приморских сортов довольно близок [59]. И.А. Кучерова изучала аминокислотный состав белковых фракций семян сои [159]. Наблюдался различный уровень связи между аминокислотами. В большинстве случаев коэффициенты корреляции имели положительное значение или были недостоверными [253].

По данным В. И. Сичкаря, достоверная положительная связь в белке сои отмечена между лизином и гистидином; треонином и серином; пролином и фенилаланином; изолейцином и лейцином; тирозином и фенилаланином. Отрица-

тельные корреляции выявлены между пролином и гистидином; серином и аргинином; валином и аргинином; пролином и аспарагиновой кислотой [242].

Растительные масла широко используются в пище, где значение их очень велико [292]. Соевое масло принадлежит к числу полувывсыхающих масел, йодное число которого невысокое 107,0-138,2 [33,190]. Уменьшение йодного числа масла сои находится в прямой зависимости от количества атмосферных осадков и обратной – от суммы температур [292]. Его калорийность составляет 8,37 калорий на 1 г масла [251].

В соевом масле 95 % высших жирных кислот, среди которых ненасыщенных 80-94 %, насыщенных – 6-20 % [158]. Незаменимыми для организма являются: линолевая кислота (44-59 %) и линоленовая (2,3 %), от которой зависит появление неприятного вкуса в рафинированном соевом масле [158,250,251]. Поэтому лучшими считаются сорта сои с пониженным содержанием линоленовой кислоты [190,251,289]. В состав сои входят и другие жирные кислоты: олеиновая (15-33 %), пальмитиновая (6,8-10,0 %), стеариновая (2,0-4,4 %), арахиновая (0,6-0,7 %) и лигноцериновая (0,1 %) [36,158,190].

Исследованиями В. Э. Альберт выявлено, что масличность семян дикой сои *G. soja* за годы изучения в среднем составила 14,5 %, полукультурной сои – 16,7 %. Количество линоленовой кислоты в семенах дикой сои равнялось 9,3%, в семенах же высококачественного китайского сорта лишь - 4,7 %. Кроме этого им установлено, что происхождение сорта оказывает влияние на содержание масла в семенах. Прimitивные сорта, как правило, низкомасличные. Содержание масла в семенах сои зависит от продолжительности вегетационного периода сорта и от погодных условий во время формирования и созревания семян [26].

Масличность семян положительно коррелирует с урожайностью (0,230, массой 1000 семян (0,39-0,51), светлой окраской кожуры семян (0,39-0,72), вегетационным периодом (0,29-0,47), а отрицательно – с максимальными температурами в период налива и созревания семян (-0,68). Весьма существенно

снижаются масличность и содержание белка у очень пигментированных семян [254].

Масло сои на 95 % состоит из глицеридов жирных кислот [83]. Качество соевого масла зависит от содержания в нем жирных кислот. Наибольшую ценность представляют полиненасыщенные жирные кислоты, особенно линолевая. Эта кислота играет важную роль в холестеринном обмене человека. Нежелательным компонентом соевого масла является линоленовая кислота, способствующая реверсии вкуса, запаха и цвета. Такие изменения происходят в результате процессов самоокисления. С другой стороны, эта кислота придает холодоустойчивость семенам в период прорастания и может служить маркерным признаком при отборе. Повышенное содержание этих кислот в масле сои сортов Дальнего Востока определяется тем, что в период маслообразования в семснах наблюдаются сравнительно невысокая температура воздуха и обильное количество осадков [38,63].

А. Я. Ала и Л. П. Романова показали, что генетические системы, определяющие содержание жирных кислот у культурной и дикой сои, весьма сильно различаются по линоленовой, линолевой, олеиновой и стеариновой кислотам. По содержанию пальмитиновой кислоты дикие формы от культурных сортов не отличались [5,19].

Линоленовая кислота физиологически активна, но обладает особой биопотенцией, легко окисляется, что приводит к быстрому окислению масла и проявления резкого неприятного запаха. Количество этой кислоты варьирует по сортам от 5 до 8 % в условиях европейской части страны, до 10 – 11% у сортов, возделываемых в Амурской области [19, 139].

Линолевая кислота незаменима. Она физиологически активна и играет важную роль в холестеринном обмене. У дикой сои этой кислоты несколько больше, чем у культурной, у межвидовых гибридов – установлено промежуточное положение [19].

Олеиновая кислота придает соевому маслу высокое качество. При отборе на высокое содержание олеиновой кислоты количество линоленовой будет па-

дать, так как содержание этих кислот находятся в отрицательной зависимости [19,332].

Жирнокислотный состав масла не зависит от продолжительности вегетации и, что наиболее важно, от масличности семян. Подтверждены существенные отрицательные корреляции между содержанием линолевой и линоленовой кислот, с одной стороны, и олеиновой – с другой [275].

По данным ряда исследователей, существует высокая отрицательная корреляция ($r=-0,79-0,69$) между содержанием белка и масла [55,254]. Ранее З. Ф. Гудсковой было выявлено, что при повышении содержания белка в семенах сои на 2-3 %, содержание масла снижается на 1 % [79]. Сунь Син-дун [Цит. по А. К. Лещенко] объясняет это тем, что образование белков и жиров происходит за счет углеводов, содержащихся в семенах. Поэтому уменьшение содержания масла при увеличении белка является естественной физиологической обратной корреляцией. Значительно меньшая взаимосвязь между данными показателями была отмечена П. П. Бордаковым ($r=-0,31-0,48$) [Цит. по А. К. Лещенко]. В условиях Молдавии В. А. Коробко и И. В. Тарыца установили, что зависимость содержания масла и белка в зерне сои по годам изменяется (от $r=-0,12$ до $r=-0,82$). Аналогичная работа проводилась в условиях Азербайджана, где М. Г. Набиев отмечал, что эта закономерность не имеет абсолютного значения [Цит. по А. К. Лещенко]. В условиях Приморья установлена очень слабая отрицательная корреляционная зависимость между содержанием жира и белка в семенах сои ($r=-0,17; -0,40$) [55]. Коэффициент корреляции белковости с масличностью в среднем составляет $-0,63$ с отклонениями от $-0,25$, до $-0,93$. Отрицательно коррелирует белковость с урожайностью (от $-0,41$ до $-0,56$), массой 1000 семян (от $-0,12$ до $-0,34$), с содержанием лизина ($-0,59$), метионина ($-0,66$), триптофана ($-0,66$).

Перестройка запасных веществ в соединениях, являющихся составной частью органов растений, происходит при участии витаминов [207]. Многие витамины в качестве коферментов входят в состав ферментных систем, приводящие в движение обмен веществ всех живых организмов [95,202].

Для нормальной жизнедеятельности человека витамины необходимы в небольших количествах, но так как в организме они не синтезируются в достаточном количестве, то должны поступать с пищей в качестве ее необходимого компонента. Отсутствие или недостаток в организме витаминов вызывает гиповитаминозы (болезни в результате длительного недостатка) и авитаминозы (болезни в результате отсутствия витаминов) [93,245].

Все необходимое количество витамина С человек получает с пищей. Аскорбиновая кислота (витамин С) – антицинготный витамин. Она в организме принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах, повышает сопротивляемость организма к экстремальным воздействиям. Суточная потребность взрослого человека в витамине С 50-100 мг [245].

Для растительного организма аскорбиновая кислота важна как переносчик водорода, стимулирующий различные окислительно-восстановительные реакции, а так же принимает активное участие в превращении других витаминов, помогая переходу фолиевой кислоты в ее активную форму – фолиновую. В присутствии витамина С усиливается биологическая активность витамина Р [58].

Витамин А обнаружен только в продуктах животного происхождения, особенно его много в печени морских животных и рыб, в сливочном масле – 0,5 мг%, молоке – 0,025 мг %. Потребность человека в витамине А может быть удовлетворена и за счет растительной пищи, в которой содержатся его провитамины – каротины. Суточная потребность взрослого человека в витамине А 0,5-2,5 мг. Витамин А участвует в деятельности мембран клеток, необходим для роста, развития и функционирования слизистых оболочек [245].

В ряде опытов на животных показано, что наиболее эффективное всасывание каротина и последующее превращение его в витамин А наблюдается при введении каротина в пищу вместе с хлопковым или соевым маслом. Семена сои превосходят зерновые культуры по содержанию α – каротина, В₁, В₂, Е витаминов [157,216].

Многие данные свидетельствуют о том, что растения даже одного вида существенно различаются между собой по содержанию витаминов. Приходится сожалеть, что в настоящее время недостаточно изучены возможности выведения сортов с большим содержанием витаминов в семенах, хотя перспективность таких исследований очевидна [337].

Селекция сортов с высоким содержанием витаминов не только повысит пищевые, но и заметно улучшит посевные качества зерна. К. Е. Овчаров, Г. К. Низова и другие считают, что количество витаминов – наследуемый признак [202,207]. Содержание витаминов в тех или иных органах растений зависят от различных факторов, в семени накопление витаминов в большей мере зависит от природы того или иного витамина. Как правило, чем больше содержится витамина С в сорте, тем он более холодостойкий [121,207].

Важнейшими компонентами клетки являются ферменты. Они теснейшим образом связаны с разнообразными процессами жизнедеятельности. Совокупность биохимических реакций, катализируемых ферментами, составляет сущность обмена веществ, являющегося отличительной чертой всех живых организмов. Через ферментативный аппарат, регуляцию его активности происходит и регуляция скорости метаболических реакций, и их направленности [84].

Селекция многих сельскохозяйственных культур направлена на создание сортов, обогащенных определенными ферментами. Это имеет значение и для скорости созревания культур, и для получения более высококачественной продукции, и для повышения устойчивости растений к изменению погодных условий, к болезням, к действию вредных насекомых. Многие требования к ферментному составу культурных растений определяется теми задачами, которые предстоит решать в дальнейшем в ходе использования этих растений как сырья для промышленности [156,157]. Определенный интерес представляет активность ферментов в семенах сои, как один из показателей качества белка [238].

Особенно хорошо изученным ферментом сои является уреаза. Содержание уреазы в сое так велико, что водный экстракт сои стал обычным реактивом для количественного определения мочевины в моче и крови. При прорастании сои уреаза накапливается в большом количестве в зародыше. Липаза сои была изучена Бартоном еще в 1920 году, который нашел, что она менее активна, чем липаза клещевины, но в общем степень интенсивности их действия одного и того же порядка [33]. В дополнение к липазе Андрэ и Киа-во Хоу [Цит. по Н.Н. Иванову] был найден окисляющий масло фермент липоксидаза, под действием которого происходит увеличение плотности, коэффициента омыления и снижение иодного числа. Действие каталазы в связи с работой других ферментов изучалась М.И. Смирновой-Иконниковой. Наиболее специфическим ферментом семян сои является пероксидаза и в меньшей степени уреаза и амилаза [238].

Н.Ф. Тымчук, В.И. Бондаренко, В.А. Матушкиным проведен анализ изменчивости биохимических показателей сои, выведен ценный исходный материал для селекции на важнейшие морфологические, биохимические признаки, продуктивность и их совокупность. Установлено, что сорта с непродолжительным периодом вегетации чаще имеют склонность к высокобелковости, а также повышенному содержанию лизина и триптофана в белке. Согласно их исследованиям к высокому содержанию белка склонны сорта западноевропейского, прибалтийского и азиатского экотипов. Формы югославской и краснодарской селекции зачастую отличаются высокой масличностью семян. Североамериканские сорта представляют универсальную группу, в которой встречаются и высокомасличные, и высокобелковые формы. Украинские сорта стабильно воспроизводили биохимические признаки по годам, но не отличались высоким содержанием белка или масла [245].

В растительном организме физико-химическая среда создается в результате взаимосвязей, с одной стороны, между внешней средой и организмом, а с другой – между многочисленными катализаторами и субстратами внутри организма. Катализаторы в химических реакциях и биокатализаторы в живых

организмах значительно ускоряют реакции и облегчают их течение. В живых организмах роль таких катализаторов выполняют сложные белковые молекулы, которыми являются ферменты. В зависимости от изменения активности ферментов изменяется интенсивность и направленность биохимических процессов, что, в конечном счете, приводит к изменению величины урожая и химического состава растений.

Немало исследований проведено для изучения активности каталазы и пероксидазы в различных органах растений: листьях, корнях, стеблях, но исследований удельной активности названных ферментов в семенах сои недостаточно.

При изучении удельной активности пероксидазы в семенах сои коллекционных образцов, разного эколого-географического происхождения, выявлены сортообразцы, у которых действие этого фермента проявилось в виде следов. Причем данная закономерность была отмечена во все годы исследований. Это сортообразцы селекции ДальГАУ - №392 и № 595, США - Lambert, Польши - 4888 и Канады - 76-11. Вероятно это отличительный сортовой признак данных сортов сои. У остальных изучаемых образцов размах варьирования удельной активности пероксидазы в семенах составил от 116 до 345 ед/мг белка у культурной сои и от 442,6 до 503 ед/мг у дикой сои. Видимо, высокая удельная активность пероксидазы в семенах дикорастущей сои обусловлена более высоким адаптивным потенциалом. Самая высокая активность пероксидазы отмечена у сортов, имеющих в родословной дикорастущую сою: МОК, Локус (Хабаровский край) и Czechnicka Pastewna (Польша) (табл.7).

При изучении удельной активности каталазы в семенах сои выявлено, что размах варьирования у культурной сои составил от 77 до 298×10^{-3} ед/ мг белка, у дикой от 159 до 196×10^{-3} ед/мг. Наиболее высокая каталазная активность отмечена у сортов Хабаровской селекции Локус и МОК - 298 и 171×10^{-3} соответственно. Самой низкой активностью каталазы (до 100×10^{-3} ед.) характеризовались сортообразцы из Амурской области, Китая, Рязанской и Омской областей. Содержание белка в дикорастущей сое больше, чем у культурной, а ферменты это белки, что и

обуславливает высокую активность ферментов у дикорастущей сои и более высокий адаптивный потенциал.

Удельная активность эстеразного комплекса культурной сои отличается от дикорастущей. Размах варьирования эстеразной активности культурных сортов составил от 128 до 308×10^{-3} ед/мг белка, у дикой от 103 до 178×10^{-3} ед/мг. Из чего видно, что удельная активность эстеразы культурной сои выше, чем у дикой. Вероятно, это связано с низким содержанием масла в семенах дикой сои, так как эстеразы участвуют в реакциях расщепления и синтеза липидов.

Для некоторых культурных образцов сои отмечено повышенное содержание масла и высокая удельная активность комплекса эстераз в семенах: №392 и № 595 - Амурской селекции, Domo Nong 4 из Китая, Лапч - Краснодарского края, Lambert - США, Govolga - Чехии, Окская из Рязанской области. Коэффициент корреляции между содержанием масла и удельной активностью комплекса эстераз в семенах культурной сои составил $r = 0,24$, для дикой сои $r = 0,78$.

Размах варьирования кислой фосфатазы в семенах культурной сои составил от 119 до 300×10^{-6} ед/мг белка, у дикой от 162 до 256×10^{-6} ед/мг (табл. 7). Более 200×10^{-6} ед/мг удельной активности фосфатазы отмечено у культурных сортов № 595 (Амурская область), Domo Nong 4 (Китай), Ствига (Беларусь), Lambert (США), Окская (Рязанская область), Czernicka Pastewna (Польша), Severnia x Bravalla (Швеция); и у диких форм сои КБ-104 и КЗ-6316 (Амурская область).

Так как фосфорные эфиры сахаров и АТФ играют первостепенную роль при ферментативных превращениях углеводов, возникла необходимость установления взаимосвязи кислой фосфатазы и амилазы. Установлено, что коэффициент корреляции равен $r = 0,47$.

Удельная активность ферментов в семенах коллекционных образцов сои, ед/мг белка (2000-2002 гг.)

№ каталога ВИР	Название	Происхождение	Перокси- даза	Каталаза x 10 ⁻³	Комплекс эстераз x 10 ⁻³	Кислая фосфата- за x 10 ⁻⁶	Комплекс амилаз
	392	Амурская	Следы	77,0	200,6	132,3	1,8
	595	-	Следы	89,6	214,3	213,6	5,4
9491	Dono Nong 4	-	164,0	137,6	289,6	238,6	1,8
9827	Ствига	Беларусь	188,6	115,6	128,0	218,6	4,1
9957	Лань	Краснодарский	116,0	113,6	227,6	166,0	4,1
10005	Lambert	США	Следы	113,0	308,6	277,6	3,9
	Локус	Хабаровский край	283,0	298,0	269,0	288,3	4,0
	МОК		345,0	171,3	229,0	261,6	7,7
9959	Окская	Рязанская область	123,0	97,3	308,0	214,3	1,6
5118	Безымянская I	Омская область	174,3	91,6	234,6	172,6	2,2
564294	Czechnica Pastewna	Польша	315,3	114,6	280,6	260,3	3,4
581575	4888	-	Следы	135,3	270,0	119,3	1,2
432186	Severnica x Bravalla	Швеция	123,0	126,6	204,6	300,6	6,2
7186	76-11	Канада -	следы	101,0	172,0	171,3	2,2
583774	Govolga	Чехия	192,0	161,6	225,6	175,6	6,6
	КА-1344	G. soja	468,0	181,0	168,0	173,6	3,2
	КБ-104	-	503,0	159,6	178,6	208,6	6,8
	КБ-49	-	442,6	180,3	129,0	162,6	5,4
	КЗ-6316	-	470,0	196,3	103,6	256,6	3,6

Фермент амилаза относится к классу гидролаз, катализирующих реакции гидролиза, то есть расщепления более сложных соединений на более простые с присоединением воды. В частности, амилаза участвует в гидролизе крахмала, гликогена, поли- и олигосахаридов. Данное свойство амилаз широко используется в промышленности, т.к. во многих производственных процессах возникает необходимость в более или менее глубоком расщеплении крахмала [157].

При изучении удельной активности амилазного комплекса выявлено, что размах варьирования в семенах культурной сои составил от 1,6 до 7,7 ед/мг белка, в семенах дикорастущей от 3,2 до 6,8 ед/мг белка.

Известно, что наиболее распространенными метаболитами живых организмов, участвующими в системе защиты клеток от воздействия неблагоприятных факторов среды, являются каротины [121].

При изучении содержания пигментов каротина в семенах коллекционных образцов сои выявлено, что наибольшее количество каротина содержится в семенах сортообразцов: Лань (Краснодарский край), Czechicka (Польша) и Lambert (США), содержание провитамина А в которых 93; 64 и 54 $\times 10^{-3}$ мг %, соответственно (табл.8). Для сортообразцов из Хабаровского края, Волгоградской области характерно содержание каротина не менее 40 $\times 10^{-3}$ мг %, что соответствует 0,4 мг/кг. По литературным данным содержание каротина в семенах сои достигает 1,2 мг/кг [103]. Видимо, пониженное содержание каротина в семенах сои, выращенных в условиях Амурской области, обусловлено экологическими особенностями региона. Содержание каротина в семенах дикорастущей сои варьировало от 35 до 50 $\times 10^{-3}$ мг %.

Соя не является высоко витаминным растением. Поэтому содержание витамина С незначительное. По литературным данным [103] его содержание в семенах сои 10-20 мг/100 г. Но этот витамин даже в незначительных количествах важен для реализации адаптивного потенциала растений. В наших исследованиях содержание витамина С варьировало от 0,5 до 4,8 мг %, в зависимости от сортового разнообразия и экологических условий выращивания.

Содержание каротина и витамина С в семенах коллекционных образцов сои, мг % (2000-2002 гг.)

№ каталога ВИР	Название	Происхождение	Каротин, $\times 10^{-3}$	Витамин С
	392	Амурская	34	1,9
	595	-	15	1,7
	395	-	34	1,9
9491	Допо Nong 4	Китай	36	1,8
9827	Ствига	Беларусь	37	2,1
9985	Альбуць	-	32	2,5
9957	Лань	Краснодарский	93	1,9
9955	Виза	край	36	1,5
10005	Lambert	США	54	2,4
	MON 95	-	39	1,6
566739	Ke 73042	-	33	1,5
	Локус	Хабаровский край	45	-
	МОК	-	41	3,3
9959	Окская	Рязанская область	28	1,7
5118	Безьянская 1	Омская область	30	-
564294	Czechicka Pastewna	Польша	64	-
581575	4888	-	38	1,7
9838	Белоцветковая 4	Воронежская область	19	1,6
432186	Severnia x Bravalla	Швеция	25	1,6
7186	76-11	Канада	34	2,1
583774	Govolga	Чехия	38	1,8
9991	Волжана	Волгоградская	46	-
	КА-1344	G. soja	35	-
	КБ-104		46	-
	КЗ-6316		38	-

Выявлено, что сорта МОК и Салтус селекции Хабаровского края в течение исследуемых лет характеризовались наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты в семенах 3,3 и 4,1 мг %. Сравнительно высокое содержание витамина отмечено в семенах сортообразцов из Беларуси, США (Lambert) и Канады, не менее 2,1 мг %. У остальных содержание аскорбиновой кислоты варьировало от 1,5 до 1,9 мг %.

В семенах сои, выращенной в условиях Амурской области, содержание витамина С значительно выше, чем, по литературным данным в семенах сои, выращенных в других регионах. Вероятно, особенности экологических условий этого региона способствуют большему накоплению витамина С в семенах.

Зависимость между содержанием каротина и витамина С в семенах сои положительная, но очень слабая ($r = 0,13$).

Среди возделываемых в нашей стране полевых растений соя по содержанию белка стоит на первом месте, а по маслу в группе зерновых бобовых культур ее превосходит только арахис. Амплитуда изменчивости содержания этих веществ весьма велика: в пределах селекционных сортов по белку она равна 22,8 и маслу 10,4 % [79]. Н. И. Шаратов установил [292], что колебания в содержании жира и белка в большей степени зависят от климатических условий выращивания, чем от сорта, влаги и тепла. Результаты исследований, проведенных в лаборатории США [282], свидетельствуют о том, что содержание белка у сои зависит от места их культивирования. В результате исследований рядом ученых [27,47,128,141,222,252,254,258], было установлено, что континентальный и сухой климат, черноземные почвы, азотное питание, интенсивное солнечное освещение, высокая температура воздуха и малое количество осадков в течение вегетационного периода благоприятствуют накоплению белка.

Среди изучаемых образцов высокобелковых форм не выделено. В результате проведенных исследований, выявлено, что содержание белка у большей части сортов варьировало от 39,3 до 40,9 %. У сортов Виза (Краснодарский край) и Окская (Рязанская область) содержание белка в семенах

составило 41,5 и 41,7 % соответственно. Содержание белка в семенах дикой сои варьировало от 40,8 до 41,7 %. Отмечено, что в семенах дикорастущей и культурной сои накопилось больше белка в самый засушливый вегетационный период – 2001 г.

Содержание масла в семенах сои значительно различается по филогенетическому происхождению.

Предел варьирования масла в семенах дикой сои составил от 13,1 до 14,1 %, культурной от 18,1 до 21,5 %. У сортов Кобра, Локус, Амурская бурая (Хабаровский край) и Czechica (Польша), содержание масла в семенах составило 17 %. Вероятно, это обусловлено генетическим родством с дикорастущей соей. Из изученных сортообразцов сои выявлено только два сорта с содержанием масла в семенах 21 % - Dopo Nong 4 (селекции Китая) и MON 95 (селекции США). Не менее 20 % масла отмечено в семенах сои сортообразцов Амурской селекции (№ 392, № 595 и ДЯ 1), Краснодарского края (Лань), США (Lambert), Рязанской области (Окская), Чехии (Govolga).

Коэффициент корреляции r между содержанием белка и масла составил $-0,54$.

Известно, что питательная ценность соевого белка определяется не только его количеством, но и качеством. Аминокислотный состав белка сои исследован достаточно хорошо. Белок сои практически равноценен белку молока. Установлено, что в белке сои недостаточно, главным образом, серосодержащих аминокислот и триптофана, но много лизина, которого сравнительно мало в зерновых культурах [79,213,282].

Е. Я. Неделько изучив аминокислотный состав семян сои сортов Амурской селекции установил, что характерных сортовых отличий по соотношению аминокислот в белке семян сои не отмечено [199]. Н. П. Выхрестюк при сравнении аминокислотного состава приморских сортов сои выявил, что он довольно близок [59]. При сопоставлении литературных данных по аминокислотному составу белка сои сортов различного происхождения существует значительные различия в содержании отдельных аминокислот. Например, в белке семян сортов,

возделываемых в Узбекистане, содержание лизина достигает 9,2 %, а у дальневосточных сортов – около 6 %. Молдавские сорта содержат в белке больше гистидина, чем дальневосточные и узбекские сорта [59].

При изучении коллекционных образцов сои нами достоверных различий в аминокислотном составе белка не обнаружено. Отмечена тенденция наибольшего содержания фенилаланина, метионина, изолейцина и валина в семенах дикой сои, по сравнению с культурной. Следовательно, наибольшая сумма семи незаменимых аминокислот отмечена у дикой сои от 43,3 до 46,8 %, у культурной сои от 41,6 до 44,0 %.

При анализе полученных данных выявлены положительные достоверные корреляции между содержанием аминокислот: валином и метионин+цистеином, треонином и лизином, треонином и лейцином, лейцином и метионин+цистеином, изолейцином и метионин+цистеином, валином и фенилаланином, треонином и фенилаланином, лейцином и валином и изолейцином и фенилаланином. Отрицательная достоверная корреляция установлена между содержанием лейцина и изолейцина (табл. 9).

Таблица 9

Парные коэффициенты корреляции между незаменимыми аминокислотами
соевого белка

Аминокислоты	Лизин	Лейцин	Изолейцин	Валин	Фенил-Аланин	Метионин + цистеин
Треонин	0,59*	0,41*	-0,01	-0,05	0,38*	0,19
Лизин		0,16	0,04	-0,02	0,17	0,20
Лейцин			-0,47*	0,37*	0,01	0,42*
Изолейцин				-0,17	0,34*	0,40*
Валин					0,40*	0,73*
Фенилаланин						0,22

* – достоверно при t_{05} уровне значимости.

В соевом масле 95% глициридов жирных кислот, среди которых ненасыщенных 80 – 94% и насыщенных 6-20 %. Из жирных кислот у сои, как и у ряда других масличных культур, больше всего линоленовой кислоты 44-45% (максимум 59%) и олеиновой – 26 – 33%, пальмитиновой кислоты в масле сои 7 – 10% [79]. Масло сои, по эффективности использования организмом, близко к подсолнечному, и почти не уступает коровьему.

Важным показателем качества растительного масла является содержание ненасыщенных кислот (олеиновой, линолевой и линоленовой), содержание которых в масле семян сои исследуемых сортов колеблется в довольно широких пределах. Так выявлено, что содержание насыщенных кислот в масле семян *G. max* и *G. soja* варьирует в пределах: пальмитиновой от 10,5 до 11,7%, стеариновой больше содержится в семенах культурной сои от 3,7 до 4,1%, у дикой 3,5 – 3,6%.

Для лучшего качества масла желательнее наибольшее содержание олеиновой кислоты. В наших исследованиях отмечено, что в масле дикорастущей сои ее содержится больше, чем у культурной. Размах варьирования содержания олеиновой кислоты в семенах дикой сои от 14,4 до 16,6 %, у культурной от 8,7 до 14,8 %. У сортов: Хэйхэ 5 (Китай), Локус и Амурская бурая (Хабаровский край) и 76-11(Канада) содержание олеиновой кислоты было на уровне дикорастущей сои - 16,3; 16,5; 15,1 и 15,9%, соответственно. Самое низкое содержание этой кислоты отмечено у сортообразцов: № 392 (Амурская область) – 8,7 %, Lambert (США)– 9,7 % и Severnia x Bravalla (Швеция)– 9,6 %.

Линолевая кислота необходима для холестерина обмена организма человека. Размах варьирования линолевой кислоты в масле семян культурной сои от 50,3 до 53,7 %, у дикой ниже - от 49,1 до 50,1 %. Содержание ее более 53 % отмечено в семенах коллекционных сортообразцов Амурской области (№ 595 и № 452) и КНР (Хэйхэ 5 и Dono Nong 4). Меньше всего линолевой кислоты выявлено в масле семян сортов сои из США (Lambert), Хабаровского края (Локус и МОК), Польши и Швеции до 50,9 %.

Линоленовая кислота для пищевых целей необходима в наименьших количествах. Однако она важна для холодоустойчивости семенам в период прорастания [384]. Так размах варьирования содержания линоленовой кислоты в семенах культурной сои составил от 5,7 до 11,8%, у дикой от 10,8 до 13,1%. Возможно это обусловлено более высокой холодоустойчивостью семян дикой сои, по сравнению с культурной. Наибольшее содержание этой кислоты отмечено у сортов сои Хабаровской и Болгарской селекций, что обусловлено присутствием в их родословных дикой сои.

При рассмотрении соотношения олеиновой и линоленовой кислот, выявлено, что наилучшим качеством масла обладают сортообразцы: – № 595 (Амурская область), Хэйхэ 5 (Китай), Виза (Краснодарский край) и 76 – 11 (Канада).

В процессе исследований изучены коррелятивные связи между жирными кислотами соевого масла (табл. 10).

Таблица 10

Парные коэффициенты корреляции между содержанием жирных кислот

Жирные кислоты	C/18	C/18:1	C/18:2	C/18:3
C/16	0,36*	- 0,86*	- 0,34*	- 0,01
C/18		- 0,14	- 0,30*	- 0,37*
C/18:1			-0,06	0,20
C/18:2				- 0,71*

* – достоверно при t_{05} уровне значимости

Выявлена достоверная отрицательная корреляция между содержанием пальмитиновой и олеиновой, линолевой и линоленовой кислотами, средняя отрицательная между содержанием пальмитиновой и линолевой кислотами, стеариновой и линолевой, стеариновой и линоленовой кислотами, средняя положительная зависимость установлена между содержанием пальмитиновой и стеариновой кислотами.

Соевые семена богаты минеральными элементами. Суммарное содержание золы колеблется в пределах 4,5-6,8 %, тогда как в семенах льна золы около 3,3 %,

пшеницы 2 %, гороха 3 %, фасоли 3,9 % [79,103,162,298]. Количество золы в семенах бобовых культур очень сильно колеблется и зависит от почвенных условий, климата и применяемых удобрений [213]. Зола состоит преимущественно из солей калия – 45 %, фосфорной кислоты – 31 %, магния – 8 % и кальция – 7 % [79]. По результатам исследований В.В. Голубева, содержание основных зольных элементов в зерне сои: K_2O – 1,26, P_2O_5 – 1,04, MgO – 0,25 и CaO – 0,17 % [75].

В результате наших исследований установлено, что достоверных различий в содержании основных зольных элементов по сортам не обнаружено. В среднем содержание калия в семенах *G. max* – 2,81 %, *G. soja* – 2,53 %, фосфора – по 0,53 %, магния – 0,55; 0,49, кальция – 0,68; 0,56, соответственно. Из представленных данных видно, что в семенах культурной сои больше содержится калия, магния и кальция, чем в семенах дикорастущей. Содержание фосфорной кислоты в семенах разного филогенетического происхождения практически одинаково.

Установлены достоверные корреляции между содержанием зольных элементов (табл. 11).

Таблица 11

Парные коэффициенты корреляции между содержанием зольных элементов

Зольные элементы	P_2O_5	MgO	CaO
K_2O	- 0,38*	0,64*	0,50*
P_2O_5		- 0,70*	- 0,59*
MgO			0,57*

* достоверно при t 05 уровне значимости

Отрицательная средняя корреляция установлена между содержанием калия и фосфора, фосфора и кальция, сильная – фосфора и магния. Положительные средние корреляции выявлены между содержанием калия и магния, калия и кальция, магния и кальция.

Таким образом, в результате проведенных исследований из Мировой коллекции ВИР выделены образцы сои с высоким содержанием ви-

тамина С и каротина в семенах, с высоким содержанием линолевой кислоты в масле, с высокой удельной активностью пероксидазы с целью создания исходного материала для адаптивной селекции сои. Для селекции на качество выделены сортообразцы с повышенным содержанием кальция и фосфора, наилучшим сочетанием жирных кислот в масле, с низкой активностью пероксидазы.

1.5 Создание исходного материала для селекции сои на устойчивость к *Heterodera glycines*

К числу наиболее опасных болезней относится гетеродероз, вызываемый соевой цистообразующей нематодой *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952. Впервые этот вид был зарегистрирован в Японии в 1915 году [335]. Было установлено, что он отличается от корневых нематод, ранее известных в Японии, и отнесен к свекловичной цистообразующей нематоды *Heterodera schachtii*, которая была широко известна в Европе [338]. К. Fujita и О. Miura в 1934 году выявили вредоносность и описали систематическое положение этого вида, который также считали разновидностью *H. schachtii*. И. Н. Филипьев (1941), Н. Goffart (1951), Т. Yokoo (1951) отнесли этот вид к *H. gottingiana* [277, 339]. И только в 1952 году, сравнивая обнаруженную на сое цистообразующую нематоду с другими видами рода *Heterodera*, М. Ichinohe описал ее как новый вид *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952 [338]. Через два года соевая цистообразующая нематода была обнаружена в США в штате Северная Каролина, затем в штатах Теннесси, Арканзас, Кентуки, Миссисипи, Верджинии, Южном Иллинойсе, Индиана, Луизиана, Миссури. В настоящее время этот вид зарегистрирован во всех штатах США, возделывающих сою [319, 364, 363, 398].

Соевая нематода, помимо США и Японии зарегистрирована в Корее, Китае, Бразилии, Аргентине [313, 314, 351, 373, 396]. В 1992 году соевая цистообразующая нематода была обнаружена на полях Украины, а с 1998 года была переведена в ранг карантинного объекта [194].

В 2000 году соевая цистообразующая нематода *Heterodera glycines* впервые была обнаружена в Италии, где она является карантинным объектом [352]. Во многих странах, возделывающих сою, *Heterodera glycines* является объектом внутреннего и внешнего карантина [70, 153,194,349,350,378].

В России соевая цистообразующая нематода впервые была обнаружена на полях Амурской области в 1973 году П.П.Прохоровым [224]. В настоящее время этот паразит широко распространен во всех соеосеющих районах области на площади более 73 тысячах гектаров в 38 хозяйствах. В наибольшей степени (от 44 до 100 %) заражены соевой нематодой поля хозяйств Благовещенского, Константиновского, Тамбовского, Михайловского районов. Здесь отмечается наибольшая интенсивность инвазии в почве [154,152]. В 1977 году *H.glycines* зарегистрирована в Приморском крае, а в 1985 году в Октябрьском районе Еврейской автономной области [67,69,71].

Основоположник гельминтологии академик К.И.Скрябин писал:

«Нематоды – паразиты растений представляют гигантскую армию нахлебников человека, они страшны не своим видом, а своим количеством, плодовитостью и аппетитом. Этим, ели видным глазом малышам, сельские хозяева планеты платят десятую долю всего, что созревает на полях, в садах и огородах» [244].

Паразитические фитонематоды в результате хозяйственной деятельности человека могут широко распространяться и поражать все новые и новые территории. Таким образом, в настоящее время соевая цистообразующая нематода широко распространена не только за рубежом, но и в зоне основного возделывания сои в Российской Федерации – Амурской области. Проблема нематодных болезней растений продолжает оставаться чрезвычайно серьезной.

Нематоды, как объект исследования, имеют немаловажное значение в экологических исследованиях благодаря частой встречаемости. Они встречаются в разных почвенных горизонтах, активные стадии можно найти в разные сезоны, они быстро контактируют с загрязняющим веществом, обладают коротким временем генерации и быстро реагируют на изменения среды [388].

При изучении некоторых антропогенных факторов на сообщества почвенных нематод был сделан вывод о том, что нематоды могут быть использованы для оценки результативности мелиорации и агротехнических приемов, диагностики загрязненности окружающей среды, оценки ситуации на полях, прогнозирования урожая [78].

Жизненный цикл соевой цистообразующей нематоды характеризуется наличием 3-4 генераций в год. Весной из цист нематод, находящихся в почве, начинается выход личинок второго возраста. Данный процесс зависит от температуры, влажности, аэрации почвы, возраста цист, от присутствия растения хозяина [373].

Развитие соевой цистообразующей нематоды происходит в корнях растения-хозяина при температуре 10-38° С. Весной при температуре почвы 10-12° С из цист выходят личинки второго возраста [70]. После того, как личинки выйдут из цисты, они могут несколько недель находиться в почве и мигрировать в поисках корня растения-хозяина. Найдя корень, они внедряются в его ткань преимущественно в зону роста, и локализуются параллельно его оси. В корнях личинки ведут эндопаразитический образ жизни, индуцируя появление синцития – многоядерного клеточного образования для своего питания [319, 377]. В условиях Амурской области этот период приходится на конец мая начало июня, что совпадает с появлением массовых всходов сои [74,149].

Исследования зарубежных авторов о периоде инокуляции проростков сои *Heterodera glycines*, ее развитии, свидетельствуют о том, что лучшими периодами для инокуляции проростков сои нематодой были 3-ий и 5-ый день после выхода личинок из цисты [397].

В корне личинки дважды линяют. Во время четвертой стадии личинки развивающиеся в самцов, приобретают червеобразную форму. Они длиннее личиночной оболочки и лежат в ней многократно свернутые. Самцы выходят из кутикулы личинки четвертой стадии, оплодотворяют самок, после этого мигрируют из корня в почву и погибают [339].

Личинки четвертой стадии, развивающиеся в самок, еще более утолщаются, разрывают эпидермис корня, выходят на его поверхность, оставаясь при этом прикрепленными головным концом к корню, задний конец выступает наружу. После откладки яиц самка отмирает, наружный покров ее тела утолщается и превращается в цисту, которая опадает в почву.

Соевая продолжительность развития одного поколения *H. glycines* зависит от температуры, влажности почвы, растения-хозяина и других факторов [339,371,379,331].

В Амурской области соевая нематода за вегетационный период дает 3 поколения. В зависимости от погодных условий продолжительность развития одного поколения составляет от 21 до 38 суток. Период развития первого поколения 27 – 38 суток. Длительность развития второго поколения 25 – 29 суток, третьего – 21 – 22 суток [69,149,151].

На территории Амурской области зарегистрирован патотип второй соевой цистообразующей нематоды, который отличается от известных патотипов как у нас в стране, так и за рубежом [57].

Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что соевая цистообразующая нематода *H.glycines* является исключительно сильно варьирующим видом, что в значительной степени затрудняет создание нематодоустойчивых сортов.

У растений, зараженных соевой цистообразующей нематодой, наблюдаются характерные признаки заболевания: они отстают в росте, приобретают типичную желтоватую окраску, листья опадают, образуется мало цветков и бобов. Корневая система сои образует большое число коротких тонких корешков, на которых хорошо заметны невооруженным глазом белые самки *Heterodera glycines*. Пораженные растения на полях встречаются очагами, которые в течение вегетационного периода увеличиваются и становятся более заметными, поэтому в этот период наиболее целесообразно проводить обследование соевых полей с целью выявления соевой нематоды [68,339,374].

Симптомы поражения растений зависят от плотности популяции нематоды, типа почвы и ее влажности, погодных условий, сорта культуры и соблюдение приемов возделывания [35,67,69].

Прямой вред, причиняемый соевой нематодой, заключается в том, что личинки, проникая под эпидермис корня, питаются там содержимым растительных клеток. Известно, что питание нематоды осуществляется за счет образования синцитиев — гигантских клеток, вызывающих морфофизиологические изменения корневых тканей. Установлено, что уже через 24 часа после проникновения в корень личинки индуцируют синцитий; просинциальные клетки возникают из клеток коры, эндодермы, перицикла или ксилемной паренхимы. Измененные вакуолизованные клетки этих тканей сильно разрастаются, происходит увеличение количества цитоплазматических органелл, вторичная вакуолизация, стенки клеток растворяются и протопласты соседних клеток сливаются. По мере развития этого процесса все большее количество клеток корня растений вовлекаются в образование синцития [259, 319,322,323,328,378].

Соевая цистообразующая нематода наносит растениям не только прямой вред. Проникая в растительные ткани, личинки вызывают механические повреждения тканей, что приводит к ухудшению условий развития других патогенов [359].

По данным многих зарубежных авторов и отечественных, в местах распространения фитогельминта на посевах сои отмечаются большие потери урожая. Общие потери в мировом земледелии оцениваются в 10 млрд. долларов. Снижение урожая составляет в среднем от 6 до 25 %, в отдельных случаях потери достигают 70—90 %. Обследование посевов сои в Японии показало, что сокращение урожая сои по сравнению с непораженными участками составило 41,3 %. Ежегодно в США соевая цистообразующая нематода вызывает потери урожая сои 11-18% от общей продукции [184,360].

В Российской Федерации соевая нематода причиняет значительный ущерб при возделывании сои в Амурской области. Исследования ученых ДальГАУ показали, что на участках зараженных соевой нематодой больные растения отставали в росте в 10-30 раз от здоровых, образовывали в 13 раз меньше бобов, на корнях пострадавших растений отмечали в среднем от 64 до 170 самок. Потери урожая в очагах паразита достигали 73-92,8% [69,153,152].

По приведенным литературным данным можно сделать вывод, что широкое распространение гетеродероза, вызываемого соевой цистообразующей

нематодой, наносит большой экономический ущерб в соеяющих странах и в хозяйствах Амурской области, которые выращивают сою.

Эффективная защита сои от повреждений соевой цистообразующей нематодой может быть достигнута в результате комплексного применения профилактических, биологических, агротехнических, химических приемов.

Степень заражения почвы соевой нематодой находится в прямой зависимости от насыщенности звеньев севооборотов соей, а также использование не поражаемых культур или сортов. В этом случае зараженность поля поддерживается на низком уровне и не приносит ущерба возделываемой культуре [152,385].

Наиболее перспективным методом борьбы с нематодой является селекционно-генетический. Одним из важных звеньев в этом является использование нематодоустойчивых сортов и их региональное размещение с учетом расового состава возбудителя [160,317,405]. В селекционной практике созданы устойчивые к соевой нематоды сорта – в США, Японии, Китае, Корее, Бразилии, возделывание которых на зараженной нематодой почве способствует увеличению сбора урожая сои и ведет к резкому снижению численности паразита в почве [313, 315, 318, 317, 324, 340, 347, 352, 368, 371, 399, 406].

В США на первом этапе в 1957 году был проведен поиск нематодоустойчивых сортов сои [376]. Из испытанных 2800 сортообразцов сои на восприимчивость к соевой нематодe, была обнаружена нематодоустойчивость у четырех линий – PI 79.693, PI 90.763, PI 20933-1, PI 84.751 и двух сортов сои Ilsoy, Peking.

В дальнейшем в 1964 – 1984 гг. с помощью сорта Peking – генетического источника устойчивости к соевой нематодe, были получены устойчивые сорта Pickett, Cloud, Duer, Forrest, Mack, Centennial NC-55 [308, 393]. Затем коллекция устойчивых к паразиту образцов пополнилась сортами Bedford, Jeff, Nathan, Fauett, Carver, Columbia [315, 374, 399].

В США были проанализированы некоторые клеточные процессы, происходящие в тканях сои линии PI 437654, для которой ранее была подтверждена устойчивость к соевой нематодe, и чувствительного сорта сои Essex. Первичной реакцией на инфекцию нематодой является синцитиальное преобразование клеток. Это оказывает примерно одинаковое действие на чувствительную и устойчивую линии сои. При испытании, к пятому дню заражения, у устойчивой линии завершились все процессы, связанные с перерождением и дегенерацией пораженных клеток. У чувствительного растения развитие синцитиев не прекращалось, в связи, с чем возникает мысль о том, что роль в этом процессе отводится недифференцированным типам клеток. Анализируется вероятная взаимосвязь выявленных клеточных процессов с активностью известных генетических факторов устойчивости к нематодe у сорта сои [352].

В Японии были выявлены устойчивые сорта Геден-ширазу, Тенриоку, Нангун-тейктем, Мегуро, Тейкдент-1, Ивате-яги-1, Ивате-2. Сорта сои Tesan 93, Toiki 182, Akanida, Susuhime, созданные позднее японскими учеными были устойчивыми к распространенным там 1, 3, и 5 патотипам соевой нематоды [305,340,341,390,391,380]. В Корее выявлены пять нематодоустойчивых сортов сои – Медиум, Унген-Баекмок, Баектал, Хемен,

Гринн [367,368]. В Китае выделены устойчивые к соевой нематоде расе 1 и 3 сорта сои Longkang SCN 792, Baipidou и Dahuangdou [349,350].

В Бразилии при испытании более 40 сортов и линий сои были выявлены: линия местной селекции NC-101-P, американские сорта и линии - Hartwig, Gordon, Coker-6727, A-5980 и C-485 .

Создание и внедрение устойчивых к соевой цистообразующей нематоде сортов сои ведется и на территории Европы в странах – Португалия, Германия, Англия [307,316,317].

В Германии селекция на резистентность к нематодным заболеваниям растений является главной целью для многих важных сельскохозяйственных культур – сои, томатов, картофеля и сахарной свеклы. Здесь разрабатываются новые альтернативы контролирования нематод в полевых условиях. Ведется работа по созданию искусственных генов резистентности, которые кодируют нематоксичные протеины или вызывают быстрое отмирание питающих нематод клеток. Идентифицированы ряд генов нематодорезистентности. Немецкие ученые считают, что генная инженерия в борьбе с нематодными болезнями будет приобретать все большее значение в селекции растений [342].

В Англии в борьбе с нематодами, имеющими различную биологию, происхождение и репродуктивность обсуждаются вопросы взаимоотношения фитопаразитических нематод и растений-хозяев, а также проблемы борьбы с нематодами путем использования устойчивых сортов [307]. Португальские ученые при испытании 59 линий сои в 1999 году получили резистентные сортообразцы к расе 3 соевой цистообразующей нематоды UFM-611909 и 612972, которые рекомендованы к выращиванию на зараженных паразитом участках [314].

В нашей стране целенаправленная селекция на нематодоустойчивость проводится недавно. Исследования по выявлению устойчивости сои к соевой цистообразующей нематоде начали проводить в Амурской области в конце семидесятых начале восьмидесятых годов 20 века

[56,57,72,73,74,149,150,155]. В результате этой работы выявлена группа нематодоустойчивых сортов и сортообразцов мировой и местной селекции: в 1979 году – Амурская 472, Амурская – 492, Л.25, Л.47, Л.62, Л.69 [153]; в 1983-1986 годы NC-55, Forrest, Mack 10/9, Custer, 530-17, PI 90.763, ВИР-6133 [56,57,72,146] .

В мировом земледелии соевая цистообразующая нематода наносит большой ущерб соевому производству и этой проблеме уделяется большое внимание вот уже на протяжении более 50 лет во многих странах (США, Япония, Канада, Бразилия, Корея, Аргентина). Ведущее место в борьбе с этим паразитом отводится интегрированному методу – поиск нематодоустойчивых сортов сои, составление правильных схем севооборотов, применение биологических методов борьбы против соевой нематоды и т.д.

Из приведенных литературных данных можно сделать вывод о необходимости создания в Российской Федерации исходного материала для селекции сои на устойчивость к *Heterodera glycines*.

Оценка мировой коллекции сои на устойчивость к специализированному паразиту

Поиски устойчивости сортообразцов сои велись путем испытания на искусственном фоне заражения почвы *Heterodera glycines*. За период с 1997 по 2001 годы было испытано 389 сортообразцов сои мировой коллекции ВИР из России, США, Канады, Чехии, Украины, Германии, Японии, Китая, Кореи, Польши, Беларуси, Молдовы, Австралии, Болгарии, Грузии, Перу, Франции, Афганистана.

Анализ, проведенных исследований показывает, что 87,2 % испытанных сортообразцов сои мировой коллекции в сильной степени заразились соевой цистообразующей нематодой (3-5 баллы заражения).

За годы исследований выявлено восемь высоко устойчивых сортообразцов сои селекции США и Канады. На корневой системе этих растений паразита обнаружено не было.

Группа устойчивых и относительно устойчивых сортообразцов (с баллом заражения 1, 2) выявлена среди образцов Беларуси, США, Канады, Чехии, Германии, Польши, Молдовы, Японии, Австралии, Китая, средняя численность нематод на корнях, которых не превышала 0,2-4,5 и 6,1-9,4 самок на одном растении.

Испытанные сорта российской селекции отличались от остальных сортообразцов сильной восприимчивостью к соевой нематоды, на корнях которых формировалось более десяти самок паразита (3-5 балл заражения). Это сортообразцы селекции Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур, Воронежского НИИСХ, Ершовской опытной станции, Ульяновского сельскохозяйственного института, Чувашского НИИСХ.

Не выявлено нематоустойчивых образцов среди селекционного материала Венгрии, Франции, Кореи, Грузии, Перу, Афганистана, Болгарии, Украины, Югославии. Все они в сильной степени поразились соевой цистообразующей нематодой.

Основной объем изученного материала представлен средне восприимчивыми и сильно восприимчивыми сортообразцами.

Из испытанных на нематоустойчивость сортообразцов мировой коллекции ВИР 5,7 % высокоустойчивых, устойчивых и относительно устойчивых сортообразцов представлено образцами сои селекции США и Канады. Это является результатом того, что в этих странах более сорока лет ведется направленная работа по созданию нематоустойчивых сортов сои к различным расам паразита. На образцы из Китая, Японии и Чехии приходится 3,5 % устойчивых к соевой цистообразующей нематоды образцов из мировой коллекции сои. В Беларуси и Молдове устойчивые и относительно устойчивые к паразиту сортообразцы составляют 1,5 % от общего количества испытанных образцов. Источники устойчивости к *Heterodera glycines* представлены в таблице 12.

Источники устойчивости к соевой цистообразующей нематодe (1999-2001 гг.)

№ по каталогу	Название сортообразца	Происхождение сортообразца	Число паразита на 1 растение	Балл заражения
1	2	3	4	5
	ВНИИС 1 (стандарт)		148,0	5
7941	78	Канада	0	0
7979	498	-	0	0
8134	F x H 21-17 B	-	0	0
8002	9	-	0,2	1
8059	WC 283 x 40-42 F2	-	2,1	1
576793	Fe 4	-	0,9	1
-	276	-	4,1	1
7959	281	-	5,6	2
9648	Maple Rioge	-	6	2
576790	FI-1	-	6,2	2
579521	OT-891	-	5,8	2
-	536	-	7,3	2
-	465	-	7,6	2
-	232	-	9,4	2
-	462	-	6,1	2
7567	NB	США	0	0
7592	Shiheigai Kurobesa	-	0	0
7608	Shoufuku Daizu	-	0	0
7631	Sherweed	-	0	0
7902	861-26	-	0	0
10005	Lambert	-	4,9	1
-	MON-95	-	5	1
9988	491 x Norman	Беларусь	4,7	1
126710	Восход	-	9,1	2
583609	SPX 892001	Чехия	4,9	1
583593	Yiessen 210	-	0,7	1
583589	LS-8	-	0,9	1
583593	Alvia	-	3,4	1
583577	Toury	-	8,1	2
583778	OT 87-8	-	9	2

1	2	3	4	5
583606	12091	-	8	2
583601	Line CH	Чехия	6,1	2
9837	Sito	Германия	4	1
9468	№ 134	-	5	1
8539	Линия из К 234	Молдова	4,8	1
8538	Линия из К 232	-	3,9	1
8410	Линия из К 14	-	4,9	1
8411	Линия из 3776	-	5	1
8115	Dewamusume	Япония	2,1	1
-	I A	-	3	1
-	Ouhazo	-	0,7	1
-	Moёсудзу	-	8,7	2
-	Tokiovert	-	9,4	2
-	Катамати	-	7,9	2
10016	Polan	Польша	4	1
581575	N/ M 4888	-	3,7	1
581969	Minsoy 10	Австралия	2,9	1
9490	Beufu Dow	Китай	1,7	1
136611	Б/н	-	1,9	1
-	Цзелинь	-	2,7	1
	Юг-40	Украина	10	2

Таким образом, проведенные исследования на нематодоустойчивость сортообразцов сои мировой коллекции ВИР позволили выявить группу образцов сои, высоко устойчивых, устойчивых и относительно устойчивых к патотипу 2 соевой цистообразующей нематоды, распространенной на территории Амурской области. Эти нематодоустойчивые образцы из США, Канады, Японии, Китая, Чехии, Беларуси и Молдовы могут иметь значение как источники устойчивости к соевой цистообразующей нематоды в селекции для получения сортов сои на территории Российской Федерации.

В настоящее время в научных учреждениях Дальнего Востока в селекционном процессе широко используются сорта сои из КНР и поэтому дан-

ные сорта сои были изучены на восприимчивость к соевой нематоды, распространенной на территории области.

Проводимые исследования не позволили выявить устойчивых сортов. Все они в разной степени поразились паразитом (табл. 13).

Таблица 13

Восприимчивость сортов сои китайской селекции к соевой нематоды
(1997 – 2000 гг.)

Балл заражения	Кол-во цист на 1 растение, шт	Название сорта
2	9,9	Зюфей – 2
3	11,7	Зюфей – 1, Хейхе – 4
4	23,1	Хейхе – 3, Хейхе – 5

Индекс толерантности китайских сортов был 29,9 – 30,1 %. Это говорит о том, что сорта сои из КНР не являются толерантными к расе 2 соевой цистообразующей нематоды, распространенной на территории Амурской области.

Большое внимание генетиков и селекционеров привлекает отдаленная гибридизация культурных видов растений с дикими формами. Поэтому, руководствуясь теорией П.М. Жуковского [98] о том, что примитивные и дикие формы растений имеют большое значение в качестве исходного материала в селекции на устойчивость к вредителям и болезням, была проведена оценка устойчивости к соевой цистообразующей нематоды диких форм сои, произрастающих на территории Амурской области. Испытанию подвергли образцы дикой сои из Архаринского, Белогорского, Благовещенского, Михайловского и Зейского районов Амурской области (табл. 14).

Трехлетнее испытание позволило выявить форму дикой сои КЗ 633 из Зейского района, как относительно устойчивую к соевой цистообразующей нематоды. На корнях этого образца отмечали до 9,0 самок нематоды. Форма

дикий сои КЗ 633 может быть использована в качестве источника нематодоустойчивости в селекционном процессе.

Таблица 14

Восприимчивость *G. soja* к соевой нематоде (1999-2001 гг.)

Происхождение образца	Номер образца	Балл заражения
Зейский район	КЗ 633	2
Белогорский район	КБ 39	3
Зейский район	КЗ 659	3
Благовещенский район	К 8841	3
Михайловский район	К 9038	4
Архаринский район	К 36352	4

Большинство образцов дикой сои из Амурской области поражаются соевой нематодой в сильной степени (балл заражения 3 – 4).

Полученные результаты вегетационно-полевых исследований сортообразцов сои из мировой коллекции ВИР показывают широкое варьирование устойчивости и восприимчивости сортообразцов сои к соевой цистообразующей нематоде.

Выделенные высокоустойчивые к *Heterodera glycines* сортообразцы сои рекомендуются в качестве исходного материала для адаптивной селекции сои.

Оценка сортов сои дальневосточной селекции на устойчивость к *Heterodera glycines*

Большое значение в работе по выявлению нематодоустойчивых образцов отводится поиску устойчивых форм среди селекционного материала местного происхождения.

С 1997 по 2001 годы было исследовано на восприимчивость к соевой цистообразующей нематоде 209 сортообразцов сои, селекции ВНИИ сои и ДальГАУ. Результаты полевых исследований показали широкое варьирование устойчивости и восприимчивости селекционного материала к соевой нематоде.

Основная масса изученного материала поражалась соевой нематодой. Это 3 – 5 балл заражения.

В результате многолетних исследований была выявлена группа устойчивых и относительно устойчивых форм из ВНИИ сои, на корнях которых формировалось не более 10 самок нематоды (балл заражения 1-2). Устойчивые сортообразцы (балл заражения 1) – Амурская 910, Амурская 963, Амурская 1095, Амурская 1141, Амурская 1144, Амурская 1145, Амурская 1146, Амурская 1147, Амурская 1148. Относительно устойчивые образцы (балл заражения 2) – Амурская 1021, Амурская 1096, Амурская 1112, Амурская 1116, Амурская 1149. Средняя численность самок нематоды на корнях этих сортообразцов колеблется от 1,5 до 9,8 на одном растении. Эти образцы сои представляют большую ценность для селекционеров в качестве материала устойчивости к соевой цистообразующей нематоды, распространенной на территории области.

Исследования сортов селекции ДальНИИСХ и ПримНИИСХ на нематодоустойчивость позволили выделить ряд высоко устойчивых, устойчивых и относительно устойчивых образцов (табл. 15).

Таблица 15

Восприимчивость сортов сои дальневосточной селекции к *Heterodera glycines* (1997 – 2001 гг.)

Балл заражения	Сорта		
	ВНИИ сои	ПримНИИСХ	ДальНИИСХ
0 – высоко устойчивые	-	Витязь	-
1 – устойчивые	Соната	Премьера	Амурская бурая, Майя, Салтус, Гритиказ 80
2 – относительно устойчивые	Вега, Гармония	-	Кобра, МОК
3 – слабо восприимчивые	Соер 4*, Закат, Октябрь 70	-	Локус
4 – средне восприимчивые	Даурия, Смена, Луч надежды	Мечта, Венера	Амурская 41
5 – сильно восприимчивые	ВНИИС 1	-	Нина, ВА3 100, РИКО

* – сорт выведен на Ершовской ЗОС

За годы исследований сорт сои Витязь показал себя как высоко устойчивый (на корнях растений этого сорта за период исследований не обнаружено цист *Heterodera glycines*). Сорт сои Премьера оказался нематодоустойчивым с баллом заражения 1. Средняя численность самок нематоды на корнях не превышала 4,7 на одно растение.

Среди сортов сои селекции ДальНИИСХ высоко устойчивых образцов выявлено не было. Третья часть, испытанных на восприимчивость к соевой нематоды сортов, проявили себя как устойчивые и относительно устойчивые к паразиту.

По результатам испытания выделены сорта: Амурская бурая, Майя, Салтус, Гритиказ 80, Кобра, МОК, Витязь, Премьера, устойчивые к патотипу 2 соевой нематоды, распространенному на территории Амурской области.

Данные формы рекомендуются для дальнейшего использования в селекционном процессе на устойчивость к специализированному вредителю сои.

Оценка сортов сои, районированных в Амурской области, на устойчивость к *Heterodera glycines* позволила выявить устойчивый сорт Соната (на корнях нематода отмечалась в количестве от 3,2 до 4,4 штук на одном растении). Коэффициент размножения паразита составил от 0,9 до 1,0. Индекс толерантности – 78,8 %. Следовательно, сорт сои Соната является относительно толерантным к соевой цистообразующей нематоды. При испытании на нематодоустойчивость сортов сои Вега и Гармония было установлено, что эти сорта сои проявили устойчивость к соевой цистообразующей нематоды (количество цист нематоды на корнях этих растений не превышало 9,3 самок на одном растении). Коэффициент размножения составляет от 1,2 до 1,4. У слабовосприимчивого сорта сои Октябрь 70 КР был равен 1,4. Слабовосприимчивые сорта Соер 4 и Закат (с баллом заражения 3) имеют соответственно КР от 2,1 до 2,2. Это говорит о том, что при выращивании этих сортов на зараженных соевой нематодой участках с более высокой плотностью инвазии в почве происходит увеличение *Heterodera glycines* в 2,1 – 2,2 раза от первоначальной численности. Сорта сои Вега, Гармония, Соер 4 и Закат следует возделывать на незараженных паразитом участках, по чистому пару или после многолетних трав.

Самый высокий коэффициент размножения отмечен у восприимчивых сортов Смена – 3,0 и ВНИИС 1 – 3,9.

Восприимчивые и устойчивые к соевой цистообразующей нематоды сорта сои подразделяются на толерантные и не толерантные. Восприимчивые толерантные растения могут выдержать заражение и воспроизводство популяции нематоды за счет опережающего роста растения-хозяина, способности быстрой регенерации пораженных тканей. Устойчивые сорта, также как и восприимчивые, могут быть толерантными и не толерантными. С точки зрения практической селекции желательно иметь устойчивые толерантные сорта, снижающие плотность соевой цистообразующей нематоды в почве и в то же время не снижающие свою продуктивность на зараженной паразитом почве.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДИКОРАСТУЩИХ ФОРМ СОИ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

2.1 Межвидовая гибридизация как метод расширения биологического разнообразия генофонда сои

Значение отдаленной гибридизации состоит в том, что она как отмечал Н.В. Циция, «...позволяет сочетать ценнейшие свойства и признаки, далеко разошедшие в ходе многовековой истории, и создать огромное, ни с каким другим скрещиванием не сравнимое разнообразие гибридных потомков, представляющее колоссальный материал для применения искусственного отбора» [286].

Практическое применение этого метода дает возможность создавать новые сорта культурных растений с более высокой продуктивностью, повышенной устойчивостью к болезням, вредителям и неблагоприятным факторам среды и другими ценными качествами.

С помощью отдаленной гибридизации созданы ценные сорта зерновых, разновидностей и формы гибридов от скрещивания пырея с рожью, пшеницы с элимусом, пшеницы с рожью и другие. Сорта высоко масленичного подсолнеч-

ника, вилтоустойчивого хлопчатника, ракоустойчивого картофеля, иммунного к болезням табака, плодовых, ягодных, декоративных и других культур получены на основе отдаленной гибридизации. Н.В. Цицин отмечал [288], что при скрещивании в пределах какого-либо вида все изменения не входят в его систематические границы и только отдаленная гибридизация позволяет осуществлять «селекционную» инженеррию. Механизм создания новых форм растений заключается во взаимном объединении геномов отдельных групп хромосом, принадлежащих к различным видам или родам растений. В результате процессов рекомбинации появляются формы с ценными свойствами, с другой стороны, возникает ряд форм, имеющих «переходные» черты, и часть из них оказывается очень важной с точки зрения эволюции. Эффективность метода отдаленной гибридизации является вполне доказанной работами и достижениями как отечественных, так и зарубежных ученых.

Впервые отдаленная гибридизация была применена И.Г. Кельрейтером [127]. В 1759 г. он провел скрещивание двух видов табака с целью получения нового сорта, а в 1760 г. вырастил гибридные растения. В последующие годы он осуществил большое число скрещиваний и в 1766 г. имел гибриды от 50 различных видов. И.Г. Кельрейтером впервые было отмечено явление гетерозиса у гибридов первого поколения.

Значительный вклад в развитие отдаленной гибридизации был сделан Н.И. Вавиловым. Собранные им богатейшие коллекции различных культур послужили источником создания гибридных сортов сельскохозяйственных растений [44,45]. Экспедиционные поиски Н.И. Вавилова и его сотрудников стали началом планомерного и тщательного изучения и интродукции. В наши дни эти исследования продолжает коллектив ученых ВИР [87,88].

На необходимость надежного, разнообразного и качественного исходного материала для успешного решения задач практической селекции указывал в своих работах П.М. Жуковский [99,100].

Распространение в производстве немногих высокоурожайных сортов обеднило генетическое разнообразие возделываемых растений. Восстановить это

необходимое разнообразие ценных биологических и хозяйственных признаков растений возможно применением отдаленной гибридизацией культурных видов с их дикими сородичами.

С помощью отдаленной гибридизации решена такая важная проблема, как создание многолетних аналогов основных сельскохозяйственных культур. Основоволожником этой проблемы был А.И. Державин [81,82].

Работы по отдаленной гибридизации имеют ряд трудностей, связанных с нескрещиваемостью родительских форм и стерильностью полученных гибридов. Большое значение для развития этого направления имели работы Г.Д. Карпеченко, нашедшего новые пути преодоления стерильности отдельных гибридов [122,123,124].

Перспективы селекционного использования отдаленной гибридизации – интрогрессия нужных генов диких форм и обогащение генофонда, повышение иммунитета, расширение формообразовательных возможностей, получение гетерозиса – обуславливают необходимость разработки путей преодоления затруднений, связанных с отдаленными скрещиваниями [221].

Метод отдаленной гибридизации получил основное теоретическое обоснование благодаря работам И.В. Мичурина [193]. Он внес огромный вклад в изучение таких важнейших вопросов, как подбор родительских пар, скрещивание географически отдаленных форм, гибридизация культурных растений с дикорастущими. Для тех случаев, когда скрещивание между дикими видами растений обычным путем не удавалось, И.В. Мичурин разработал ряд методов, облегчающих этот процесс (метод «посредника», опыление смесью пыльцы, предварительное сближение).

Последователи И.В. Мичурина: И.С. Горшков, П.Н. Яковлев, И.Н. Рябов, Е.Н. Харитонова, К.Ф. Костина, Г.В. Еремин и многие другие широко применяют отдаленную гибридизацию в селекции плодово-ягодных культур. Особенно эффективен этот метод при скрещивании культурных форм с дикорастущими в целях создания сортов, более холодостойких и устойчивых к различным заболеваниям и вредителям, что доказано работами многих ученых [116,117,34,301,302,348].

Развивая идею И.В. Мичурина о гибридизации культурных растений с дикорастущими, Н.В. Цицин на примере злаковых растений показал большую ценность дикорастущей флоры в преобразовании, улучшении культурных растений и создании совершенно новых сельскохозяйственных культур [286,287,288].

В настоящее время, как в нашей стране, так и за рубежом метод отдаленной гибридизации широко применяется в селекции кукурузы [210,211], риса [147], подсолнечника [226,227,228], картофеля [42,43,48,108,120,148], овощных культур [87,88]. Большие перспективы при применении отдаленной гибридизации в селекции бобовых культур [336,369,320,382].

Метод отдаленной гибридизации успешно применяется в селекционной работе учеными многих стран (США, Канаде, Англии, Швеции, Италии и других). Выведено много ценных сортов плодовых, декоративных, технических, зерновых, цветочно-декоративных растений и других.

В настоящее время фактически уже нет таких культур, которые не были бы вовлечены в отдаленную гибридизацию. Применяется она и в селекции сои.

Удачные скрещивания осуществлены между культурной и дикой уссурийской соей. В нашей стране первые сообщения об этом появились еще в 30-е годы 20 века [32,163,205]. Селекционеры Дальнего Востока, Украины и Грузии использовали такие гибриды в практической работе. Так, В.А. Золотницкий [106,107] создал на их основе ряд сортообразцов (Хабаровская 5, Хабаровская 21, Хабаровская 23). Дикая соя передала гибридам необычайную скороспелость (вегетационный период 70-80 дней). На возможность создания сорта путем гибридизации культурной и дикой сои указывал еще И.В. Мичурин [193], который считал необходимым продвижение ареала культуры на север, путем межвидовой гибридизации.

Однако селекция сои, как в нашей стране, так и за рубежом базируется в основном на внутривидовой гибридизации и экспериментальном мутагенезе. Можно заметить, что у полученных на основе этих методов форм изменчивость не выходит за рамки внутривидовой. Использование только этих основных ме-

тодов селекции неизбежно ведет к сужению генетического разнообразия, выводимого сортимента, что проявляется не в расширении пределов варьирования хозяйственно-ценных признаков новых сортов, а в их перекомбинации. К тому же многие гены, как отмечает А.Я. Ала [247], контролирующие ценные признаки у возделываемых форм сои оказались утраченными. Для восстановления, воссоздания их, а также для расширения пределов варьирования хозяйственно-ценных признаков, необходимо в селекционный процесс включать дикорастущие формы сои. Н.И. Корсаков [142,143] отмечает, что всестороннее познание многообразия возделываемых форм сои и ее диких сородичей позволит полнее использовать потенциальные возможности этой культуры.

Вовлечение в селекцию дикорастущих видов для передачи отдельных ценных признаков культурной сое представляется сложной, но актуальной задачей, которая, возможно, позволила бы расширить генетическую базу этой культуры.

По мнению В.В. Енкина [94], К. Karasawa [343], F.J. Herman [334], культурная соя произошла от дикой уссурийской. Местом происхождения сои культурной большинство ученых считает северный и центральный Китай, что соответствует границам ареала сои уссурийской как типичного эндемика Дальнего Востока. Культурная соя легко скрещивается с уссурийской при искусственной гибридизации, но и естественная гибридизация между ними не исключена [94,250,240]. Гибриды их дают жизнеспособное и фертильное потомство. В результате расщепления таких гибридов образуется непрерывный ряд форм сои с признаками той и другой [12]. Кроме того, дикорастущая уссурийская соя представлена многими формами [106], схожими с формами сои, возникающими при расщеплении гибридов культурной с уссурийской. По-видимому, разнообразие форм в определенной мере обусловлено интрогрессивной гибридизацией с культурной соей.

Из различных линий дикой сои путем мутагенного воздействия и многократного направленного отбора ценных мутантов были получены так называемые культуриды [195]. Этим самым также был показан возможный путь происхождения сои культурной.

Имеющиеся литературные данные [92] показывают, что многие болезни культурной и дикой сои вызываются одними и теми же возбудителями.

Н.И. Корсаков [143] отмечает, что уссурийская и культурная соя имеет одинаковое число фракций белка. Получены также результаты [321], свидетельствующие о сходном составе углеводов семян культурной и дикой сои. Однако в работе Л.Г. Колесниковой с соавторами отмечается, что дикая уссурийская соя имеет 17-18 фракций, тогда как культурная - 20-22 [136].

Существуют и другие дикорастущие виды сои, произрастающие в Африке, Австралии. Они имеют ряд ценных признаков - многоцветковая кисть, многосемянные бобы [235,237], нечувствительность к длине дня [354], устойчивость к настоящей мучнистой росе, соевой ржавчине, грибным болезням [101].

Многолетние виды существенно различаются по характеру роста и адаптации. В ряде работ описываются результаты скрещивания этих видов между собой [309,310,361]. Большинство межвидовых гибридов имеет маложиизненную пыльцу и не образует бобов. Н.Н.Hadley [330] удалось получить реципрокные гибриды между индуцированным аутотетраплоидом *G. tomentella* (2n = 77 - 79) и *G. tabacina* (2n = 80). В этих скрещиваниях гибриды отличались высокой стерильностью пыльцы и имели по 78-81 хромосоме. В опытах Н.Н. Hadley, Т. Нумовитс [330] при скрещиваниях *G. tomentella* с *G. tobacina* не получено ни одного зрелого боба, а в комбинации *G. tomentella* x *G.falcata* было несколько бессемянных бобов. Для преодоления нескрещиваемости при отдаленной гибридизации К.Л. Chan [312] использовал культуру зародышей, предварительную прививку и обработку В-индолилуксусной кислотой. Ни один из данных приемов не способствовал получению гибридных семян.

Цитогенетическое изучение стерильных гибридов [361] показало, что у них в метафазе I мейоза наблюдается ослабление конъюгации хромосом, большое число унивалентов, появление мультивалентов. Диплоидные гибриды *G.falcata* x *G.canescens* и *G.falcata* x *G. tomentella* погибали, не достигнув фазы цветения. Тетраплоидные гибриды *G. tomentella* x *G. tobacina* отличались мощным вегетативным развитием, но были стерильны. Как видно, внутренние ме-

ханизмы имели место на различных этапах развития растений - от летальности на стадии всходов до отсутствия семян у стерильных, но мощных по вегетативному развитию гибридов. Однако, P. Broul [304] удалось получить одно гибридное семя от скрещивания *G. tomentella* с *G. canescens*.

Попытки скрестить эти виды с культурными не удалось [250,240,143,237,234,236]. Основными причинами нескрещиваемости является отсутствие конъюгации хромосом и мейотические нарушения. Однако некоторыми зарубежными учеными получены отдельные гибриды с помощью метода культуры тканей [310,361]. Наиболее легко с культурной соей скрещиваются *G. tomentella* и *G. tobacina* [362,383], но все полученные растения стерильны. Значительной дивергенции дикорастущих видов сои способствовали, вероятно, самоопыляемость, многолетний тип развития, географическая изоляция.

Культурная соя имеет наибольшее генетическое родство с дикорастущей уссурийской. Поэтому целесообразно изучение изменчивости хозяйственно ценных признаков дикой уссурийской сои, вскрытие их генетического потенциала и использование его в создании исходного материала для селекции.

Работы по интродукции показывают, что часто дикие формы в естественных условиях по хозяйственно ценным признакам не проявляют каких-либо различий. Однако при выращивании в условиях культуры они могут существенно различаться по продуктивности, длине стебля, числу ветвей и другим признакам. Поэтому имеет смысл изучать дикие формы в условиях культуры.

Изучение дикой уссурийской сои, собранной в различных районах Амурской области в условиях культуры позволило выявить высокую полиморфность по хозяйственно ценным признакам [7,9,247,269]. Самые высокостебельные формы обнаружены в Михайловском, Белогорском районах. Формы из Благовещенского, Тамбовского районов отличались наибольшим количеством узлов [9,247]. Наиболее крупные семена имели формы с северного ареала, наиболее мелкие с южной части Амурской области [247,3]. Наибольшее количество ветвей имела архаринская популяция [17]. С распространением на север период вегетации

дикой сои уменьшается. Так, формы из Архаринского района имели период вегетации до 125 дней, из Зейского района - 75-90 дней [9,247].

Анализ популяции диких форм на процентное содержание масла в семенах [6] показал, что встречаются отдельные генотипы с весьма низким показателем (5-6%). Более того, как правило, среди низкомасличных линий встречаются генотипы с повышенным содержанием белка в семенах. Так, отдельные линии имели среднее содержание белка и масла – 47,7 и 5,4% соответственно. Соотношение белка к маслу – 8,8:1 при 2:1 у культурной. Использование линий дикорастущей сои с повышенным отношением белка к маслу открывает большие перспективы при селекции на повышенное содержание белка в семенах.

Анализ частей семени [6,4] показал, что масса кожуры у культурной сои составляет 7,5% от общей массы семени и масса семядолей до 93%. Отношение массы кожуры к семядолям у культурной 1:12. У дикой уссурийской сои масса кожуры составляет 22,5% и семядоли 77,5% (отношение 1:3). Содержание масла в частях семени у дикой сои составило: в кожеуре семян – 0,6%, в семядолях – 11%, у культурной – 0,6 и 22,6% соответственно.

Использование уссурийской сои в скрещивании с культурной, дает возможность повысить содержание жирных кислот в масле и аминокислот в белке гибридов *G.max* x *G.soja* [21].

Таким образом, дикая соя характеризуется повышенным содержанием белка в семенах, скороспелостью, многоветвистостью, исключительной способностью к плодообразованию.

Изучение генетической системы, детерминирующей количественные признаки у гибридов дикой и культурной сои, представляет интерес как общебиологическая проблема, затрагивающая использование новых перспективных вариантов в генетико-селекционных исследованиях.

Скрещиванием диких форм с культурными сортами и изучением изменчивости и наследования признаков у межвидовых гибридов занимались многие ученые [343, 395, 132, 9].

S.S. Malik, B.B. Sing [353] в F_2 от скрещивания дикой сои с культурной наблюдали трансгрессивное расщепление по высоте растений, числу семян в бобе и массе семян с растения. Средние значения всех признаков в F_2 изученных гибридных комбинаций находились между значениями признаков родительских компонентов. Высокий урожай F_2 , был обусловлен повышенным числом бобов на растении и семян в бобе. Изменчивость признаков комбинаций в F_2 была существенно выше, чем родительских форм.

J.A. Carpenter, W.R. Fehr [311] в своих исследованиях пришли к заключению, что для получения хозяйственно ценных линий при использовании дикой сои необходимо проводить три возвратных скрещивания.

Однако А.Я. Ала [8], проанализировав изменчивость средних величин дисперсий коэффициентов вариаций и лимитов у форм F_4 после двукратного насыщающего скрещивания межвидовых гибридов с культурными сортами, сделал заключение, что по урожаю семян одного растения, длине стебля, массе 1000 семян дальнейшее скрещивание проводить не следует. А по числу узлов числу семян в бобе и числу бобов в узле средние величины уже после одного цикла возвратного скрещивания оказываются на уровне культурных сортов [15].

D.S. Ertl, W.R. Fehrl [327] отмечают, что перенос наследственной информации дикой сои в культурные сорта существенно увеличивает изменчивость всех признаков.

H.H. Ram [372] получены линии от скрещивания культурной сои с дико растущей, превосходящие по урожаю использованный в скрещивании культурный сорт и несущие устойчивость к ВМС от дикой формы.

C.R. Weber [400] весьма обстоятельно изучил гибриды между культурной и уссурийской соей по размеру семян, времени созревания, содержанию белка и масла в семенах и йодному числу.

L.E. Williams [402] установил, что высокое содержание белка доминирует в F_1 , а в F_2 имела место трансгрессия по этому признаку у межвидовых гибридов.

К. Karasawa [343], анализируя гибриды культурная х дикая соя, сделал заключение, что в F₁ форма листа, время цветения, размер и форма бобов, размер и масса семян имеют промежуточное значение.

Большинство признаков дикого вида являются доминантными [130, 131,94] и вместе с ценными свойствами межвидовые гибриды наследует определенное число отрицательных признаков. Одним из таких отрицательных свойств является вьющийся стебель дикого вида.

Прямостоячая форма стебля, его устойчивость у культурного вида обусловлена наличием большого количества механических элементов, сильной степенью одревеснения большинства из них, наличием широкого непрерывного кольца ксилемы, оболочки клеток которой подвергаются сильному одревеснению, наличием непрерывного широкого кольца первичных лубяных волокон, имеющих сильную степень одревеснения клеток [133].

Дикая уссурийская соя имеет неустойчивый, вьющийся стебель вследствие преобладания над механическими элементами всех остальных, узкое кольцо древесины и первичных лубяных волокон, отсутствие лубяных волокон.

В анатомической структуре стебля гибрида, как отмечает М.Ф. Козак [133], сочетаются черты строения обеих родительских форм. Расположение и развитие основных элементов в стебле гибрида соответствует его морфологии. В нижней прямостоячей, устойчивой части стебля развитие ксилемы, степень ее одревеснения, развитие других механических элементов не отличаются от культурного вида сои. Верхняя часть стебля неустойчива, склонна к завиванию, заложение древесины, лубяных волокон, ксилемы происходит по типу дикого вида сои. Степень одревеснения элементов древесины и первичных лубяных волокон слабая.

К. Karasawa, К. Yamoto, С. Woodworth [403,404,343] изучали наследование межвидовыми гибридами сои окраски венчика цветка, бобов, кожуры семян, опушения.

А.В. Лавлинский, А.Г. Богдаев [169] изучали некоторые анатомические особенности листа сои культурной, сои уссурийской и их гибрида. Установле-

ны статистически достоверные отличия у изучаемых родительских форм по анатомическим параметрам листа. Гибридная форма по изучаемым показателям чаще уклоняется в отцовскую сторону, сою уссурийскую, а также имеет промежуточное выражение признаков.

Изучение изменчивости и наследуемое количества ветвей, бобов, массы семян одного растения и массы 1000 семян у межвидовых гибридов F_2 [62] показало, что по количеству ветвей и бобов гибриды второго поколения занимают промежуточное значение между родителями, по массе 1000 семян происходит сдвиг в сторону материнской формы /G тах/, а по массе семян с растения некоторые гибридные комбинации превосходят культурные сортообразцы.

Исследованиями А.А. Гамоллина, А.Я. Ала [64] установлено, что число бобов в F_2 G. тах x G. soja возрастает от 1,6 до 1,8 раз по сравнению с культурными сортообразцами, а число семян с одного растения - от 1,1 до 2 раз. Изучение наследования длины стебля и числа узлов у межвидовых гибридов сои второго поколения [18] показало, что по этим признакам гибрида второго поколения имеют промежуточное значение.

При гибридизации межвидовых гибридов с культурными сортами [8] были отобраны новые варианты растений с хозяйственно ценными признаками, которых не было у родительских форм, что значительно обогатит селекционный процесс. Кроме того, появляются гибриды с новыми морфологическими признаками. Так, при скрещивании сои культурной с дикорастущей, сбрасывающих при созревании листья, были получены гибриды с непадающими при созревании листьями и нежной вегетативной массой [267].

А.К. Лешенко, В.Г. Михайлов, В.И. Сичкар [167] отмечают, что межвидовые гибриды имеют большое число мелких интенсивно окрашенных в зеленый цвет листьев, нетолстый стебель, а также отличаются высокой устойчивостью к болезням. Зеленая масса их имеет повышенное содержание протеина и каротина.

У межвидовых гибридов очень большое разнообразие по всем хозяйственно ценным признакам. Среди них встречаются растения, превосходящие по ряду ценных признаков обе родительские формы [266,270,65].

Структурный анализ изменчивости урожая семян одного растения у межвидовых гибридов пятого поколения показал, что высота растений и масса 1000 семян так же, как и у культурных сортов, оказались весьма стабильными в разных условиях выращивания. Из межвидовых гибридов пятого поколения можно выделить значительное количество генотипов с массой 1000 семян от 140 до 160 г. При испытании межвидовых гибридов в контрольном питомнике ВНИИ сои выделены формы, превышающие стандартный сорт ВНИИС 1 до 8,1 ц/га [13,61].

В настоящее время соя обычно включается в группу белковых культурных растений. Однако в семенах сои удачно сочетаются высокое содержание белка со средним содержанием ценного масла. В мировом земледелии используются сорта со средним содержанием белка и масла в семенах - 40 и 20% соответственно [14]. Эти значения не являются предельными для сои, потенциальные возможности ее гораздо выше. Одновременный отбор по обоим признакам: белку и маслу весьма затруднителен (из-за их отрицательной корреляции), но возможен. Отбор можно вести и на усиление какого-то одного признака, либо белковости, либо масличности семян. Хорошо известно также, что с увеличением урожайности соевого растения сбор белка и масла с единицы площади возрастает. Следовательно, как отмечает А.Я. Ала [5], увеличить сбор белка и масла с единицы площади можно несколькими путями: 1) увеличивать генетический потенциал соевого растения; 2) проводить отбор форм с высоким содержанием масла, 3) создавать генотипы с повышенным содержанием белка, 4) проводить комплексный отбор на повышение содержания белка и масла.

Ценные для селекции трансгрессивные формы образуются в результате рекомбинации признаков при отдаленной гибридизации. Так, L.R. Erickson, H.B. Voldeng [326] в F_2 G.max x G.soja наблюдали сильное трансгрессивное расщепление по содержанию белка, степень которого была намного выше в сравнении

с внутривидовыми скрещиваниями. При межвидовой гибридизации по содержанию белка гибриды больше приближаются к дикой сое и превышают культурную форму в среднем на 5% [14]. По маслячности межвидовые гибриды в целом значительно уступают культурным сортам, но отдельные растения, имеют содержание масла 20-22.4%.

Скрещивание высокопродуктивных диких форм, с повышенным содержанием белка в семенах, с возделываемыми сортами и дальнейшее беккросирование гибридов культурная \times дикая с культурной соей дало возможность отобрать генотипы, превосходящие лучшие районированные сорта по урожаю семян на 3,7-4,6 ц/га, а по содержанию белка в семенах с соотношением белок : масло 4:1, при 2:1 у районированных А.К. Лещенко с соавторами [165] на Кировоградской опытной станции получили от настоящего скрещивания с дикими и полукультурными формами номера, совмещающие высокое содержание белка в семенах, с другими хозяйственно ценными признаками.

По коэффициенту вариации белковость и маслячность можно отнести к весьма стабильным признакам. Ввиду того, что белок сои лимитирован метионином и триптофаном, отбор на повышенное содержание этих аминокислот приобретает особое значение при селекции. Изучение закономерностей изменчивости содержания, как этих аминокислот, так и других в белке семян у культурной, дикой сои и их гибридов показало, что по ряду аминокислот межвидовые гибриды значительно превосходят родительские формы. Так, выделены формы сои [21] с содержанием олеиновой (на 1,4%), линолевой (на 2,9%) кислот и метионина (на 0,5%) выше стандарта.

Таким образом, анализ литературы по отдаленной гибридизации сои показывает, что межвидовые гибриды могут быть использованы в качестве исходного материала по таким признакам, как повышенное содержание белка в семенах, повышенное число семян, узлов и бобов на одном растении.

Однако в настоящее время, как в нашей стране, так и за рубежом, перспективные формы дикой сои в селекционном процессе используются недостаточно.

2.2 Наследование и изменчивость морфологических признаков у гибридов *G. max* x *G. soja*

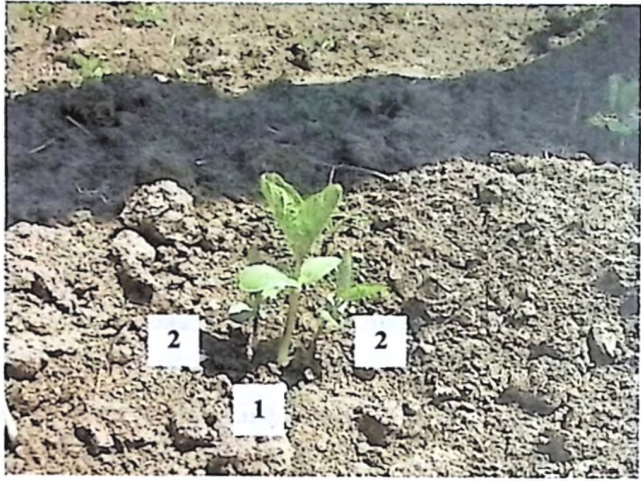
Наследование и изменчивость морфологических признаков при межвидовой гибридизации сои было изучено на гибридных комбинациях, полученных при естественном опылении культурной сои с дикорастущей. Из семян культурных сортообразцов, полученных от совместного выращивания с дикой соей (рис.2.), было выделено 216 гибридов первого поколения. Из них 91 (42%) культурного типа, 75 (35%) промежуточного и 50 (23%) дикого (табл. 16, 17). Идентификацию гибридов F_1 проводили по антоциановой окраске гипокотыля (рис.3,4) и венчика цветка (рис.5.). Расщепление в F_1 по габитусу куста представлено на рисунке 6. Наибольшее количество гибридов культурного типа было получено с сортообразцом Садовый, имеющим наибольшее количество рецессивных признаков. Они составили 55% от общего числа гибридов, полученных по всем комбинациям Садовый x *G. soja*. (табл.16).

Таблица 16

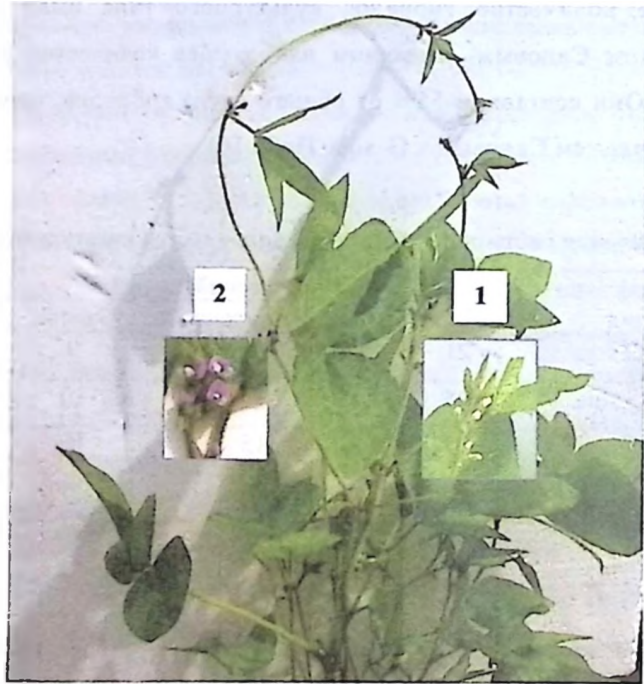
Частота появления гибридов F_1 *G. max* x *G. soja* – тестер культурная соя (1988 г.)

Гибридная комбинация	Тип растений			Всего
	культурный	промежуточный	дикий	
79/83 КП x <i>G. soja</i>	21	22	9	52
Садовый x <i>G. soja</i>	35	19	10	64
Грибская12 x <i>G. soja</i>	20	15	10	45
Грибская30 x <i>G. soja</i>	15	19	21	55
Растений: шт.	91	75	50	216
%	42	35	23	100

В среднем по всем комбинациям количество гибридов культурного типа составило 42%. Среди диких форм наибольшее количество гибридов культурного типа было получено с КЗ 659, КЗ 598 и КТ 156 (табл. 17).



а) фаза полных всходов



б) фаза массового цветения

Рис.2. Естественная гибридизация *G. max* × *G. soja* по методике А.Я. Алы:
 1 – ♀ *G. max* с рецессивными признаками;
 2 – ♂ *G. soja* с доминантными признаками



Рис. 3. Гибридный питомник F_1



Рис. 4. Идентификация гибридов F_1 по антоциановой окраске подсемядольного колена

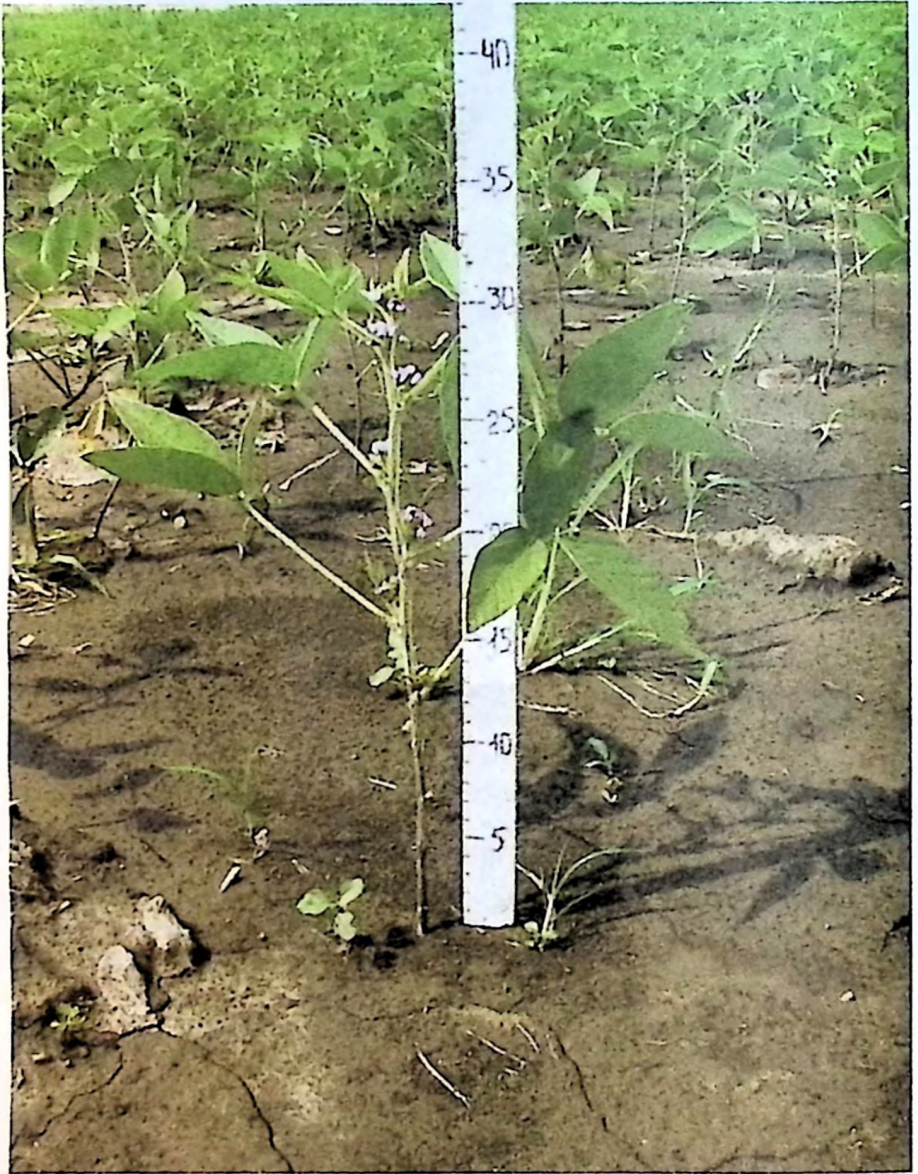


Рис. 5. Межвидовой гибрид *G. max* × *G. soja*, полученный методом естественной гибридизации

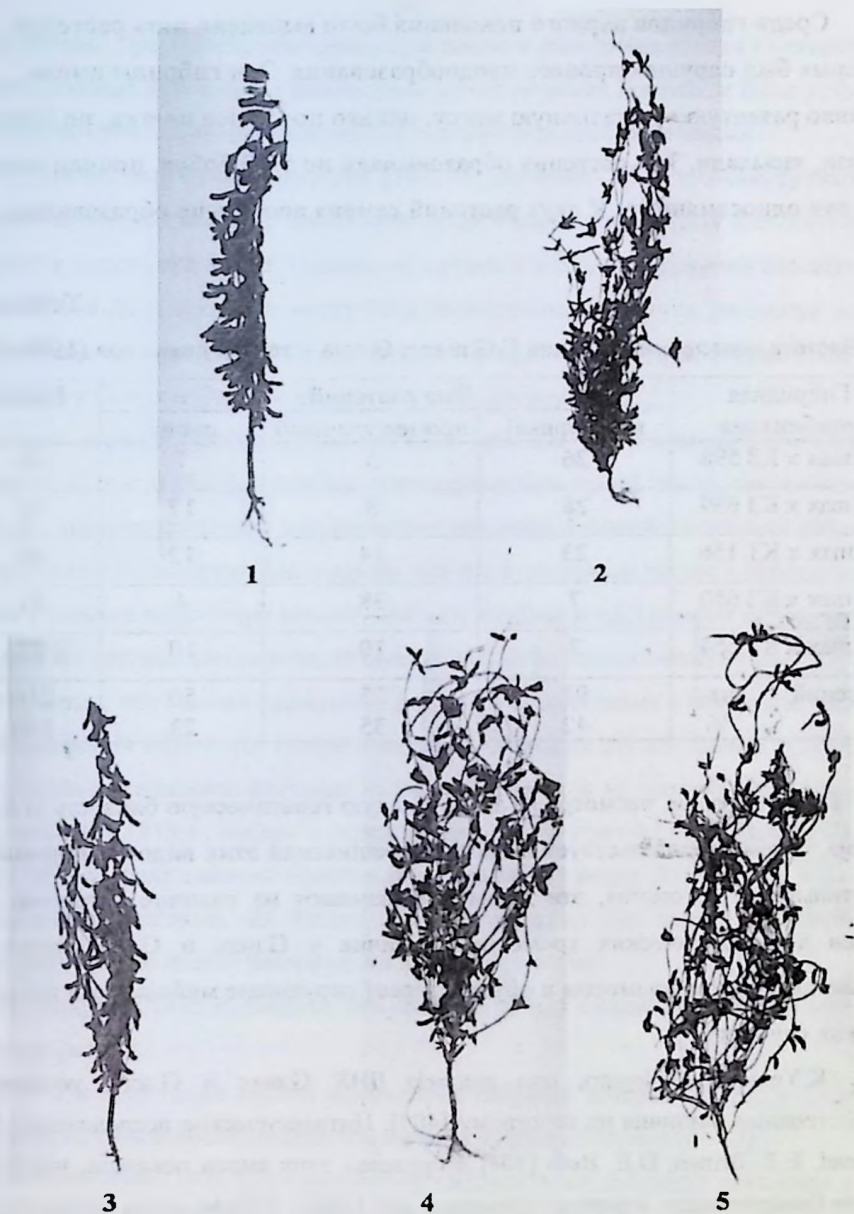


Рис.6. Расщепление по типу куста в F_1 *G. max* × *G. soja*

1 – ♀ *G. max*; 2 – ♂ *G. soja*;

3 – F_1 *G. max* × *G. soja* (культурный тип);

4 – F_1 *G. max* × *G. soja* (промежуточный тип);

5 – F_1 *G. max* × *G. soja* (дикий тип)

Среди гибридов первого поколения было выделено пять растений, у которых был нарушен процесс плодообразования. Эти гибриды имели хорошо развитую вегетативную массу, однако почти все цветки, не образуя завязи, засыхали. Три растения образовывали по 5-10 бобов, причем почти все они односемянные. У двух растений семена вообще не образовались.

Таблица 17

Частота появления гибридов $F_1 G.max \times G.soja$ – тестер дикая соя (1988 г.)

Гибридная комбинация	Тип растений			Всего
	культурный	промежуточный	дикий	
G.max x КЗ 598	26	5	7	38
G.max x КЗ 659	28	8	17	53
G.max x КТ 156	23	14	12	49
G.max x КЗ 650	7	38	4	49
G.max x КЗ 654	7	10	10	27
Растений: шт.	91	75	50	216
%	42	35	23	100

Таким образом, несмотря на значительную генетическую близость *G.max* и *G.soja*, о чем свидетельствует легкость скрещивания этих видов и нормальная фертильность потомства, эти данные показывают на наличие в геноме этих видов негомологических хромосом. Наличие у *G.max* и *G.soja* несколько негомологических хромосом обуславливает нарушение мейоза, хотя и в очень редких случаях.

К.Yamoto, G.Nogato, при анализе ДНК *G.max* и *G.soja*, установили существенные различия их по геному [404]. Цитологические исследования Q.N. Ahmad, E.T. Britten, D.E. Buth [304] в пределах этих видов показали, что *G.soja* имеет большее число коротких хромосом, чем *G.max*. Общая длина хромосомного комплимента *G.soja* оказалась на 6-7% меньше, чем у *G.max*. Путем подбора хромосом одного вида под пару хромосом другого вида для выявления гомологичных пар было обнаружено, что 16 из 20 хромосом были морфологиче-

ски подобны. При проведении сравнения длины и соотношения плеч у четырех негомологичных хромосом с анализом морфологических признаков было установлено, что эти различия объясняются эволюционными изменениями.

В работах зарубежных авторов [394] по изучению ДНК культивируемых видов и их предполагаемых диких сородичей отличается большая степень гомологии у отдельных видов. Однако, по организации повторяющихся последовательностей ДНК в геноме могут быть значительные различия, не смотря на то, что общее содержание ДНК одинаково. Аналогичная картина, очевидно, наблюдается у *G.max* и *G.soja* в негомологичных хромосомах.

Таким образом, литературные данные о наличии четырех негомологичных хромосом *G.max* и *G.soja* и других структурных изменений, таких, как множественные парацентрические инверсионные различия и данные настоящей работы (наличие в F_1 растений как с диким, так и с культурным типом, морфологические различия по размеру семени, листьев, стеблей и т.д.) говорят о том, что это, хотя и генетически близкие, но самостоятельные биологические виды.

Известно, что многие признаки передаются из поколения в поколение «без разбавления». В 1856 г. Ш. Нодэн писал, что наблюдал случай, правда редкий, когда, лишь материнское растение наложило отпечаток на продукт гибридизации [по 60]. В 1858 г., говоря о скрещивании *Datura stramonium* x *D.tatula*, Ш. Нодэн привел факт полного преобладания одного из видов *D.tatula* в F_1 и последующих поколениях. Ш. Нодэн решил, что перед ним новая закономерность, которую он назвал беспорядочной изменчивостью.

М. Вихура в 1865 г. показал, что гибриды между видами получают константные [по 60].

Г.Ф. Гертнер также описал межвидовые гибриды, которые остаются неизменными, то есть в последующих поколениях не расщепляются [по 60].

И.В.Мичурин [193] при межвидовой гибридизации наблюдал появление у гибридов и семян признаков только одного родителя.

Вопрос о, так называемых, константных межвидовых гибридах ввиду его чрезвычайной сложности оказался не полностью постигнутым Г. Менделем и он допустил наличие двух типов гибридов в F_1 [по 60].

Расщепление межвидовых гибридов, как правило, не соответствует соотношению 3:1, наблюдаемому при внутривидовой гибридизации. Это отмечалось еще Г. Менделем [183].

М.Ф. Терновский [263], изучая исследование иммунитета при скрещивании двух видов табака, также указывает на несоответствие отношению 3:1. Вместо отношения 3:1 (т.е. 75% доминант) установлены семьи, которые при полной плодовитости имели 12-14%, 22-25%, 50-54% иммунных особей (с доминантным признаком). На запутанный характер расщепления указывается в работах Н.И. Вавилова [45,46].

Известно, что механизмы матричного копирования занимают центральное место в процессах переноса информации в биологических системах [25]. В настоящее время полагают, что хромосомы высших растений и животных содержат единственную молекулу [цит. по 11]. Поэтому можно говорить о хромосоме как о единой специфической в генетическом отношении молекуле ДНК. У культурной *G.max* сои и дикой *G.soja* диплоидное число хромосом 40, следовательно, геном состоит из 20 молекул ДНК. При анализе ДНК установлены существенные различия их по геному [404].

При скрещивании культурной сои, имеющей рецессивный аллель *t*, обуславливающий серое опушение, с дикой, несущей доминантный аллель *T*, кодирующий рыжее опушение, в F_1 наблюдали растения с серым опушением [11]. Изучение межвидовых гибридов и наследования количественных признаков в аналогичных популяциях продолжалось [62]. При скрещивании культурных сортообразов, имеющих желтую окраску кожуры семян, контролирующуюся рецессивным аллелем *q*, с дикой соей, несущей доминантный аллель *Q* (темные семена), все растения как первого так и второго поколения были желтосемянными гомозиготными [11].

При моногибридном скрещивании в F_1 появились растения, гомозиготные по доминантному аллелю W_1 (фиолетовая окраска венчика). Во втором поколении в гетерозиготных линиях соотношение растений с фиолетовыми и белыми цветками варьировало от 3:1 до 18:1, а в среднем составило 7,8:1 [11].

Окраска опушения. У сои различают рыжую или коричневую окраску опушения, контролирующуюся доминантным аллелем T , и серую, определяющуюся рецессивным аллелем t . При межсортовых скрещиваниях (внутривидовых) расщепление по данной паре альтернативных признаков соответствует отношению 3:1. Изучение данных о наследовании рыжей и серой окрасок опушения при межвидовой гибридизации $G.max \times G.soja$ показало, что по этому признаку наблюдается несколько иное расщепление. Для скрещивания использовали в качестве материнской формы мутант Садовый с серым опушением и в качестве отцовских пять форм дикой сои с рыжей окраской опушения (табл. 18).

Таблица 18
Расщепление потомства в F_2 $G.max \times G.soja$ по окраске опушения при моногибридном скрещивании (1989 г.)

Гибридная комбинация	Линий	Растений всего	Опушение		Отношение рыжее:серое
			рыжее	серое	
Садовый х КЗ 598	5	922	766	156	4,91:1*
Садовый х КЗ 659	13	2134	1718	416	4,13:1*
Садовый х КЗ 156	10	1832	1546	286	5,40:1*
Садовый х КЗ 650	1	136	117	19	6,12:1*
Садовый х КЗ 654	5	911	755	156	4,84:1*
Всего по комбинациям	34	5935	4902	1033	4,74:1*

Примечание * - расщепление достоверно различается от 3:1 (X_{05}).

Таблица 19
 Расщепление потомства в F₂ по окраске венчика цветка при моногибридном скрещивании (1989 г.)

Гибридная комбинация	Линий	Растений всего	Окраска венчика цветка		Отношение фиолет:белая
			фиолет.	белая	
79/83 КП х КЗ 598	8	1510	1134	376	3,02:1
79/83 КП х КЗ 659	3	554	433	121	3,58:1*
79/83 КП х КТ 156	7	1071	828	243	3,41:1*
79/83 КП х КЗ 650	2	367	277	90	3,08:1
Всего по комбинациям	20	3502	2672	830	3,22:1*
Садовый х КЗ 598	5	922	709	213	3,33:1*
Садовый х КЗ 659	13	2134	1635	499	3,28:1*
Садовый х КТ 156	10	1832	1408	424	3,32:1*
Садовый х КЗ 650	1	136	104	32	3,25:1*
Садовый х КЗ 654	5	911	708	203	3,49:1*
Всего по комбинациям	34	5935	4564	1371	3,33:1*
Грибская 12 х КЗ 598	7	1314	1022	292	3,50:1*
Грибская 12 х КЗ 659	6	1047	813	234	3,47:1*
Грибская 12 х КТ 156	5	844	666	178	3,74:1*
Грибская 12 х КЗ 650	1	110	84	26	3,23:1
Грибская 12 х КЗ 654	1	151	120	31	3,87:1*
Всего по комбинациям	20	3466	2705	761	3,55:1*
Грибская 30 х КЗ 598	5	869	683	186	3,67:1*
Грибская 30 х КЗ 659	5	894	705	189	3,73:1*
Грибская 30 х КТ 156	1	115	90	25	3,60:1*
Грибская 30 х КЗ 650	3	463	356	107	3,33:1*
Грибская 30 х КЗ 654	1	115	91	24	3,79:1*
Всего по комбинациям	15	2456	1925	531	3,62:1*
ИТОГО	89	15359	11866	3493	3,40:1*

Примечание * - расщепление достоверно отличается от 3:1 (X₀₅).

Окраска кожуры семян. Как известно, род сои отличается большим разнообразием по окраске семян. Согласно классификации В.Б.Енкина [94], выделяются четыре основные группы окраски семенной кожуры: желтая, зеленая, ко-

ричневая, черная. Каждая из перечисленных групп включает несколько оттенков соответствующей окраски. При исследовании окраски кожуры семян у межвидовых гибридов F_1 - F_6 [134] в фенотипе гибридов появились почти все известные для рода *Glucine* генетические локусы, определяющие различные типы окраски семян. Известно, что филогенетически старым формам сои свойственна темная окраска семенной кожуры, филогенетически молодым – светлая.

Черная окраска семян, по данным многочисленных авторов, [94,366,357,344, 204], доминирует. Показано [134], что в генотипе культурного вида может быть ген-ингибитор S_3 , препятствующий в доминантном состоянии проявлению гена черной окраски семенной кожуры. Кроме того, обнаружена значимость учета окраски семян при отборе из популяции межвидовых гибридов форм с определенным фенотипом по общему габитусу. Как правило, по общему габитусу растения с черными семенами бывают близки к дикому типу. Группа растений с коричневыми семенами состоит из весьма различных по габитусу форм: близких к дикому типу, форм со всевозможными комбинациями признаков дикого и культурного видов, а также растений, близких к культурному виду. Группы растений с различной окраской кожуры семян имеют достоверные различия по ряду количественных признаков [15].

Гибриды культурного типа, имеющие желтые семена в F_2 , были константны по данному признаку. У растений, имеющих семена желтые с зелеными подтекам, в F_2 наблюдалось расщепление. Отношение желто-зеленых к желтым составило от 1,43:1 в комбинации 79/83 КП x КЗ 650 до 5,20:1 в комбинации Садовый x КЗ 659.

У растений промежуточного и дикого типа в F_2 наблюдалось сложное расщепление по окраске семян. В фенотипе гибридов проявлялись почти все известные для рода *Glucine* генетические локусы, определяющие различные типы окраски семян, поэтому выявить какие-либо закономерности расщепления не удалось.

Форма листьев. Для изучения наследования формы листьев были проведены скрещивания G.max (широкие листья) x G.soja (узкие листья) и G.max (узкие листья) x G.soja (узкие листья). В первом случае получены гибриды культурного типа с широкими листьями. В F₂ они оказались константными по данному признаку. Во втором случае были получены гибриды с промежуточными и узкими листьями. Гибриды с узкими листьями не расщеплялись. У растений с промежуточными листьями, наблюдалось расщепление на растения с промежуточными листьями, узкими и широкими (табл. 20). Так, в комбинации Грибская 12 x G. soja это отношение составило 4,67:1,35:1. В комбинации Грибская 30 x G. soja – 4,70:2,47:1.

Таблица 20
Наследование и изменчивость формы листьев в F₂ G.max x G.soja (1989 г.)

Гибридная комбинация	Растений	Форма листьев		
		широкая	промежуточная	узкая
культурный тип				
79/83КП x G.soja	3502	3502	0	0
Садовый x G.soja	5935	5935	0	0
Грибская 12 x G.soja	3567	508	2371	688
Грибская 30 x G.soja	2272	278	1306	688

Опадание листьев при созревании. У гибридов с неоппадающими при созревании листьями в F₂ наблюдалось расщепление. По комбинациям отношение растений с неоппадающими листьями к растениям с опадающими составило от 2,40:1 в комбинации 79/83 КП x КЗ 650 до 3,43:1 в комбинации Садовый x КЗ 598. В комбинации 79/83 КП x КТ 156 наблюдалось расщепление 3:1.

Таким образом, изучение расщепления F₂ по окраске опушения, окраске венчика цветка на больших выборках показало, что закономерности наследования признаков, установленные при внутривидовой гибридизации, неприемлемы для межвидовой гибридизации сои.

2.3 Наследование и изменчивость хозяйственно-ценных признаков

в F_2 G.мах x G.соja

Период вегетации. Основное разнообразие коллекции ВИРа для условий Дальнего Востока, Сибири и средней полосы европейской части предоставлено позднеспелыми сортообразцами [195], поэтому разработка методов по созданию скороспелых сортов, устойчиво вызревающих в конкретных зонах, чрезвычайно важна.

Характер наследования нормы реакции к вегетационному периоду можно объяснить, если подходить к этому признаку с точки зрения филогении культуры. Как правило, норма реакции к вегетационному периоду доминирует у тех форм, которые сформировались в первичном генцентре. Обычно при скрещивании раннеспелых форм и позднеспелых со среднеспелыми в F_1 доминирует среднеспелость.

У изучаемых культурных сортообразцов период вегетации был от 110 до 116 дней. Используемые в скрещиваниях формы дикой сои имели период вегетации от 87 до 96 дней. Среди гибридов F_2 были выделены растения более скороспелые, чем материнские формы, находящиеся на одном уровне с ней и более позднеспелые (табл. 21).

Распределение по периоду вегетации гибридов в разных комбинациях было неодинаковым. В комбинациях с участием сортообразца 79/83 КП большинство гибридов по периоду вегетации были на одном уровне с материнской формой или более скороспелые. В комбинациях с участием сортообразцов Садового и Грибской 12 большинство гибридов были более позднеспелые, чем материнская форма. Наибольшая разница в периоде вегетации между материнской формой и скороспелым гибридом культурного типа составила 8 дней, то есть получены гибриды, созревающие на 8 дней раньше исходной материнской формы. Так, гибриды 2/6, 2/8 (79/83 КП x КЗ 598), 12/2, 12/13 (79/83 КП x КТ 156) имели период вегетации 106 дней, при 114 у материнской формы. Созревание у позднеспелых гибридов увеличивалось по сравнению с материнской

формой до 10 дней. Гибрид 8/5 (Садовый x КЗ 659) имел период вегетации 120 дней, при 110 у мутанта Садового (табл.21).

Таблица 21

Характеристика межвидовых гибридов F_2 по периоду вегетации (1989 г.)

Родители, потомки	Период вегетации, дней
Культурная соя	
79/83 КП	114
Садовый	110
Грибская 12	116
Грибская 30	113
Дикая соя	
КЗ 598	87
КЗ 659	87
КТ 156	96
КЗ 650	94
КЗ 654	90
F_2 культурный тип	
79/83 КП x G.soja	106-119
Садовый x G.soja	104-120
Грибская 12 x G.soja	122-121
Грибская 30 x G.soja	111-116
F_2 промежуточный тип	
79/83 КП x КТ 156	101-118
Садовый x КЗ 659	98-124
Грибская 12 x КЗ 598	111-118
F_2 дикий тип	
79/83 КП x КТ 156	98-124
Садовый x КЗ 659	100-124
Грибская 12 x КЗ 598	114-120

У гибридов промежуточного и дикого типа наблюдалось очень сложное расщепление по периоду вегетации. В пределах комбинации, полученной от высева одного растения, разница в периоде вегетации достигала 26 дней. Так, при высева семян, собранных с одного растения, полученного от скрещивания сортообразца 79/83 КП с формой КТ 156, с периодом вегетации 118 дней, было получено 32 растения. Период вегетации у них составил от 98 до 124 дней. Среди гибридов F_2 промежуточного и дикого типа были растения как более скороспелые, чем материнские формы, так и более позднеспелые. В некоторых

комбинациях по периоду вегетации они приближались к дикой сое. Так, у формы дикой сои КТ 156 период вегетации был 96 дней. Среди гибридов, полученных при ее скрещивании с культурной соей, были выделены растения с периодом вегетации 98 дней.

Высота растений. Родительские формы сильно различались по данному признаку. У культурных сортообразцов высота растений варьировала от $54,7 \pm 1,15$ до $68,1 \pm 0,79$ см и у диких форм от $79,4 \pm 0,43$ до $142,6 \pm 3,42$ см (табл. 22).

Изучение гибридов F_2 культурного типа по этому признаку показало, что в шести комбинациях из 18 гибриды достоверно превосходили материнскую форму, в шести достоверно уступили и в шести различия были незначительны. В двух комбинациях были получены гибриды, у которых длина стебля контролировалась генами дикой сои. Так, мутант Садовый, используемый в качестве материнской формы и форма дикой сои КЗ 598, используемая как отцовская имели высоту растений $54,7 \pm 1,15$ и $107,4 \pm 1,36$ см соответственно. Гибридная комбинация, полученная при их скрещивании, в среднем имела высоту $87,9 \pm 2,43$ см, то есть уклонялась в сторону отцовской формы. Отдельные растения этой комбинации достигали 110 см. В комбинации Садовый x КЗ 654 было выделено растение, имеющее длину главного стебля 120 см, при $87,8 \pm 1,27$ среднем и 103 см максимальном значении у отцовской формы. То есть гибрид превосходит по длине главного стебля максимальное значение лучшей родительской формы и, следовательно, наблюдается положительная трансгрессия по данному признаку. Степень положительной трансгрессии составила 16% ($(120-103):103 \times 100$).

В целом гибридные комбинации F_2 культурного типа являются гетерозиготными по этому признаку, то есть представляют собой популяцию, из которой можно проводить отбор высокорослых растений.

По этому признаку у гибридов промежуточного типа наблюдалось большое разнообразие. Среди гибридов были растения как уступающие по высоте культурным сортообразцам, так и превосходящие по высоте дикие формы (табл. 22).

Изменчивость высоты растений в F₂ G. max x G. soja (1989 г.)

Родители, потомки	Выборка	Средние, см	Коэффициент вариации, %	Лимиты, см
Культурная соя				
79/83 КП	30	68,1±0,79	6,4	50-70
Садовый	30	54,7±1,15	11,4	45-68
Грибская 12	30	57,2±0,70	6,7	52-65
Грибская 30	30	58,3±0,59	5,6	53-64
Дикая соя				
КЗ 598	30	107,4±1,36	6,9	90-117
КЗ 659	30	102,5±1,15	6,2	91-116
КТ 156	30	142,6±3,42	13,1	118-175
КЗ 650	30	79,4±0,43	2,9	70-91
КЗ 654	30	87,8±1,27	7,9	80-103
F ₂ культурный тип				
79/83 КП x КЗ 598	32	65,8±3,18	27,4	57-81
79/83 КП x КЗ 659	33	63,9±1,23**	11,0	50-77
79/83 КП 12 x КТ 156	36	67,7±1,35	11,8	58-87
79/83 КП x КЗ 650	34	63,1±1,51**	14,7	49-81
Садовый x КЗ 598	31	87,9±2,43***	15,4	60-110
Садовый x КЗ 659	31	69,9±0,98***	7,8	60-80
Садовый x КТ 156	39	54,6+/-1,20	13,6	41-70
Садовый x КЗ 650	36	56,2+/-1,35	14,2	44-73
Садовый x КЗ 654	31	80,2±2,43***	16,8	60-120
Грибская 12 x КЗ 598	34	59,0+/-0,92	9,1	51-72
Грибская 12 x КЗ 659	31	57,1+/-0,85	8,3	50-70
Грибская 12 x КТ 156	31	70,2±1,60***	12,9	60-94
Грибская 12 x КЗ 650	33	67,2±1,27***	10,8	58-85
Грибская 12 x КЗ 654	33	54,0±1,08***	11,6	45-70
Грибская 30 x КЗ 598	33	54,3±0,99	10,5	45-65
Грибская 30 x КТ 156	32	51,3±1,42***	15,9	44-82
Грибская 30 x КЗ 650	33	47,5±0,89***	10,7	40-57
Грибская 30 x КЗ 654	31	64,3±1,16***	10,0	52-76
F ₂ промежуточный тип				
79/83 КП x КТ 156	36	77,0±3,47	27,0	43-133
Садовый x КЗ 659	31	83,6±2,85	18,9	48-125
Грибская 12 x КЗ 598	31	88,4±4,09	25,8	50-122
F ₂ дикий тип				
79/83 КП x КТ 156	32	108,8±4,11	21,4	75-153
Грибская 12 x КЗ 598	31	122,1±2,20	10,0	90-144

Примечание *, **, *** - НСР₀₅, НСР₀₁, НСР₀₀₁

Большинство гибридов дикого типа находились по высоте растений на одном уровне с отцовской формой или превосходили ее, то есть длина стебля у них определялась генами дикой сои. У гибридов, полученных при скрещивании сортообразца Грибская 12 с формой КЗ 598, высота растений была от 90 до 144 см, при $107,4 \pm 1,36$ среднем и 117 см максимальном значении у отцовской формы. Степень положительной трансгрессии составила 23% ($(144-117):117 \times 100$), частота 71%. У всех гибридов F_2 коэффициент вариации был значительно больше, чем у родительских форм, и составил от 7,8 до 27,4%.

Число узлов главного стебля. Среди культурных сортообразцов наибольшее количество узлов имела Грибская 12 ($16,2 \pm 0,18$). Среди диких форм по этому признаку выделилась форма КТ 156, имеющая в среднем $19,6 \pm 0,29$ узлов на главном стебле (табл. 23).

У большинства гибридов увеличение числа узлов по сравнению с родительскими формами не наблюдалось. Гибриды, превосходящие материнскую форму по этому признаку, были получены в комбинации с мутантом Садовый, имеющим наименьшее число узлов среди материнских форм ($10,7 \pm 0,20$). Так, гибриды комбинации Садовый x КЗ 598 имели среднее значение $15,3 \pm 0,20$, Садовый x КЗ 654 – $15,2 \pm 0,27$ и достоверно превосходили материнскую форму. Отдельные гибриды этой комбинации имели до 18 узлов на главном стебле, при максимальном значении этого признака у родительских форм 14. Степень положительной трансгрессии составила 28% ($(18-14):14 \times 100$), частота 64%.

Таблица 23

Характеристика гибридов F_2 G.max x G.soja по числу узлов главного стебля (1989 г.)

Родители, потомки	Выборка	Средние, шт	Кoeffициент вариации, %	Лимиты, шт
1	2	3	4	5
Культурная соя				
79/83 КП	30	$14,8 \pm 0,25$	9,3	12-17
Садовый	30	$10,7 \pm 0,20$	10,3	9-13
Грибская 12	30	$16,2 \pm 0,18$	5,9	15-18
Грибская 30	30	$15,7 \pm 0,20$	7,3	14-17

1	2	3	4	5
Дикая соя				
КЗ 598	30	14,8±0,30	11,1	12-17
КЗ 659	30	13,8±0,21	8,7	12-16
КТ 156	30	19,6±0,29	8,3	16-22
КЗ 650	30	12,4±0,20	8,5	11-14
КЗ 654	30	13,2±0,15	6,1	12-14
F ₂ культурный тип				
79/83 КП х КЗ 598	32	13,8±0,27	11,1	12-17
79/83 КП х КЗ 659	33	13,9±0,33	13,7	10-18
79/83 КП 12 х КТ 156	36	15,9±0,20**	8,0	13-18
79/83 КП х КЗ 650	34	14,9±0,30	11,8	11-18
Садовый х КЗ 598	31	15,3±0,20***	7,2	13-18
Садовый х КЗ 659	31	13,9±0,27***	10,5	12-17
Садовый х КТ 156	39	19,9±0,18	10,1	9-13
Садовый х КЗ 650	36	10,8±0,27	15,0	8-14
Садовый х КЗ 654	31	15,2±0,27***	10,1	12-18
Грибская 12 х КЗ 598	34	16,0±0,20	7,2	14-18
Грибская 12 х КЗ 659	31	15,1±0,20***	7,9	13-18
Грибская 12 х КТ 156	31	16,9±0,22	7,3	14-19
Грибская 12 х КЗ 650	33	17,0±0,25**	8,4	13-19
Грибская 30 х КЗ 654	33	14,4±0,23***	8,9	12-17
Грибская 12 х КЗ 598	33	15,4±0,23	8,8	13-18
Грибская 30 х КТ 156	32	14,5±0,31**	12,1	12-18
Грибская 30 х КЗ 650	33	14,1±0,18***	7,4	12-16
Грибская 30 х КЗ 654	31	15,9±0,20	6,6	14-17
F ₂ промежуточный тип				
79/83 КП х КТ 156	36	11,5±0,32	16,8	8-15
Садовый х КЗ 659	31	11,3±0,39	19,2	7-15
Грибская 12 х КЗ 598	31	14,1±0,43	17,0	9-19
F ₂ дикий тип				
79/83 КП х КТ 156	32	13,0±0,39	16,9	9-17
Грибская 12 х КЗ 598	31	14,9±0,25	9,5	11-17

Примечание *, **, *** - НСР₀₅, НСР₀₁, НСР₀₀₁

У гибридов промежуточного и дикого типа увеличение числа узлов по сравнению с родительскими формами не наблюдалось.

Число ветвей. Дикая соя образует большое количество ветвей. У изучаемых форм значение этого признака составило от 9,0±0,35 (КЗ 598) до 10,0±0,27 (КТ 156). Отдельные растения дикой сои образовали до 13 ветвей. Культурные сортообразцы сильно различались по этому признаку и имели от 2,0±0,12 (Грибская 30) до 7,2±0,30 (79/83 КП) ветвей (табл. 24). Большинство комбинаций F₂ (12 из 18) достоверно превзошли по этому признаку материнскую фор-

му. Причем, если рассмотреть по комбинациям, то можно отметить, что гибриды, полученные при участии сортообразцов Грибской 12 и Грибской 30, практически все превзошли материнскую форму. Объясняется это тем, что эти сортообразцы обладают близкой к крайней степени выражения этого признака.

Так, при площади питания 90 x 50 см, то есть когда определяется биологический потенциал растения, они образуют от одной до четырех ветвей. Гибридная комбинация, полученная при скрещивании сортообразца Грибской 12 с формой КТ 156, имела в среднем $5,7 \pm 0,35$ ветвей. Отдельные растения этой комбинации образовали до 11 ветвей, при среднем значении у родительских форм $2,9 \pm 0,12$ и $10,0 \pm 0,27$ соответственно. Среди гибридов, полученных от скрещивания с наиболее ветвистой материнской формой 79/83 КП, не было выделено ни одной комбинации, которая бы превзошла сортообразец 79/83 КП. Однако, отдельные растения в этих комбинациях превосходили материнскую форму.

Наибольшее количество ветвистых форм было получено в комбинациях с мутантом Садовым. Комбинация Садовый x КЗ 598 в среднем имела $9,6 \pm 0,36$ ветвей на одном растении, при $5,1 \pm 0,20$ у материнской формы. Отдельные растения по этому признаку превзошли отцовскую форму. Так, гибрид из этой комбинации образовал 14 ветвей, при среднем значении у отцовской формы $9,0 \pm 0,35$ (по растениям от 6 до 13), то есть этот признак контролировался генами дикой сои.

Таблица 24

Изменчивость числа ветвей в F_2 G.max x G.soja (1989 г.)

Родители, потомки	Выборка	Средние, шт	Коэффициент вариации, %	Лимиты, шт
1	2	3	4	5
Культурная соя				
79/83 КП	30	$7,2 \pm 0,30$	22,4	4-9
Садовый	30	$5,1 \pm 0,20$	19,6	3-7
Грибская 12	30	$2,9 \pm 0,12$	22,8	2-4
Грибская 30	30	$2,0 \pm 0,12$	33,5	1-3

1	2	3	4	5
Дикая соя				
КЗ 598	30	9,0±0,35	20,8	6-13
КЗ 659	30	9,3±0,37	18,7	7-12
КТ 156	30	10,0±0,27	14,9	8-13
КЗ 650	30	9,5±0,35	19,8	7-13
КЗ 654	30	9,5±0,25	15,0	7-12
F ₂ культурный тип				
79/83 КП x КЗ 598	32	7,5±0,26	19,5	5-10
79/83 КП x КЗ 659	33	6,0±0,34**	32,5	3-10
79/83 КП x КТ 156	36	6,8±0,32	28,4	4-12
79/83 КП x КЗ 650	34	6,4±0,34	30,9	3-10
Садовый x КЗ 598	31	9,6±0,36***	20,8	6-14
Садовый x КЗ 659	31	6,5±0,20***	18,5	4-9
Садовый x КТ 156	39	5,1±0,18	21,6	3-9
Садовый x КЗ 654	31	8,5±0,20***	13,5	6-10
Грибская 12 x КЗ 598	34	3,8±0,20***	30,3	2-7
Грибская 12 x КЗ 659	31	5,3±0,32***	33,4	3-8
Грибская 12 x КТ 156	31	5,7±0,35***	33,8	2-11
Грибская 12 x КЗ 650	33	5,6±0,28***	28,2	4-10
Грибская 12 x КЗ 654	33	3,5±0,20**	32,8	2-7
Грибская 30 x КЗ 598	33	2,7±0,15***	33,3	1-4
Грибская 30 x КТ 156	32	2,6±0,15**	30,0	1-4
Грибская 30 x КЗ 650	33	2,8±0,20**	41,1	1-5
Грибская 30 x КЗ 654	31	4,6±0,25***	30,9	2-8
F ₂ промежуточный тип				
79/83 КП x КТ 156	36	8,9±0,40	26,8	4-13
Садовый x КЗ 659	31	8,7±0,38	24,5	2-13
Грибская 12 x КЗ 598	31	10,2±0,43	23,2	6-14
F ₂ дикий тип				
79/83 КП x КТ 156	32	10,7±0,45	23,6	4-16
Грибская 12 x КЗ 598	31	10,5±0,38	20,0	6-14

Примечание *, **, *** - НСР₀₅, НСР₀₁, НСР₀₀₁

Гибриды промежуточного и дикого типа число ветвей наследуют от дикой сои. Родительские формы Грибская 12 и КЗ 598 имеют в среднем 2,9±0,12 и 9,0±0,35 ветвей на растении соответственно. У гибридов промежуточного типа, полученных при их скрещивании, в среднем число ветвей было 10,2±0,13, а у отдельных растений от 6 до 14. У гибридов дикого типа в комбинации 79/83 КП

х КТ 156 число ветвей было $10,7 \pm 0,45$ (по растениям от 4 до 16) при среднем значении у отцовской формы $10,0 \pm 0,27$ и максимальном 13. Степень положительной трансгрессии 23% $((16-13):13 \times 100)$. Однако среди гибридов промежуточного типа встречались отдельные растения, образующие очень мало ветвей. Так, в комбинации Садовый х КЗ 659 встречались растения, у которых было по две-три ветви, тогда как у родителей $5,1 \pm 0,20$ и $9,3 \pm 0,37$ соответственно. Коэффициент вариации числа ветвей у гибридов составил от 13,5 до 41,1%.

Число бобов на растении. Дикая соя, обладая исключительной способностью к плодообразованию, образует бобов значительно больше, чем культурная, у которой значительный процент цветков опадает даже в благоприятных условиях. Используемые в скрещивании культурные сортообразцы образовали в среднем от $76 \pm 1,7$ (Грибская 30) до $99 \pm 2,1$ бобов (Грибская 12). У изучаемых диких форм значение этого признака составило от $186 \pm 7,7$ (КЗ 598) до $508 \pm 26,2$ (КТ 156). Большинство гибридов культурного типа образовало бобов значительно больше, чем материнские формы. В десяти комбинациях из 18 гибриды достоверно превосходили материнскую форму. Гибриды комбинации Садовый х КЗ 654 образовали в среднем $204 \pm 10,0$ бобов, при $82 \pm 3,4$ у материнской формы (табл. 25).

Таблица 25

Изменчивость числа бобов в F_2 G.max х G.soja (1989 г.)

Родители, потомки	Выборка	Средние, шт	Коэффициент вариации, %	Лимиты, шт
1	2	3	4	5
Культурная соя				
79/83 КП	30	$95 \pm 4,2$	24,4	69-119
Садовый	30	$82 \pm 3,4$	22,9	59-124
Грибская 12	30	$99 \pm 2,1$	11,7	73-113
Грибская 30	30	$76 \pm 1,7$	12,2	61-92
Дикая соя				
КЗ 598	30	$186 \pm 7,7$	22,6	134-273
КЗ 659	30	$230 \pm 10,7$	25,0	152-320
КТ 156	30	$500 \pm 26,2$	28,3	331-870

1	2	3	4	5
КЗ 650	30	231±9,5	22,6	163-382
КЗ 654	30	268±10,7	21,9	176-380
F ₂ культурный тип				
79/83 КП х КЗ 598	32	75±3,4***	25,3	48-124
79/83 КП х КЗ 659	33	72±3,6***	28,5	37-121
79/83 КП 12 х КТ 156	36	124±4,1***	20,0	84-177
79/83 КП х КЗ 650	34	101±3,8	22,0	65-141
Садовый х КЗ 598	31	156±7,5***	26,8	99-222
Садовый х КЗ 659	31	114±4,8***	23,5	72-191
Садовый х КЗ 650	36	87±2,8	19,5	57-123
Садовый х КЗ 654	31	204±10,0***	27,2	112-308
Грибская 12 х КЗ 598	34	125±3,5***	16,4	93-182
Грибская 12 х КЗ 659	31	114±4,0***	19,4	82-170
Грибская 12 х КТ 156	31	153±3,4***	19,0	102-216
Грибская 12 х КЗ 650	33	145±3,9***	15,5	114-196
Грибская 12 х КЗ 654	33	100±5,5	31,7	58-189
Грибская 30 х КЗ 598	33	85±3,5**	23,6	53-128
Грибская 30 х КТ 156	32	81±2,2	15,2	60-103
Грибская 30 х КЗ 650	33	66±2,7**	23,6	44-109
Грибская 30 х КЗ 654	31	87±2,6***	16,7	68-119
F ₂ промежуточный тип				
79/83 КП х КТ 156	36	212±15,6	44,2	81-431
Садовый х КЗ 659	31	214±16,2	42,3	48-427
Грибская 12 х КЗ 598	31	281±16,0	31,6	162-488
F ₂ дикий тип				
79/83 КП х КТ 156	32	235±15,8	38,1	127-500
Грибская 12 х КЗ 598	31	270±11,2	23,1	162-406

Примечание *, **, *** - НСР₀₅, НСР₀₁, НСР₀₀₁

При наблюдении за плодообразованием у гибридов было отмечено, что у некоторых растений процент неоплодотворенных цветков значительно меньше, чем у культурных сортообразцов, то есть эти гибриды наследуют от дикой сои повышенную способность к плодообразованию. Так, в комбинации Садовый х КЗ 654 были выделены растения, образующие от 250 до 308 бобов на растении, при среднем значении у отцовской формы КЗ 654 - 268±10,7.

Большинство гибридов о раза материнской формы.

Характеристика гибридов F₂ G.max x G.soja по числу семян (1989 г.)

Родители, потомки	Выборка	Средние, шт	Коэффициент вариации, %	Лимиты, шт
Культурная соя				
79/83 КП	30	205,7±7,1	19,2	123-273
Садовый	30	170±3,4	22,4	123-266
Грибская 12	30	260±14,4	14,4	169-299
Грибская 30	30	198±4,6	12,8	160-251
F₂ культурный тип				
79/83 КП x КЗ 598	32	152±8,2***	30,4	92-264
79/83 КП x КЗ 659	33	150±7,8***	30,0	72-246
79/83 КП 12 x КТ 156	36	277±8,8***	19,0	168-378
79/83 КП x КЗ 650	34	222±9,0	23,8	147-324
Садовый x КЗ 598	31	330±14,3***	24,2	213-476
Садовый x КЗ 659	31	261±11,7***	25,0	164-424
Садовый x КТ 156	39	164±6,2	23,6	92-249
Садовый x КЗ 650	36	177±6,2	21,1	113-251
Садовый x КЗ 654	31	464±25,0***	29,9	241-749
Грибская 12 x КЗ 598	34	307±9,2***	17,4	216-428
Грибская 12 x КЗ 659	31	252±15,5	34,2	170-371
Грибская 12 x КТ 156	31	371±12,9***	19,3	256-502
Грибская 12 x КЗ 650	33	346±9,8***	16,2	261-470
Грибская 12 x КЗ 654	33	248±14,0	32,5	139-455
Грибская 30 x КЗ 598	33	209±9,4	25,8	132-315
Грибская 30 x КТ 156	32	184±5,0	15,3	129-234
Грибская 30 x КЗ 650	33	154±7,3***	27,1	106-288
Грибская 30 x КЗ 654	31	205±7,5	20,4	151-291
F₂ промежуточный тип				
79/83 КП x КТ 156	36	365±26,1	42,9	116-747
Садовый x КЗ 659	31	364±30,8	47,1	88-732
Грибская 12 x КЗ 598	31	528±37,8	39,8	161-890
F₂ дикий тип				
79/83 КП x КТ 156	32	367±26,7	41,1	157-730
Грибская 12 x КЗ 598	31	489±31,2	35,4	127-720

Примечание *, **, *** - НСР₀₅, НСР₀₁, НСР₀₀₁

Если рассмотреть по этому признаку в целом все комбинации второго поколения, то можно отметить у них очень большую изменчивость. Среди них есть растения, находящиеся на одном уровне с материнской формой, значительно уступаю-

щие ей и превосходящие ее по данному признаку. Различие между отдельными гибридами бывает более, чем в 10 раз. Из комбинации 79/83 КП x КЗ 659 был выделен гибрид, образовавший 72 семени на растении, а из комбинации Садовый x КЗ 654 растение, имеющее 749 семян.

Здесь отчетливо видно влияние генов дикой сои, так как ни одна из изученных культурных форм не способна образовать такое количество семян.

Гибриды промежуточного и дикого типа образовали семян значительно больше, чем материнские формы. Гибриды промежуточного типа комбинации Грибская 12 x КЗ 598 образовали в среднем $528 \pm 37,8$ семян при $260 \pm 14,4$ у материнской формы.

Отдельные растения этой комбинации образовали до 890 семян на одном растении. Материнская форма 79/83 КП имела среднее значение этого признака $205 \pm 7,1$. Гибриды дикого типа, полученные при ее скрещивании с формой дикой сои КТ 156, образовали в среднем на одно растение $367 \pm 26,7$ семян (по растениям 157-730). Вариабельность этого признака у гибридов промежуточного и дикого типа была гораздо шире, чем у родительских форм и гибридов культурного типа. Коэффициент вариации составил от 35,4 до 47,1%.

Масса семян с растения. По массе семян, как и по большинству других признаков, у гибридов культурного типа наблюдалось очень большое разнообразие. Встречались растения с массой семян от 9,8 г до 98,8 г (табл. 27). У материнских форм этот признак варьировал от $21,8 \pm 0,2$ (Садовый) до $34,6 \pm 0,94$ г (Грибская 12), у отцовских – от $13,1 \pm 0,61$ (КЗ 659) до $18,5 \pm 0,54$ (КЗ 654). В семи комбинациях гибриды превзошли материнские формы по урожайности, в шести достоверно уступили и в пяти различия были не существенны. Наибольшее количество гибридов, превосходящих по массе семян материнскую форму, было получено в комбинациях с Садовым и Грибской 12. Комбинация Грибская 12 x КТ 156 в среднем имела массу семян с растения $48,1 \pm 1,84$ г (по растениям 30,0-67,6 г) при среднем значении у материнской формы $34,6 \pm 0,94$ и максимальном 41,6 г. Степень положительной трансгрессии составила 62% ($(67,6-41,6):41,6 \times 100$), частота 71%.

Варьирование массы семян с растения в F₂ G.max x G.soja (1989 г.)

Родители, потомки	Выборка	Средние, г.	Коэффициент вариации, %	Лимиты, г.
Культурная соя				
79/83 КП	30	28,4±0,87	16,6	18,6-36,0
Садовый	30	21,8±1,02	25,4	12,7-37,8
Грибская 12	30	34,6±0,94	14,8	22,0-41,6
Грибская 30	30	27,6±0,24	15,1	20,4-35,4
Дикая соя				
КЗ 598	30	14,7±0,61	22,6	9,0-21,1
КЗ 659	30	13,1±0,61	25,6	7,7-21,1
КТ 156	30	17,0±0,77	24,8	10,5-27,0
КЗ 650	30	18,1±0,71	21,5	12,8-30,0
КЗ 654	30	18,5±0,54	15,8	12,6-23,1
F₂ культурный тип				
79/83 КП x КЗ 598	32	21,5±1,00***	26,4	13,5-36,0
79/83 КП x КЗ 659	33	19,2±0,92***	27,6	9,8-30,3
79/83 КП 12 x КТ 156	36	32,5±1,12**	20,7	17,2-45,5
79/83 КП x КЗ 650	34	25,4±1,06*	24,4	15,4-36,8
Садовый x КЗ 598	31	40,2±2,57***	35,6	22,2-61,6
Садовый x КЗ 659	31	29,3±2,05**	26,4	18,8-50,3
Садовый x КЗ 650	36	24,5±0,97	23,3	15,6-36,7
Садовый x КЗ 654	31	62,4±0,46***	30,9	39,9-98,8
Грибская 12 x КЗ 598	34	41,6±1,17***	16,3	33,0-59,0
Грибская 12 x КЗ 659	31	34,0±1,20	19,4	25,9-50,6
Грибская 12 x КТ 156	31	48,1±1,84***	21,2	30,0-67,6
Грибская 12 x КЗ 650	33	43,0±1,10***	14,7	30,9-60,2
Грибская 12 x КЗ 654	33	33,3±2,05	35,2	18,0-66,8
Грибская 30 x КЗ 598	33	28,3±1,27	25,7	14,5-42,5
Грибская 30 x КТ 156	32	21,6±0,68***	15,5	17,9-31,9
Грибская 30 x КЗ 650	33	17,0±0,82***	27,8	11,3-31,1
Грибская 30 x КЗ 654	31	24,7±0,85***	19,0	16,4-34,8
F₂ промежуточный тип				
79/83 КП x КТ 156	36	22,1±1,62	43,6	8,8-51,6
Садовый x КЗ 659	31	22,9±1,77	42,8	4,2-43,2
Грибская 12 x КЗ 598	31	36,2±2,92	44,8	11,5-78,0
F₂ дикий тип				
79/83 КП x КТ 156	32	16,6±1,18	40,2	7,1-32,0
Грибская 12 x КЗ 598	31	26,1±1,67	35,6	9,5-49,0

Примечание *, **, *** - НСР₀₅, НСР₀₁, НСР₀₀₁

Мутант Садовый имел массу семян с растения $21,8 \pm 1,02$ г (по растениям 12,7-67,8). Растения гибридной комбинации, полученные при его скрещивании с дикой формой КЗ 654, в среднем имели массу семян с растения $62,4 \pm 3,46$ г. Отдельные растения образовали до 98,8 г семян. Степень положительной трансгрессии достигала 161% $((98,8-37,8) : 37,8 \times 100)$, частота 100%, то есть все гибриды данной комбинации превосходили исходную материнскую форму по массе семян с растения. Коэффициент вариации у гибридов культурного типа составил от 14,7 до 35,7%.

Большинство гибридов промежуточного типа по урожаю семян с растения находились на одном уровне с материнскими формами. Гибриды дикого типа несколько уступали по этому показателю культурным сортообразцам. Так, родительские формы Садовый и КЗ 659 имели массу семян растения $21,8 \pm 1,02$ и $13,1 \pm 0,61$ г соответственно. Промежуточные гибриды комбинации Садовый x КЗ 659 имели массу семян с растения в среднем $22,9 \pm 1,77$ г. Однако, поостояниям этот признак сильно варьировал и был от 4,2 до 43,2 г. Гибридная комбинация, полученная при скрещивания сортообразца Грибской 12 с формой КЗ 598, в среднем имела массу семян с растения $36,2 \pm 2,92$ г. Отдельные растения имели 78 г, при максимальном значении у материнской формы 41,6 г. Степень положительной трансгрессии составила 88% $((78,0-41,6):41,6 \times 100)$, частота 39%.

Родительские формы 79/83 КП и КТ 156 имеют массу семян с растения $28,4 \pm 0,87$ и $17,0 \pm 0,77$ г., соответственно. Гибриды дикого типа комбинации 79/83 КП x КТ 156 имели массу семян с растения $16,6 \pm 1,18$ (по растениям от 7,1 до 32 г), то есть находились на одном уровне с отцовской формой. Коэффициент вариации у гибридов промежуточного и дикого типа был гораздо больше, чем у родительских форм и составил от 35,6 до 44,8%.

Масса 1000 семян. Из-за неблагоприятных погодных условий (большое переувлажнение в фазу цветения и нехватки влаги в фазе созревания) на растениях было много невыполненных семян. В результате, как родительские формы, так и гибриды имели очень маленькую массу 1000 семян (табл. 28).

Характеристика гибридов F₂ G.max x G.soja по массе 1000 семян (1989 г.)

Родители, потомки	Выборка	Средние, г.	Коэффициент вариации, %	Лимиты, г.
Культурная соя				
79/83 КП	30	139±3,1	12,1	125-156
Садовый	30	128±1,9	8,2	107-148
Грибская 12	30	133±1,4	5,8	120-148
Грибская 30	30	139±1,4	5,3	124-149
Дикая соя				
КЗ 598	30	24±0,3	6,5	21-27
КЗ 659	30	22±0,2	4,9	20-23
КТ 156	30	12±0,2	9,3	10-13
КЗ 650	30	27±0,3	6,0	25-30
КЗ 654	30	25±0,4	7,6	22-28
F ₂ культурный тип				
79/83 КП x КЗ 598	32	143±1,9	7,6	117-160
79/83 КП x КЗ 659	33	129±1,8***	8,2	11-154
79/83 КП 12 x КТ 156	36	117±1,4***	7,4	102-138
79/83 КП x КЗ 650	34	116±4,1***	20,7	100-161
Садовый x КЗ 598	31	125±2,3	10,2	105-150
Садовый x КЗ 659	31	112±1,3***	6,3	104-125
Садовый x КТ 156	39	133±1,2**	5,8	117-151
Садовый x КЗ 650	36	137±1,6***	7,2	122-162
Садовый x КЗ 654	31	135±2,9	12,0	110-166
Грибская 12 x КЗ 598	34	136±0,8	6,4	119-160
Грибская 12 x КЗ 659	31	131±2,1	9,0	113-158
Грибская 12 x КТ 156	31	129±1,8	7,7	105-148
Грибская 12 x КЗ 650	33	125±2,2***	10,3	102-150
Грибская 12 x КЗ 654	33	134±1,6	7,0	115-149
Грибская 30 x КТ 156	32	134±1,7*	7,0	115-150
Грибская 30 x КЗ 650	33	111±1,4***	7,3	100-134
Грибская 30 x КЗ 654	31	121±2,1	9,8	104-146
F ₂ промежуточный тип				
79/83 КП x КТ 156	36	61±2,1	20,9	40-86
Садовый x КЗ 659	31	63±3,2	27,6	45-98
Грибская 12 x КЗ 598	31	68±3,0	24,2	42-95
F ₂ дикий тип				
79/83 КП x КТ 156	32	46±1,7	21,1	25-67
Грибская 12 x КЗ 598	31	54±1,6	15,8	44-71

Примечание *, **, *** - НСР₀₅, НСР₀₁, НСР₀₀₁

Среднее значение этого признака у родительских форм было от $12 \pm 0,20$ до $27,3 \pm 0,3$ г у диких форм и от $128 \pm 1,9$ до $139 \pm 1,4$ г у культурных.

В трех комбинациях из 18 гибриды по массе 1000 превзошли материнские формы. Мутант Садовый имел массу 1000 семян $128 \pm 1,9$ г. Гибриды, полученные при его скрещивании с формой КЗ 650, в среднем имели массу 1000 семян $137 \pm 1,6$ г. Отдельные растения этой комбинации достигали 166 г. В комбинации Грибская 30 x КЗ 598 были получены гибриды с массой 1000 семян 170 г, при максимальном значении у материнской формы 149 г. Степень положительной трансгрессии составила 14% $((170-149):149 \times 100)$, частота 15%.

В 8 комбинациях гибриды достоверно уступили материнским формам по этому показателю. Сортообразец Грибская 30 имел массу 1000 семян $139 \pm 1,4$ г. Гибриды комбинации Грибская 30 x КЗ 650 имели среднее значение этого признака - $111 \pm 1,4$ г. (по растениям 100-134г.). При рассмотрении семян отмечено, что у материнских форм они не равномерны по крупности. Семена нижнего яруса крупные, хорошо выполненные. Семена верхнего яруса щуплые, невыполненные и, следовательно, очень мелкие. Среди гибридов были растения, у которых семена также были неравномерны по крупности, то есть низкая масса 1000 семян объясняется их невыполненностью. Однако встречались растения, у которых выполненные семена нижнего яруса были очень мелкие (масса 1000 семян 100-110 г). Очевидно, у этих гибридов масса 1000 семян определяется генами дикой сои.

По массе 1000 семян промежуточные гибриды приближаются к среднеарифметическому значению родительских форм. Так, гибридная комбинация Грибская 12 x КЗ 598 имела среднее значение этого признака $68 \pm 3,0$ г, при $133 \pm 1,4$ и $24 \pm 0,3$ г у родительских форм. Гибриды дикого типа имеют более мелкие семена, но крупнее чем у дикой сои. Так, гибриды комбинации 79/83 КП x КТ 156 имели среднее значение этого признака $46 \pm 1,7$, при $139 \pm 3,1$ г и $12 \pm 0,2$ у родительских форм. Среди гибридов промежуточного типа выделен ряд растений, которые по крупности семян приближаются к культурной сое. В

комбинации Садовый х КЗ 659 получены гибриды с массой 1000 семян до 98 г, при среднем значении у родительских форм $128 \pm 1,9$ и $22 \pm 0,2$ г соответственно. Растение с массой 1000 семян до 95 г получены в комбинации Грибская 12 х КЗ 598.

2.4 Наследование и изменчивость биохимического состава семян в 2.5F₂ G.мах и G.soja

Содержание масла в семенах. В семенах дикой сои масла содержится значительно меньше, чем у культурной. У изучаемых форм дикой сои содержание масла в семенах составило от $12,2 \pm 0,21$ (КЗ 598) до $13,8 \pm 0,15\%$ (КЗ 650). У культурных сортообразцов значение этого признака было от $18,7 \pm 0,20$ (Грибская 30) до $21,2 \pm 0,36$ (Садовый) (табл. 29). В большинстве комбинаций значение этого признака у гибридов культурного типа было примерно на одном уровне с материнскими формами. Так, у сортообразца Грибская 12 содержание масла в семенах $20,6 \pm 0,23\%$. У гибридов комбинации Грибская 12 х КЗ 598 и Грибская 12 х КЗ 659 масличность семян – $21,0 \pm 0,45$ и $19,9 \pm 0,64\%$ соответственно. Однако отдельные гибриды существенно уступали по этому признаку материнской форме. В комбинации Грибская 12 х КЗ 659 было получено растение с содержанием масла 17,4%. Все гибриды комбинации Садовый х КЗ 659 и Садовый х КЗ 598 содержали масла в семенах значительно меньше, чем материнская форма. Так, в комбинации Садовый х КЗ 598 и Садовый х КЗ 659 среднее значение содержания масла было $17,7 \pm 0,26$ и $18,4 \pm 0,20\%$ соответственно, при среднем значении у материнской формы $21,2 \pm 0,36\%$. Встречались отдельные гибриды, содержащие 17,0% масла. Пониженное содержание масла в семенах гибридов объясняется, влиянием генов дикой сои.

У гибридов промежуточного типа наследование содержания масла в семенах носило промежуточный характер. Хотя отдельные гибриды по данному признаку приближались к культурной сое.

Изменчивость содержания масла в семенах в F₂ G.max x G.soja (1989 г.)

Родители, потомки	Выборка	Средние, %	Коэффициент вариации, %	Лимиты, %
Культурная соя				
79/83 КП	5	19,8±0,25	2,8	19,3-20,6
Садовый	5	21,2±0,36	3,8	20,4-22,4
Грибская 12	5	20,6±0,23	2,5	19,9-21,3
Грибская 30	5	18,7±0,20	2,4	18,2-19,1
Дикая соя				
КЗ 598	5	12,2±0,21	3,8	11,5-12,6
КЗ 659	5	13,2±0,43	7,2	11,6-14,1
КТ 156	5	12,4±0,60	10,8	10,5-14,2
КЗ 650	5	13,8±0,15	2,5	13,3-14,3
КЗ 654	5	13,6±0,39	6,4	12,2-14,4
F ₂ культурный тип				
79/83 КП x КЗ 598	5	21,6±0,50	5,1	19,9-23,0
79/83 КП x КЗ 659	5	21,2±0,70	7,4	18,8-23,0
79/83 КП 12 x КТ 156	5	19,7±0,23	2,5	19,2-20,5
79/83 КП x КЗ 650	5	20,0±0,53	6,0	18,5-21,7
Садовый x КЗ 598	5	17,7±0,26	3,3	17,2-18,5
Садовый x КЗ 659	5	18,4±0,20	2,4	17,8-18,8
Садовый x КТ 156	5	21,5±0,19	1,9	20,9-21,9
Садовый x КЗ 650	5	21,2±0,30	3,1	20,4-22,1
Садовый x КЗ 654	5	19,0±0,54	6,4	17,0-20,0
Грибская 12 x КЗ 598	5	21,0±0,45	4,8	20,0-22,7
Грибская 12 x КЗ 659	5	19,9±0,64	7,2	17,4-20,9
Грибская 12 x КТ 156	5	19,6±0,27	3,1	18,7-20,3
Грибская 12 x КЗ 654	5	20,2±0,58	6,5	18,5-22,0
Грибская 30 x КЗ 598	5	19,2±0,29	3,4	18,0-20,0
Грибская 30 x КТ 156	5	19,0±0,40	4,7	18,4-20,0
Грибская 30 x КЗ 650	5	19,1±0,35	4,0	17,9-19,8
Грибская 30 x КЗ 654	5	19,6±0,44	5,0	18,7-20,7
F ₂ промежуточный тип				
79/83 КП x КТ 156	5	17,4±0,44	5,6	16,4-18,9
Садовый x КЗ 659	5	17,4±0,25	3,3	16,5-18,0
Грибская 12 x КЗ 598	5	17,5±0,43	5,5	16,4-18,4
F ₂ дикий тип				
79/83 КП x КТ 156	5	15,2±0,39	5,6	14,0-16,4
Грибская 12 x КЗ 598	5	14,2±0,72	8,9	12,3-16,7

Гибриды дикого типа по этому признаку хотя и несколько превосходили отцовские формы, но большинство из них не достигают промежуточного значения. Так, гибридная комбинация Грибская 12 x КЗ 598 имела среднее значение этого признака $14,2 \pm 0,72\%$ (по растениям 12,3-16,7%), при $20,6 \pm 0,23$ и $12,2 \pm 0,21\%$ у родительских форм соответственно. Отдельные гибриды по этому признаку находились на одном уровне с отцовскими формами, то есть этот признак определялся у них генами дикой сои. Коэффициент вариации у гибридов второго поколения составил от 1,9 до 8,9%.

Содержание белка в семенах. Как известно, дикая соя отличается повышенным содержанием белка в семенах [6]. У изучаемых форм дикой сои значение этого признака варьировало от $44,2 \pm 0,40$ (КЗ 598) до $47,0 \pm 0,56\%$ (КТ 156). Культурные сортообразцы содержали от $37,6 \pm 0,40$ (79/83 КП) до $41,9 \pm 0,33\%$ (Грибская 30) (табл. 30). Среди гибридов F_2 культурного типа было получено большое количество растений, значительно превосходящих материнские сортообразцы по содержанию белка. Так, гибриды комбинации Садовый x КЗ 598 имели среднее значение этого признака $40,7 \pm 0,67\%$, при $37,7 \pm 0,41$ у материнской формы. Отдельные гибриды этой комбинации содержали в семенах до 42,4% белка, что на 4,7% больше, чем у материнской формы. Среди гибридов культурного типа были выделены растения, по содержанию белка приближающиеся к дикой сое. Так, форма дикой сои КЗ 598 содержит $44,2 \pm 40\%$ белка. При ее скрещивании с сортообразцом Грибской 30, получен гибрид с содержанием белка 43,9%. При скрещивании наиболее высокобелковых родительских форм Грибской 30 ($41,9 \pm 0,33\%$) и КТ 156 ($47,0 \pm 0,56\%$) получен гибрид, содержащий в семенах 44,5% белка.

Содержание белка в семенах гибридов промежуточного и дикого типа в F_1 определялось доминированием генов дикой сои. Все они по белковости находились примерно на одном уровне с дикой соей. В F_2 по этому признаку произошло расщепление.

Изменчивость содержания белка в семенах в F₂ G.max x G.soja (1989 г.)

Родители, потомки	Выборка	Средние, %	Коэффициент вариации, %	Лимиты, %
Культурная соя				
79/83 КП	5	37,6±0,40	2,4	36,7-38,9
Садовый	5	37,7±0,41	2,4	36,2-38,4
Грибская 12	5	39,9±0,13	0,7	39,5-40,2
Грибская 30	5	41,9±0,33	1,8	41,0-42,8
Дикая соя				
КЗ 598	5	44,2±0,40	2,0	43,0-45,1
КЗ 659	5	45,2±0,19	1,0	44,7-45,8
КТ 156	5	47,0±0,56	2,7	45,0-48,1
КЗ 650	5	44,8±0,32	1,6	44,0-45,5
КЗ 654	5	44,6±0,19	1,0	44,0-45,1
F ₂ культурный тип				
79/83 КП x КЗ 598	5	39,7±0,73**	4,1	38,0-42,4
79/83 КП x КЗ 659	5	40,4±0,68***	3,8	38,1-42,2
79/83 КП 12 x КТ 156	5	40,4±0,87***	4,8	38,6-43,7
79/83 КП x КЗ 650	5	38,8±0,56	3,2	37,6-40,9
Садовый x КЗ 598	5	40,7±0,67***	3,7	38,8-42,4
Садовый x КТ 156	5	40,5±0,94**	5,2	38,7-43,2
Садовый x КЗ 650	5	40,4±1,11**	6,1	37,5-43,5
Садовый x КЗ 654	5	40,0±0,69**	3,8	37,9-42,1
Грибская 12 x КЗ 598	5	40,0±0,44	2,5	39,1-41,0
Грибская 12 x КЗ 659	5	41,7±0,84*	4,5	39,4-44,3
Грибская 12 x КТ 156	5	40,6±0,67	3,7	39,2-43,0
Грибская 12 x КЗ 650	5	40,5±0,70	3,8	38,7-43,0
Грибская 12 x КЗ 654	5	40,8±0,57	3,1	39,6-42,6
Грибская 30 x КЗ 598	5	41,3±0,95	5,2	38,5-43,9
Грибская 30 x КТ 156	5	40,9±1,29	7,0	39,4-44,5
Грибская 30 x КЗ 650	5	41,1±0,96	5,2	38,8-44,4
Грибская 30 x КЗ 654	5	40,4±0,48	2,6	38,8-41,4
F ₂ промежуточный тип				
79/83 КП x КТ 156	5	41,8±1,08	5,4	39,6-44,6
Садовый x КЗ 659	5	41,6±0,95	5,1	38,8-44,1
Грибская 12 x КЗ 598	5	41,6±1,05	5,6	38,3-44,0
F ₂ дикий тип				
79/83 КП x КТ 156	5	42,8±1,12	5,9	39,6-46,5
Грибская 12 x КЗ 598	5	42,6±0,53	2,8	40,8-44,0

Примечание *, **, *** - НСР₀₅, НСР₀₁, НСР₀₀₁

Среди гибридов промежуточного и дикого типа было выделено ряд форм с содержанием белка на уровне культурных сортообразцов, на уровне диких форм и имеющих промежуточное значение. Так, при скрещивании сортообразца 79/83 КП с формой дикой сои КТ 156 было получено ряд гибридов дикого типа с содержанием белка от 39,6 до 46,5%, при среднем значении у родительских форм $37,6 \pm 0,40$ и $47,0 \pm 0,56$. У всех гибридов F_2 изменчивость этого признака была гораздо шире, чем у родительских форм. Коэффициент вариации составил от 2,5 до 7,0%, при 0,7-2,7% у родительских форм.

Содержание биологически активных веществ. Достижения селекционных программ во многих странах мира свидетельствуют о необходимости методов адаптации селекции к конкретным экологическим условиям. В регионах с благоприятными почвенно-климатическими условиями первостепенное внимание должно уделяться повышению потенциальной продуктивности сортов, что вполне решаемо методами межсортовых скрещиваний. Однако, для Амурской области, такие подходы недостаточно эффективны. Очень часто высокую потенциальную продуктивность сортов сои не удается реализовать в производстве из-за значительных перепадов дневных и ночных температур, неравномерности выпадения осадков, сильной засоренности полей, плохой обработки почвы, повышенной кислотности почв и других неблагоприятных факторов. Поэтому, в селекционных программах необходимо больше внимания уделять повышению адаптивного потенциала сои.

Еще в работах Н. И. Вавилова, Т. Д. Карпеченко, И. В. Мичурна, Н.П. Цицина было показано, что повышение экологической устойчивости растений требует вовлечение в селекционный процесс зародышевой плазмы диких видов. Большая работа, по изучению генофонда *G. soja* и включению ее в селекционный процесс, проведена лабораторией генетики во ВНИИ сои, под руководством А.Я. Ала. Вопросы наследования и изменчивости биологически активных веществ в семенах сои при межвидовой гибридизации ранее не изучались.

В связи с этим, было изучено наследование и изменчивость энзиматической активности некоторых ферментов, содержания витамина С, каротина в семенах гибридов второго поколения, полученных от скрещивания *G. max* и *G. soja*.

Наиболее специфичным ферментом семян сои является пероксидаза, который сильно подвержен колебаниям географического разреза. Пероксидаза участвует в ростовых процессах, она является маркерным ферментом для определения очень раннего прорастания [233,358]. Болгарские ученые считают, что пероксидазный тест можно использовать при оценке селекционного материала на вирусоустойчивость [по 28]. Каталаза широко распространена в природе и интенсивно изучалась многими учеными. Однако, в научной литературе недостаточно данных об активности данного фермента в семенах сои. Весьма интересным обстоятельством является то, что семена растений различаются по содержанию в них амилазного комплекса. В отечественной литературе незначительное количество работ посвящено изучению удельной активности кислой фосфатазы и эстеразы в семенах сои.

В проведенных исследованиях установлены значительные различия между *G. max* и *G. soja* по активности ряда ферментов, что, очевидно, объясняет различную приспособляемость этих видов к неблагоприятным климатическим условиям (табл. 31). Так, из изученных ферментов только по удельной активности комплекса амилаз не выявлено различий между *G. max* и *G. soja*. Удельная активность каталазы, пероксидазы, кислой фосфатазы в семенах *G. soja* примерно в 2 раза выше, чем у культурных сортов сои. Удельная активность эстеразного комплекса примерно в 1,5 раза выше в семенах *G. max*.

Анализ удельной активности каталазы в семенах F_2 показал, что в комбинациях М 28 x КБ 103, она составила $112 \pm 9,5$ ед / мг белка $\times 10^{-3}$ при 94 и 208 у материнской и отцовской форм, соответственно. Наследование данного фермента проходило по промежуточному типу. В комбинации Садовый x КБ 103 у гибридов F_2 удельная активность каталазы была $79 \pm 6,7$, что значительно

меньше, чем у обеих родительских форм. Степень отрицательной трансгрессии составила 17 %. Значения удельной активности амилазного комплекса в F_2 М 28 х КБ 103 и Садовый х КБ 103 было в 2 раза выше, чем у исходных родительских форм. Степень положительной трансгрессии составила от 73% в комбинации F_2 М 28 х КБ 103 до 93 % в комбинации F_2 Садовый х КБ 103. Удельная активность пероксидазы в F_2 была ниже, чем у исходных родительских форм. Степень отрицательной трансгрессии составила от 15 % в комбинации F_2 М 28 х КБ 103 до 23 % в комбинации F_2 Садовый х КБ 103. Наследование удельной активности эстеразного комплекса проходило по принципу сверхдоминирования. Степень положительной трансгрессии составила от 21% в комбинации М 28 х КБ 103 до 49 % в комбинации Садовый х КБ 103. Наследование удельной активности кислой фосфатазы носило промежуточный характер.

Изучение видовой и сортовой специфичности изоферментного состава имеет большое практическое значение, так как изоферментный анализ может служить важным дополнительным методом при определении принадлежности растений к систематическим группам. Интересно отметить, что при изучении изоферментного состава ряда ферментов у гибридов и исходных родительских форм многих растений было установлено, что набор изоферментов гибридных растений существенно отличается от изоферментов родительских форм. В частности, у гибридных растений всегда появляются «гибридные» зоны ферментов, которые не обнаруживались ни у одного из родителей. Одновременное присутствие в клетках множественных форм одного и того же фермента наряду с другими механизмами регуляции способствует согласованности процессов обмена веществ в клетке и быстрой приспособляемости растений к постоянным изменениям условий внешней среды [294].

Таблица 31

Активность некоторых ферментов в семенах F₂ G. max x G. soja, ед/мг белка, 2001 г.

Комбинация	Пероксидаза	V %	Каталаза x 10 ⁻³	V %	Комплек с эстераз x 10 ⁻³	V %	Кислая фосфатаза x 10 ⁻⁶	V %	Комплек с амилаз	V %
♀ M 28	363±27,3	18	94±7,5	13	112±5	11	80±1	5	1,4±0,03	5
F ₂ M 28 x КБ 103	308±11,3	8	112±9,5	20	135±3	5	130±3	5	2,6±0,08	8
♂ КБ 103	892±33,4	9	208±18,6	21	63±3	12	210±1	9	1,5±0,03	4
F ₂ Садовый x КБ 103	262±17,3	16	79±6,7	20	122±2	3	120±2	5	2,9±0,09	7
♀ Садовый	340±3,0	2	95±1,4	4	82±2	5	100±1	4	1,5±0,02	4

В результате исследования электрофоретических спектров каталазы, пероксидазы, кислой фосфатазы, комплекса эстераз и амилаз установлены зоны активности для каждого фермента, которые свойственны родителям и передаются потомству. Полученные результаты схематически представлены на рисунке 7.

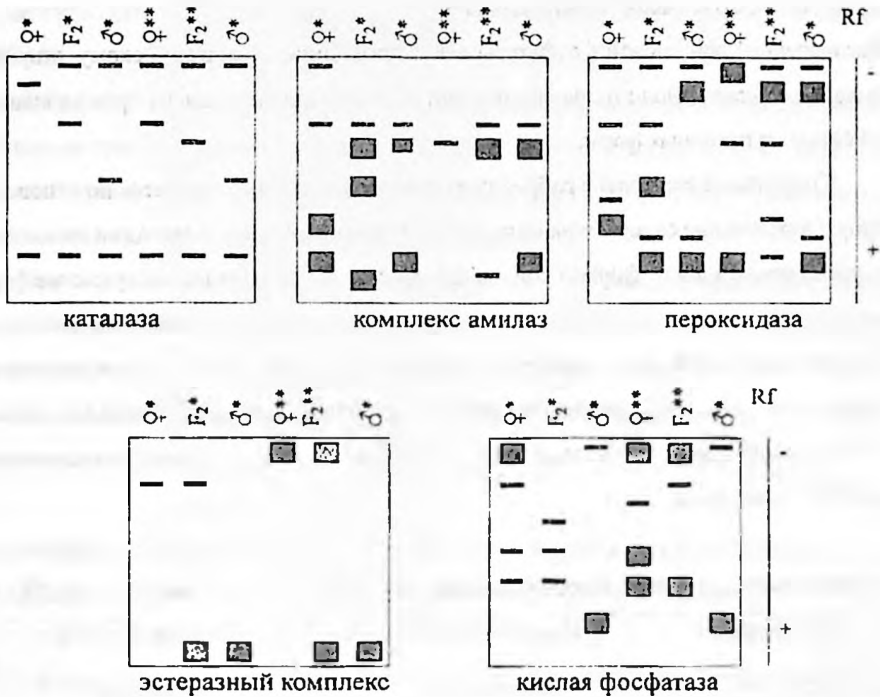


Рис. 7. Электрофоретические спектры ферментов семян сои F_2 G. max x G. soja. ♀* - М28, F_2^* - М28 x КБ-103, ♂* - КБ-103, ♀** - Садовый, F_2^{**} - Садовый x КБ-103.

Анализ электрофореграмм семян гибридов второго поколения показал изменения в зонах активности, исследуемых ферментов, по сравнению с исходными родительскими формами. Одни зоны, характерные для исходных форм, не сохранились в их потомстве, другие, передавались гибридам.

Гибриды наследовали низко и среднемолекулярные зоны каталазы родительских форм. Наследование форм комплекса амилаз происходило по отцовскому типу, особенно это хорошо видно в F₂ Садовый x КБ 103.

Четко прослеживается наследование зон комплекса эстераз. В представленных спектрах видно, что материнские растения имели низкомолекулярные зоны, отцовские – высокомолекулярные. В гибридах второго поколения обнаружены две зоны эстеразы (низко и высокомолекулярные).

Наследование зон кислой фосфатазы в F₂ проходило по материнскому типу. В F₂ выявлены также дополнительные зоны активности пероксидазы, не принадлежавшие ни одной из исходных форм.

Содержание каротина в гибридах второго поколения наследуется по отцовскому типу. Определение содержания витамина С титрометрическим методом из-за черной окраски семян в диких формах сои было затруднено. Изучаемые материнские формы и их гибриды имели желтую окраску кожуры семян. В исследуемых образцах аскорбиновой кислоты больше содержалось в гибридах, чем в семенах материнских растений. очевидно, этот признак наследуется от отцовских форм (табл. 32). Поэтому можно предположить, что содержание витамина С в семенах дикой сои выше, чем в семенах культурной.

Таблица 32

Изменчивость содержания каротина и витамина С в семенах F₂ G. max x G. soja, 2001г.

Комбинация	Каротин, мг %	V, %	Витамин С, мг %	V, %
♀ M-28	0,02±0,001	9	2,7±0,05	4
F ₂ M-28 x КБ-103	0,05±0,001	2	3,8±0,07	4
♂ КБ-103	0,05±0,001	7	-	-
F ₂ Садовый x КБ-103	0,06±0,002	10	4,3±0,01	1
♀ Садовый	0,05±0,002	11	3,9±0,23	14

Таким образом, проведенные исследования по межвидовой гибридизации сои показали, что подбор материнских сортообразцов сои с комплексом рецес-

сивных генов позволяет получить в первом поколении, наряду с гибридами промежуточного и дикого типа, гибриды культурного типа по хозяйственно-ценным признакам, имеющие большое значение в селекционном процессе, так как не требуют беккроссирования.

В отличие от внутривидовых скрещиваний, при которых наблюдается единообразие, в F_1 *G. max* x *G. soja* наблюдается как единообразие (окраска венчика цветка), так и многообразие (форма листьев, окраска кожуры семян, тип стебля).

В F_2 *G. max* x *G. soja* получают гибриды с новыми признаками (с непадающими при созревании листьями). Расщепление потомств в F_2 *G. max* x *G. soja* по окраске венчика цветка и опушения не соответствует отношению 3:1, наблюдаемому при внутривидовых скрещиваниях.

При изучении наследования хозяйственно биологических признаков в F_2 *G. max* x *G. soja* установлено, что у гибридов размах варьирования по данным признакам выходит за пределы значений видов *G. max* и *G. soja*.

Следовательно вовлечение *G. soja* в селекционный процесс позволяет расширить генетическое разнообразие возделываемого вида сои (*G. max*).

3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СЕМЯН СОИ

3.1 Агрэкологическая оценка биохимического состава семян сои

До недавнего времени все исследования по биологии, селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур были направлены на всемерное повышение урожайности. Положительные результаты в этом отношении общеизвестны [51,52,53,268,283]. Однако недостаточно уделялось внимание повышению качества урожая. Между тем накоплено немало сведений об изменчивости качества продукции растениеводства в зависимости от различных

условий, влияющих на развитие растений, на их продуктивность и химический состав веществ [274,275].

Главными факторами, определяющими успех возделывания того или иного растения, являются, в первую очередь, правильно подобранный по климату (отвечающий природе растений) район. Затем, определенный и наиболее продуктивный в этих агроэкологических условиях, сорт. Соответствующая ему почва и присущая этому сорту агрономическая техника культуры [135,292].

Изменение химического состава растений от места их произрастания зависит от ряда внешних условий, которые и объединяются обычно под термином эколого-географического фактора. К наиболее важным факторам необходимо отнести почвенные условия, количество осадков и температуру. При изучении изменений химического состава семян сои в зависимости от географических условий констатируется ряд практически ценных факторов и закономерностей, из которых только часть объясняется авторами с уверенностью и одинаково. Многие же результаты вызывают у исследователей часто противоречивые заключения о причинах, их обусловивших.

Переходя к вопросу о влиянии агроэкологических условий на химический состав семян сои, необходимо в первую очередь показать, насколько велики и отчетливы изменения, вызываемые ими. В тех случаях, когда сортовой материал высевался в течение ряда лет на одном и том же опытном поле в весьма близких почвенных и прочих условиях, варьирование химического состава может быть отнесено почти целиком за счет ежегодного непостоянства метеорологических условий [33].

В зависимости от условий произрастания и генотипа отмечены большие отклонения в содержании компонентов и констант химического состава семян культурной сои, которые составляют (% к сухому веществу): по белку 24-56, маслу 14-27, углеводам 19-36, золе 4-7 и клетчатке 3-11. Значительные различия имеются в составе жирных кислот масла (% к общему их количеству): ли-

нолевая – 42-64, линоленовая – 4-14, олеиновая – 15-36 и пальмитиновая – 7-17, а также аминокислот белка [254].

Основное внимание уделялось и уделяется повышению содержания белка, который является одним из генетически детерминированных механизмов, обуславливающих диапазон и характер адаптивных реакций организма.

П. П. Вавилов и Г. С. Посыпанов считают, что содержание белка в семенах зависит от ряда факторов: генотипа сорта, почвенно-климатических условий зоны; обеспеченности растений элементами питания, и в первую очередь азотом, их влагообеспеченности и др. [47]. Первые систематические исследования по изучению влияния климата на содержание белка, крахмала и других составных частей зерна были проведены биохимической лабораторией ВИР по инициативе академика Н. И. Вавилова под руководством профессора Н. И. Иванова (1923-1926 гг), в результате которых удалось довольно отчетливо выявить влияние почвенно-климатических условий на химический состав зерна и составить карты средних величин содержания белка в основных сортах зерновых культур при возделывании их в разных районах страны [213]. Эти опыты показали, что содержание белка в зерне одного и того же сорта в разных районах может отличаться на 10 % и более.

Влияние агроэкологических условий на химический состав семян зерновых бобовых культур изучалось в течение многих лет в ВИРе. Исследования наборов сортов гороха, сои, фасоли, чечевицы, нута показали, что содержание белков в семенах данных культур существенно изменяется в зависимости от районов выращивания, сортовых особенностей и погодных условий отдельных лет. Пределы этой изменчивости для гороха, фасоли, чечевицы и нута составляют 11-15 %, а для сои превышают 20 %. Выявлена географическая изменчивость количества белка в зависимости от почвенно-климатических условий выращивания. Она значительно, превышает сортовую. Аналогичные данные были получены и в опытах с другими культурами [213].

По результатам исследований М. И. Смирновой-Иконниковой количество и фракционный состав белка в семенах зерновых бобовых культур (гороха, бобов, чечевицы, нута, вики, чины, фасоли, сои, вигны и люпина), выращенных в различных географических зонах страны, изменяются в зависимости от родовых, видовых и сортовых особенностей, а так же от условий питания и почвенно-климатических условий выращивания [246].

Н. И. Шарапов установил, что в семенах зерновых культур в зависимости от условий выращивания количество белков может изменяться в два раза и более, а в семенах зерновых бобовых культур эта относительная изменчивость значительно ниже и составляет обычно $1/4-1/3$ от содержания белков. Это объясняется тем, что на корнях бобовых растений развиваются клубеньковые бактерии, фиксирующие азот воздуха, поэтому растения в достаточной степени обеспечены азотом, а следовательно химический состав в меньшей степени зависит от количества азота в почве [292].

Известно, что содержание белка в семенах зависит от условий выращивания, при этом отмечается четкая закономерность – количество белка увеличивается при продвижении посевов с севера на юг и с запада на восток. Кроме этого, исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено [29,114, 258], что одним из важных факторов, влияющих на химический состав растений, является климат. С повышением влажности почвы снижается содержание белка в семенах в результате снижения концентрации почвенного раствора. Это замедляет проникновение азота в растения, и в семенах уменьшается количество белка и увеличивается количество крахмала [258].

Известно, что и содержание белка и его аминокислотный состав изменяются в зависимости от вида, разновидности или сорта. Это обусловлено, в основном, генетическими различиями. Однако содержание и состав белков варьируют также в зависимости от агрономических и физиологических условий роста и развития растений [21,242,282].

А. Бородулина и др. считают, что содержание белка в семенах сои может в зависимости от экологических условий значительно изменяться [39].

Г.П. Ефимова, Б.И. Ющенко установили, что на накопление белка в семенах сои в большей степени влияют погодные условия, действие экологических факторов выражены слабее [96].

Л. К. Мальш, Е. Н. Мельникова показали, что содержание белка в семенах сои в зависимости от гидротермического режима и сортообразца колеблется от 36 до 45 %, жира от 16 до 22 % [174].

А. П. Ващенко [55] исследовал влияние осадков на накопление масла и белка. Были получены коэффициенты взаимосвязи: масло-осадки – $r=-0,23$, белок-осадки – $r=-0,38$. Изучали также влияние температуры на содержание этих компонентов. Коэффициенты корреляции взаимосвязи масло-температура составили $r=0,35$; белок-температура – $r=0,39$. Следовательно, отдельные элементы метеоусловий слабо влияют на взаимозависимость между содержанием масла и белка в семенах. Содержание этих ценных компонентов является следствием взаимодействия многих факторов среды в комплексе.

В. М. Степанова считает, что при избытке влаги (ГТК более 1,5-1,6) и недостатке тепла происходит более быстрый распад белка и нарушение деятельности ферментов в прорастающем семени. Растения при этом становятся более слабыми и менее пластичными к изменениям метеорологических условий. Изменение темпов развития является одним из адаптивных признаков растений. Чем меньше варьируют темпы развития под влиянием окружающей среды, тем устойчивее сорт [257].

Огромное значение для накопления белка зерновыми бобовыми имеет плодородие почв. Чем почва плодороднее, тем больше в семенах накапливается белка [246].

По данным многолетнего опыта (20 лет), в условиях Приамурья длительное применение удобрений под сою увеличивало в семенах содержание сырого

белка. Количество жира в семенах сои в зависимости от длительности применения удобрений не изменяется [258].

Микроэлементы молибден, кобальт, бор также повышают качество урожая бобовых культур. Из микроэлементов молибден в наибольшей степени повышает урожай и содержание белка в семенах, так как под действием молибдена стимулируется фиксация атмосферного азота бобовыми растениями [138,213].

П. В. Поползухиным установлено, что содержание белка в семенах имеет тенденцию к увеличению в направлении от ранних сроков посева к более поздним [217]. В зависимости от условий зоны возделывания и сортовых особенностей в семенах формируется белок различного происхождения [144, 232]. Белковый комплекс изменяется в зависимости от продолжительности вегетационного периода [119], минерального обеспечения и влагообеспеченности [144], pH почвы [218]. В. Г. Михайлов и И.Ф. Манченко определили, что содержание белка в семенах сои варьирует в меньших пределах, чем основные количественные признаки, установили наличие положительной корреляции между содержанием белка и массой 1000 семян, количеством бобов, диаметром стебля у основания, количеством семян в бобе [192].

По мнению Л. С. Прокопенко и Г. П. Квитко условия увлажнения оказывали существенное влияние на химический состав семян сои, особенно на содержание протеина, жира, кальция и фосфора. Рассматривая изменчивость химического состава семян сои, пришли к выводу, что межсортовая разница в содержании протеина в семенах различных сортов сои незначительна. В годы с большим увлажнением, в семенах концентрируется больше минеральных веществ. Так, если концентрация фосфора в семенах повышается с увеличением количества осадков, то кальция – понижается [222].

В проведенных исследованиях в различных по климату районах и зонах в отношении накопления масла установлено определенное влияние климата на создание масла в растениях и влияние на его качество. Однако, влияние климата на образование масла совершенно иное, чем на образование белка [54, 292].

В. Э. Альберт показал существенную изменчивость содержания масла в семенах сортов с различной продолжительностью вегетационного периода, это в значительной мере обусловлено зависимостью маслообразовательного процесса от погодных условий в период созревания семян [26,27].

Согласно литературным данным [243] в семенах растений накапливается больше масла в условиях достаточного увлажнения и оптимальных температур. Излишне высокие и низкие температуры в период созревания приводят к снижению количества масла. Пониженные температуры в сочетании с большим количеством осадков способствуют накоплению в масле ненасыщенных жирных кислот. Определение отдельных жирных кислот в масле семян сортов с различным вегетационным периодом показало, что семена раннеспелых сортов содержат линолевой и линоленовой кислот меньше, чем средне- и позднеспелые.

А. Я. Ала и В. С. Ала [20] считают, что содержание масла в семенах сои меньше зависит от условий выращивания, чем от генотипа сои, что подтверждается и данными других авторов [126,384].

Семена, достигшие состояния покоя, лучше перерабатываются и дают масло более высокого качества. Незрелые и морозобойные семена содержат меньше ценных природных веществ (масла и белка). Для морозобойного и незрелого зерна сои характерна повышенная активность биохимических процессов [104].

По данным Н. Н. Иванова и др., изменчивость содержания белка в семенах связана с количеством осадков и их распределением в течение вегетационного периода [цит. по Н. И. Шарипову]. В неблагоприятные годы по условиям выращивания, увеличивалась вариабельность биохимических признаков, и четче выявлялся генетический потенциал сортов. Была подтверждена достоверная отрицательная корреляция между содержанием белка и масла ($r = -0,946$) [275]. Между суммой осадков за VIII-IX месяцы и содержанием белка отмечена отрицательная корреляция (от $-0,57$ до $-0,79$) [254].

По мнению Н. И. Шарпова фактор влаги в процессах образования белка и масла является ведущим среди других факторов климата [292]. По мнению В. А. Коробко на накопление белка и масла существенное влияние оказывают экологические условия. В зависимости от места произрастания и сортовых особенностей варьирование белка у сои достигает 27,5 % [140].

Из приведенного анализа литературных источников, совершенно отчетливо видно, что биохимический состав растений является результатом воздействия целого комплекса внешних условий.

Характер изменения в содержании витаминов зависит от наследственных особенностей семени и от условий его формирования. Условия внешней среды не только изменяют интенсивность биосинтеза жизненно необходимых соединений (метаболитов) в репродуктивных и в вегетативных частях растений, но и соответственно влияют на их отток, а вместе с этим и на синтетические возможности семени [206,207].

Большое внимание уделено выявлению зависимости образования витаминов от корневого питания, качества и интенсивности радиации и других факторов внешней среды [207,239]. Эти материалы представляют значительный интерес для выяснения роли витаминов в усвоении и превращении жизненно необходимых соединений, в повышении устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды, а так же для разработки рациональных условий возделывания растений.

Выяснение влияния условий произрастания на содержание витаминов так же важно и для оценки витаминных качеств растений, выращиваемых в тех или иных районах. Они дают новые материалы о влиянии условий внешней среды на физиологические особенности растений.

Исследования, проведенные в 30-х годах прошлого века витаминной лабораторией Всесоюзного института растениеводства (ВИР), показали большое влияние условий произрастания растений на содержание в них витаминов. Было установлено, что в растениях, произрастающих в северных районах, содер-

жится больше аскорбиновой кислоты, чем в тех же растениях, культивируемых на юге.

Температура существенно влияет на изменение физиологического состояния растений, усиливает процессы обмена веществ в одних условиях и подавляет в других. Так, установлено, что понижение температуры, как правило, увеличивает содержание витамина С в растениях. Известны факты положительного действия витамина С на микроорганизмы при пониженных температурах. Так, Федоров [Цит по К. Е. Овчарову] показал, что аскорбиновая кислота восстанавливает физиологические функции азотобактера, нарушенные вымораживанием [93,206,207].

Таким образом, в данном случае аскорбиновая кислота является одним из факторов определяющих адаптацию растений к воздействию пониженными температурами [93,207].

И. И. Соколова и другие высказали гипотезу, что увеличение содержания витамина С способствует росту и развитию растений [248].

Совершенно иные, чем для аскорбиновой кислоты, температурные условия необходимы для образования каротина. Так как природа витаминов различна и источники их образования неодинаковы, то и оптимум температуры для биосинтеза того или иного витамина разный. В результате проведенного анализа литературы можно заключить, что аскорбиновая кислота образуется лучше при низкой температуре, а каротин, наоборот, при высокой [121,207].

Изучение М. И. Смирновой-Иконниковой [Цит. по Н. Н. Иванову] активности ферментов в географическом разрезе показало, что сильным колебаниям подвержены уреазы и пероксидазы. Наоборот – сила действия каталазы и липазы, свойственная сорту, остается почти неизменной во всех пунктах. А. И. Громова изучала активность протеазы и липазы сои в семенах в зависимости от разных сроков посева. На основании этих исследований установлено, что активность ферментов в семенах при оптимальных сроках посева почти вдвое выше, чем при ранних и поздних [77]. Отмечено, что гамма-излучение угнетает

активность пероксидазы (до 78%) и повышает активность α -амилазы (до 140%), активность липазы, β -амилазы и уреазы при этом остается неизменной [200]. Ж.Г. Простакова, А.И. Бронштейн установили взаимосвязь трипсинингибирующей активности (ТИА) семян сои с уровнем устойчивости растения к фузариозу: чем выше ТИА, тем ниже балл поражения ($r=-0,46\pm 0,19$) [223,345].

Каталаза широко распространена в природе и интенсивно изучается. Однако в литературе недостаточно данных о её активности и практически отсутствуют сведения о множественных формах этого фермента в семенах сои.

Б.И. Ющенко, Н.А. Дранова, Г.П. Ефимова в результате своих исследований показали, что активность каталазы у семян сои, выращенных на юге, выше, чем в центральной и северной зонах, а активность пероксидазы ниже, чем в северной. Следовательно, погодные условия в большей степени влияют на удельную активность пероксидазы и каталазы, чем сортовые особенности и экологическая разнокачественность семян [300]. Ю. Г. Перепадя, считает, что фермент каталаза проявляет максимальную активность при низких температурах [209].

Н. П. Выхрестюком показано наличие в семенах приморских сортов сои активностей липазы, каталазы, пероксидазы, уреазы, ингибитора трипсина и гемоглобулина. Количество их примерно одинаково для различных сортов сои. Отмечено, что более скороспелые сорта (Юбилейная, Приморская 762) характеризуются повышенным содержанием липазы и пероксидазы [59].

Повышение окислительно-восстановительной активности тканей отмечено при нахождении растений в неблагоприятных условиях, например, при действии высоких температур или недостаточного увлажнения [180].

В повышении устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды (по мнению некоторых авторов) особое место принадлежит ферменту пероксидазе [209]. Известно, что активность пероксидазы резко возрастает при стрессовых состояниях и различных поражениях, в том числе при грибной, бактериальной и вирусной инфекции. Ряд исследователей предполагают активное участие пероксидазы в защитном механизме растений. Повышение пероксидазной

активности обеспечивает выживаемость растительного организма в связи с нарушением обычного хода обмена веществ [182].

Активность пероксидазы (в отличие от каталазы) с повышением температуры увеличивается [209]. У ранних форм в засушливых условиях, способствующих повышенному накоплению белка в семенах, отмечается активизация пероксидазы [238].

Проведенные исследования по эколого-биохимическому изучению сои недостаточны. Такие вопросы как механизм адаптации растений сои к агроэкологическим условиям, изменение качества семян в зависимости от этих условий раскрыты не полностью. Возникает необходимость проведения исследований по экологической устойчивости сои, изучению изменчивости биохимического состава в зависимости от зоны возделывания и погодных условий года.

3.2. Генотипические особенности биологически активных веществ семян сортов сои, районированных в Амурской области

Селекция сои на качество не менее сложна, чем селекция на урожайность, принимая во внимание влияние среды и взаимосвязь с другими признаками и свойствами генотипа, с устойчивостью к патогенам, азотфиксацией и другими факторами. Результативность зависит от четкой дифференциации направлений и глубокого изучения биохимии и физиологии растений. На основе множественности компонентов химического состава и широких лимитов их содержания можно развивать дифференцированные направления в селекции на качество и создавать доноров по разным признакам, применяя новые принципы и прогрессивные методы работы [254]. Чтобы провести отбор семян для потомства с большей целенаправленностью, необходимо иметь их биохимическую характеристику. Возделываемые сорта сои в Амурской области изучались по различ-

ным направлениям, но изучению биохимического состава уделяли недостаточно внимания.

Реализация генетического потенциала зависит от соответствия биологических особенностей сорта и экологических условий региона возделывания. Приспособление биологических процессов организма к непрерывно изменяющимся условиям среды обуславливают ферменты, которые являются основным механизмом адаптации. Основным соесеющим регионом России является Амурская область. Особенности экологических условий региона: значительные перепады дневных и ночных температур, неравномерность выпадения осадков, ранние заморозки и другие, в наибольшей степени ограничивают величину и качество урожая сои.

При изучении удельной активности ферментов в семенах сортов сои, районированных в Амурской области, установлено, что она значительно различается по сортам (рис. 8). Наиболее значительно сортовые различия выражены для удельной активности пероксидазы.

По мнению ряда авторов [182,209,249] в повышении устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды особое место принадлежит ферменту пероксидаза, который наряду с каталитическим действием, обладает антиоксидантной функцией. Известно, что активность пероксидазы резко возрастает при стрессовых состояниях, различных поражениях и инфекциях. Из рисунка 8 видно, что у раннеспелого сорта Соер 4 самая низкая активность данного фермента – 7,3 ед/мг белка. Самая высокая активность пероксидазы отмечена у сорта Смена - 39,5 ед/мг белка.

Самую высокую активность кислой фосфатазы проявил сорт ВНИИС-1 – 150×10^{-6} ед/мг белка. Наивысшая активность амилазного комплекса отмечена у сорта Октябрь 70 – 2,9 ед/мг белка. Низкая активность всех изучаемых ферментов наблюдалась у сорта сои Соер 4.

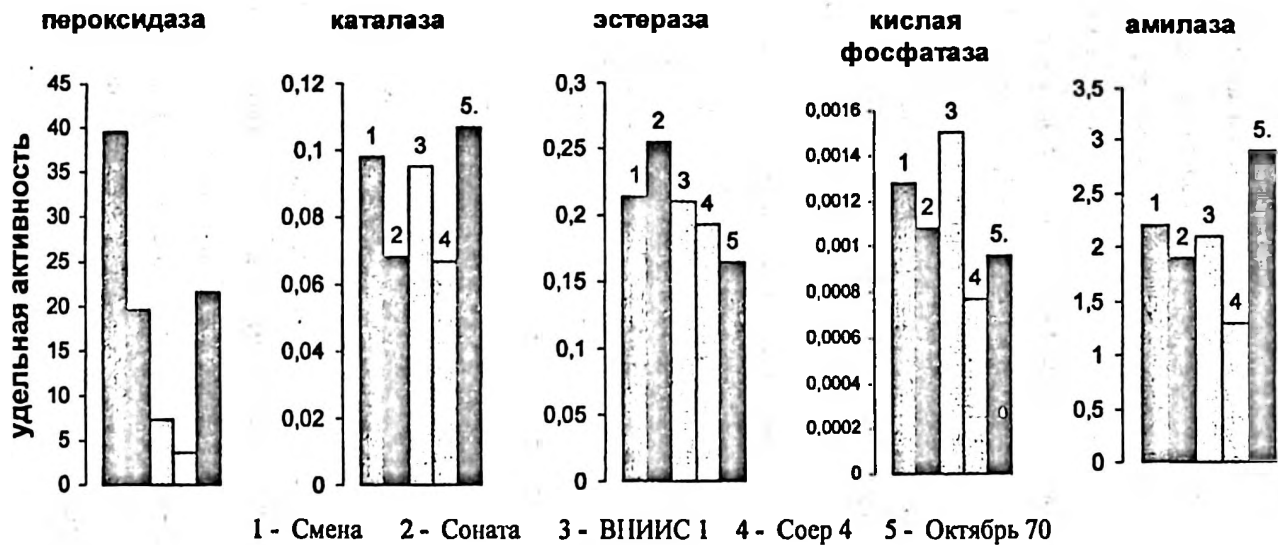


Рис. 8. Генотипические особенности удельной активности некоторых ферментов в семенах сои, ед/мг бслка (1999-2001 гг.)

Витамины относятся к различным классам низкомолекулярных органических соединений. Они в качестве коферментов входят в состав ферментных систем. Поэтому недостаток того или иного витамина приводит к нарушению обмена веществ. Некоторые из них выполняют функцию антиоксидантов - это витамин Е, каротин и аскорбиновая кислота [95].

Содержание каротина в семенах сои сортов Смена, Соната и Октябрь 70 было минимальным – 0,07 мг %, наибольшее количество каротина накопилось в семенах сорта Соер 4 – 0,10 и ВНИИС-1 - 0,09 мг % (табл.33).

Наибольшее количество аскорбиновой кислоты отмечено у сортов Смена и Соната – 3,4 мг %. Наименьшее количество данного витамина выявлено у сорта Октябрь 70 – 2,3 мг %.

Таблица 33

Сортовые различия по содержанию каротина и витамина С в семенах сои, мг % (1999-2001 гг.)

Сорт	Каротин	Витамин С
Смена	0,07	3,4
Соната	0,07	3,4
ВНИИС 1	0,09	2,5
Соер 4	0,10	2,8
Октябрь 70	0,07	2,3

Основные показатели качества зерна сои – белок и масло. По международной классификации рода *Glycine L.* [125] Амурские сорта сои по содержанию белка и масла относятся к среднесодержащим (табл. 34).

Значительных различий по содержанию данных компонентов в зерне сои по сортам Амурской области не обнаружено. Очевидно, это объясняется тем, что с начала селекционных работ по сое и по настоящее время основное внимание уделялось скороспелости и продуктивности. Целенаправленная селекционная работа на качество не проводилась.

Таблица 34

Содержание белка и масла в семенах сортов сои, районированных в Амурской области, % (1999-2001 гг.)

Сорт	Белок	Масло
Смена	41,4	19,1
Соната	41,1	20,0
ВНИИС 1	41,6	20,0
Соер 4	41,0	19,6
Октябрь 70	40,6	19,6

Соевый белок ценен тем, что в нем содержатся все незаменимые аминокислоты. По мнению В.И. Сичкаря с соавторами [242] значительные наследственные отклонения в аминокислотном составе встречаются крайне редко. В исследованиях, проведенных в ДальГАУ, существенных различий в содержании незаменимых аминокислот в белке сои также не выявлено. Сумма незаменимых аминокислот составила от 41,7 % у сорта Соер 4 до 43,8 % у сорта Соната (табл. 35).

Качество соевого масла, как отмечено ранее, зависит от содержания жирных ненасыщенных кислот, особенно олеиновой. В связи с тем, что от количественного содержания линоленовой кислоты зависит быстрое прогоркание масла, содержание ее должно быть минимальным.

Таблица 35

Содержание незаменимых аминокислот в белке семян сои, % (1999-2001 гг.)

Сорт	Тре	Ley	Iley	Lis	Phe	Val	Met+Cys	Сумма
Смена	3,98	9,78	6,34	7,36	3,49	10,04	0,94	41,93
Соната	4,36	9,92	6,45	7,67	3,48	9,98	1,00	43,86
ВНИИС 1	4,05	9,86	6,20	7,42	3,47	10,06	1,01	42,07
Соер 4	4,00	9,78	6,32	7,38	3,45	9,87	0,93	41,73
Октябрь 70	4,09	9,98	6,33	7,45	3,48	10,02	0,91	42,26

Масло лучшего качества можно получать из семян сои сорта Смена, у которого больше содержится олеиновой и линолевой кислот и меньше линоленовой (рис. 9).

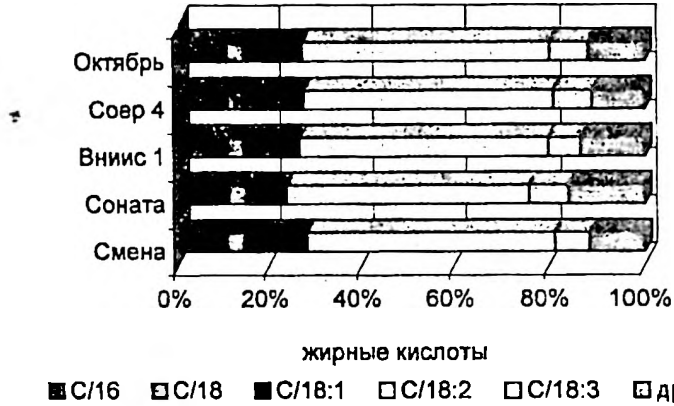


Рис. 9. Качественный состав масла семян сои, % (1999-2001 гг.)

Важным компонентом для растительного организма является минеральный состав. Активность ферментов в большей степени зависит от содержания в реакционной среде различных дополнительных ионов или соединений [213]. Магний является необходимым ионом для многих ферментных систем, катализирующих перенос остатков фосфорной кислоты от АТФ на другие соединения, участвует более чем в 300 ферментных реакциях в организме, усиливая адаптивные реакции. Фермент амилаза, катализирующий расщепление крахмала, и липаза, ускоряющий распад жиров, активизируются ионами кальция. Минеральный состав семян сои представлен в таблице 36.

Содержание минеральных веществ обусловлено видовыми особенностями *Glycine max* и не имеет существенных сортовых различий. Незначительно по минеральному составу отличался сорт Смена, имеющий наибольшее содержание фосфора и наименьшее кальция.

Таблица 36

Минеральный состав семян сои, % (1999-2001 гг.)

Сорт	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO	MgO
Смена	2,6	0,74	0,39	0,47
Соната	2,6	0,69	0,48	0,46
ВНИИС 1	2,6	0,64	0,48	0,50
Соер 4	2,5	0,66	0,48	0,50
Октябрь 70	2,5	0,63	0,49	0,49

Выявлены сильные отрицательные зависимости между содержанием фосфора и кальция ($r = -0,89$), фосфора и магния ($r = -0,73$), средняя положительная между содержанием кальция и магния ($r = 0,44$).

3.3 Изменчивость биохимического состава семян сои в зависимости от погодных условий года

Резко изменчивые, осложненные стрессовыми ситуациями погодные условия, основанные на переменном влиянии двух климатообразующих факторов: континентального и муссонного, приводят к значительным колебаниям валовых сборов сои в Приамурье.

Уровень урожайности по годам зависит от степени соответствия метеорологических условий года биологическим особенностям сорта. Механизмом, обуславливающим адаптацию растений к постоянно меняющимся условиям внешней среды, являются ферменты. Изучение удельной активности ферментов в течение трех лет показало, что метеорологические условия вегетационного периода 1999г. способствовали повышению удельной активности каталазы, амилазы, эстеразного комплекса и снижению активности пероксидазы. Самая низкая активность каталазы, эстеразы и кислой фосфатазы отмечена в семенах 2001 года, а активность пероксидазы высокая (рис. 10).

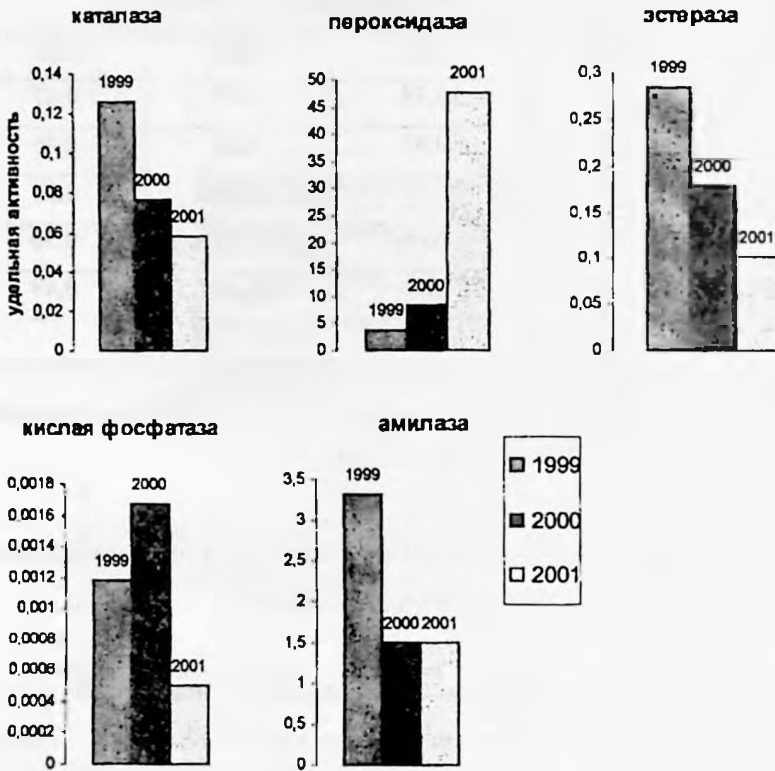


Рис. 10. Удельная активность некоторых ферментов в семенах сои в зависимости от метеоусловий вегетационного периода, ед/мг белка

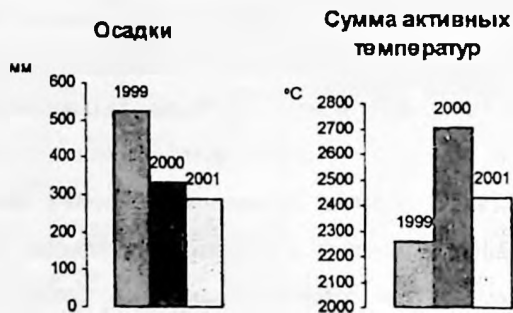


Рис. 11. Количество осадков и сумма активных температур за 1999-2001 годы

Установлена обратная зависимость между удельной активностью каталазы и пероксидазы, прямая зависимость – между удельной активностью каталазы и комплексом эстераз. Анализ погодных условий года показал, что существует положительная зависимость между количеством выпавших осадков и активностью каталазы и комплексом эстераз, отрицательная - с активностью пероксидазы (рис. 10 – 11).

Выявлена определенная зависимость между удельной активностью кислой фосфатазы и суммой активных температур. Наивысшая удельная активность кислой фосфатазы была отмечена в семенах сои 2000 года, который характеризовался более высокой суммой активных температур. Самая высокая удельная активность комплекса амилаз отмечалась в семенах сои 1999 года, для которого отмечено раннее наступление заморозков. В 2000 и 2001 годах различий по удельной активности комплекса амилаз не наблюдалось, что, очевидно, объясняется сходными условиями этих лет по количеству выпавших осадков.

Интенсивность процесса накопления витаминов определяется особенностями периода вегетации: количеством осадков, температурой, степенью освещенности [95]. Для растительного организма аскорбиновая кислота важна как переносчик водорода, стимулирующий различные окислительно-восстановительные реакции. Каротин необходим для роста, развития и функционирования клеточных оболочек. Эти витамины повышают устойчивость растений сои к пониженным температурам и недостатку влаги.

Содержание каротина и витамина С в семенах сои, в зависимости от погодных условий года, отражено на рисунке 12.

Установлено, что на накопление каротина в семенах сои большее влияние оказали условия выращивания 1999 года (раннее наступление заморозков). Недосток влаги в 2000 и 2001 годах способствовал снижению накопления каротина в семенах сои. Содержание витамина С зависит и от сортовых особенностей и от условий выращивания. В 2001 году его накопилось больше, чем в предыдущие годы. Вероятно, как антиоксидант, он больше реагирует на недостаток влаги.

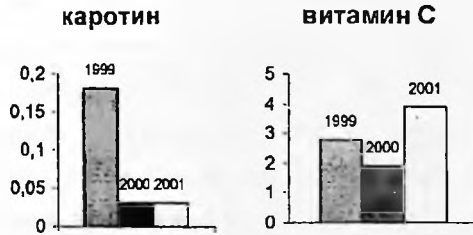


Рис. 12. Содержание каротина и витамина С в семенах сои, в зависимости от погодных условий вегетационного периода, мг %

Таким образом, содержание каротина увеличивается при ранних заморозках, а содержание витамина С при недостатке влаги в течение всего вегетационного периода.

В результате изучения изменчивости биохимического состава семян, в зависимости от погодных условий года, установлено, что разница в содержании белка может достигать 2,1%, масла - 2% (табл. 37).

Таблица 37

Содержание белка и масла в семенах сои, выращенных в разные вегетационные периоды, %

Сорт	Белок			Масло		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Смена	42,3	41,6	40,2	19,6	18,4	19,2
Соната	41,7	41,2	40,3	20,9	18,9	20,1
ВНИИС1	41,1	41,8	41,1	20,3	19,6	20,1
Соер 4	41,8	40,3	40,8	19,8	18,9	19,9
Октябрь	41,7	40,3	39,7	19,9	18,9	20,0
среднее	41,9	41,0	40,4	20,1	18,9	19,8

В исследованиях с 18 сортами, выращенных в различных почвенно-климатических зонах установлено, что аминокислотный состав обусловлен в основном генотипом сорта [250,254]. В проводимых исследованиях отмечены различия по годам в содержании незаменимой аминокислоты – фенилаланина (табл.38).

Содержание фенилаланина в семенах сои, %

Сорт	1999	2000	2001
Смена	3,7	2,5	4,2
Соната	3,8	2,5	4,2
ВНИИС 1	3,7	2,4	4,3
Соер 4	3,7	2,5	4,2
Октябрь 70	3,7	2,5	4,3
среднее	3,7	2,5	4,2

В зависимости от года выращивания содержание пальмитиновой и стеариновой кислот изменяется незначительно. Существенные различия выявлены в содержании олеиновой, линолевой и линоленовой кислот (рис. 13).

Из представленных жирных кислот – линоленовая физиологически активная. Количество этой кислоты варьирует по годам от 7 до 9 %.

В.А. Коробко [139] выявлено сортовое варьирование линоленовой кислоты от 5 до 8 % в условиях европейской части страны, до 10-11 % у сортов, возделываемых в Амурской области. Более высокое содержание линоленовой кислоты в семенах 1999 года обусловлено защитным механизмом растений, который ведет к накоплению этой кислоты.

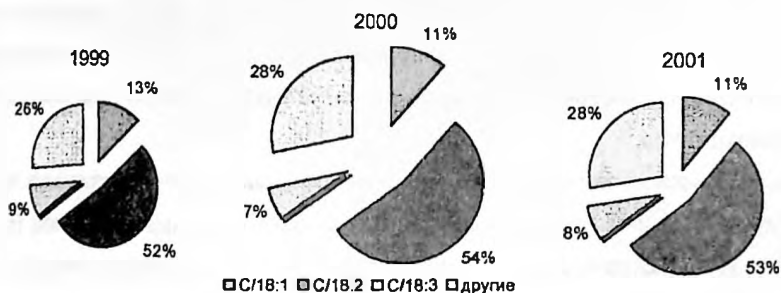


Рис. 13. Содержание ненасыщенных жирных кислот в семенах сои, %
C/18:1 – олеиновая; C/18:2 – линолевая; C/18:3 – линоленовая.

Отбор на качество масла необходимо делать и по высокому содержанию олеиновой и линолевой кислот. В засушливые 2000 и 2001 годы количество олеиновой кислоты в масле семян сои уменьшается. Заморозки 1999 года от-

рицательно сказываются на накопление линолевой кислоты. В засушливые 2000 и 2001 годы количество линолевой кислоты в масле семян сои увеличивается. Таким образом, качество масла меняется в зависимости от условий года выращивания незначительно.

3.4 Влияние экологических условий зоны возделывания на биохимический состав семян сои

До недавнего времени основной задачей селекции для зоны умеренно-холодного климата Амурской области являлось сочетание в сорте высокой продуктивности и скороспелости. Усилиями амурских учёных-селекционеров В.А. Золотницкого, К.К. Малыш, Т.П. Рязанцевой и Л.К. Малыш эта задача была решена [173,174,175,229,230,231]. Сорты Северная 4, Салют 216, Юбилейная, Амурская 310, Смена, ВНИИС-1, Октябрь 70, созданные этими учёными, являются ранне- и среднеспелыми, обладают высокой урожайностью. При этом новые сорта сои должны обладать устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, иметь короткий вегетационный период, быть хорошо приспособленными к условиям возделывания. Амурская область подразделяется на микрозоны, различающиеся почвенно-климатическими условиями. Скорость и направленность биохимических процессов определяются ферментами. Они обуславливают различные физиологические и хозяйственно-ценные признаки растений: засухоустойчивость, скороспелость, урожайность, содержание масла и белка в семенах [95]. Поэтому изучение удельной активности ферментов в семенах сои стало актуальной задачей селекционеров и биохимиков.

В результате исследований выявлено, что удельная активность каталазы и амилазного комплекса выше в северной агроклиматической зоне, ниже в южной (рис. 14). Вероятно, это обусловлено более низким температурным режимом северной зоны. Удельная активность комплекса эстераз наиболее высокая в северной и южной зонах, кислой фосфатазы в центральной и северной. Удельная активность пероксидазы выше в семенах сои, выращенных в центральной агрозоне. Значительно ниже в северной и самая низкая в южной. Видимо, это обусловлено, распределением осадков по зонам выращивания. В центральной их выпало наименьшее количество.

Удельная активность каталазы и комплекса амилаз возрастает от южной зоны к северной. Следует отметить, что в семенах районированных сортов сои, в южной

зоне удельная активность изучаемых ферментов была ниже, чем в северной и центральной зонах.

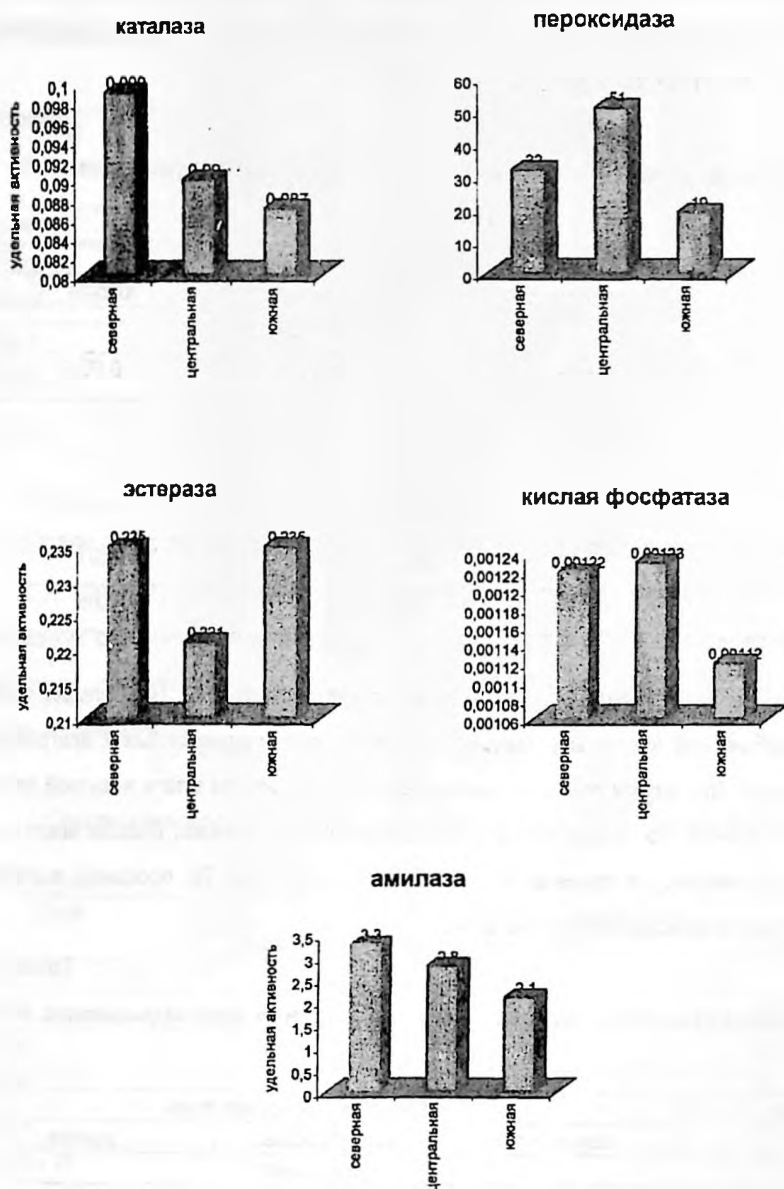


Рис. 14. Удельная активность некоторых ферментов в семенах сои, в зависимости от зоны выращивания, ед/мг белка (1999-2001 гг.)

В результате анализа полученных данных о количестве каротина и витамина С в семенах сои выявлено, что в содержании каротина в семенах из разных агрозон нет существенных различий (табл. 39).

Таблица 39

Содержание каротина в семенах сои в зависимости от зоны выращивания, мг%
(1999-2001 гг.)

Сорт	Агроклиматическая зона		
	северная	центральная	южная
Каротин			
Смена	0,08	0,06	0,07
Соната	0,10	0,07	0,07
ВНИИС -1	0,08	0,06	0,09
Соер 4	0,06	0,06	0,10
Октябрь 70	0,08	0,09	0,07
среднее	0,08	0,07	0,08

Наиболее варьируемый признак – содержание витамина С. Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты отмечено в семенах сои, выращенных в центральной агрозоне (табл. 40). Вероятно, это обусловлено недостатком влаги в данной зоне за годы исследований, по сравнению с северной и южной зонами. Больше всего витамина С накапливалось в семенах сортов Соер 4 и Октябрь 70, особенно, выращенных в северной агроклиматической зоне.

Таблица 40

Содержание витамина С в семенах сои в зависимости от зоны выращивания, мг%
(1999-2001 гг.)

Сорт	Агроклиматическая зона		
	северная	центральная	южная
Витамин С			
Смена	1,6	2,6	3,4
Соната	2,5	2,7	3,4
ВНИИС -1	2,3	3,9	2,5

Влияние экологических условий выращивания на содержание белка и масла незначительное (табл.41, 42).

Таблица 41

Содержание белка в семенах сои в зависимости от зоны выращивания, %
(1999-2001 гг.)

Сорт	Агроклиматическая зона		
	северная	центральная	южная
	Белок		
Смена	41,0	40,2	41,4
Соната	40,2	39,5	41,1
ВНИИС -1	39,7	39,7	41,7
Соер 4	40,0	40,3	41,0
Октябрь 70	39,2	39,9	40,6
Среднее	40,0	39,9	41,2

Отмечена тенденция увеличения белка и масла в семенах сои, выращенных в южной зоне, что ранее отмечалось в работе Б. И. Ющенко. и Г. П. Ефимовой [96].

А. К. Лещенко, В. Г. Сичкарь и другие [165] объясняют изменения в содержании данных компонентов, в основном, генотипом сорта. Изучаемые сорта генетически близки, вероятно, поэтому резких изменений в содержании белка и масла по сортам не обнаружено.

Таблица 42

Содержание масла в семенах сои в зависимости от зоны выращивания, %
(1999-2001 гг.)

Сорт	Агроклиматическая зона		
	северная	центральная	южная
	Масло		
Смена	19,3	19,2	19,1
Соната	18,7	18,9	19,9
ВНИИС -1	18,9	19,9	20,0
Соер 4	19,2	19,6	19,6
Октябрь 70	18,9	19,4	19,6
Среднее	18,9	19,4	19,6

Экологические условия агрозон Амурской области на содержание насыщенных жирных кислот пальмитиновой и стеариновой в масле семян сои влияния не оказывают. Отмечены определенные различия в содержании олеиновой, линолевой и линоленовой кислот в масле семян сои, выращенных в разных условиях Амурской области (рис. 15).



Рис. 15. Содержание ненасыщенных жирных кислот в масле семян сои, выращенных в разных условиях Амурской области, % (1999-2001 гг.)

Согласно исследованиям ряда ученых и полученных данных, можно сделать заключение, что масло лучшего качества можно получать из семян сои, выращенных в южной зоне. В этих семенах содержание олеиновой и линолевой кислот наивысшее, а линоленовой наименьшее. Следует отметить, что содержание линоленовой кислоты в семенах северной зоны больше, чем в южной. Вероятно, это обусловлено адаптивным потенциалом сои, при котором в менее благоприятных экологических условиях выращивания накапливается линоленовая кислота.

Активность ферментов в большей степени зависит от содержания в реакционной среде различных дополнительных ионов или соединений. Роль многих макро- и особенно микроэлементов в жизнедеятельности растений сводится к тому, что эти элементы являются активаторами многих ферментативных процессов. Роль активаторов ферментов выполняют различные ионы, одни из которых K^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} . Ионы магния необходимы для многих ферментных систем, ионы кальция, наряду с другими функциями, активируют

фермент α -амилаза. К металлоферментам относятся каталаза и пероксидаза (содержащие железо) [213].

Анализ полученных данных показал, что существенных различий по зонам выращивания в содержании калия, кальция и магния не отмечено (табл. 43).

Таблица 43

Содержание основных минеральных веществ в семенах сои, выращенных в разных зонах Амурской области, % (1999-2001 гг.)

Сорт	Агроклиматическая зона		
	северная	центральная	южная
Калий			
Смена	2,6	2,5	2,6
Соната	2,5	2,5	2,7
ВНИИС -1	2,6	2,6	2,6
Соер 4	2,5	2,5	2,6
Октябрь 70	2,5	2,5	2,6
среднее	2,5	2,5	2,6
Фосфор			
Смена	0,72	0,66	0,67
Соната	0,78	0,64	0,67
ВНИИС -1	0,69	0,61	0,62
Соер 4	0,66	0,65	0,67
Октябрь 70	0,66	0,57	0,67
среднее	0,70	0,63	0,66
Кальций			
Смена	0,47	0,47	0,47
Соната	0,46	0,48	0,50
ВНИИС -1	0,47	0,49	0,48
Соер 4	0,50	0,47	0,48
Октябрь 70	0,49	0,50	0,49
среднее	0,48	0,48	0,48
Магний			
Смена	0,49	0,49	0,49
Соната	0,48	0,49	0,49
ВНИИС -1	0,49	0,50	0,50
Соер 4	0,49	0,50	0,51
Октябрь 70	0,48	0,49	0,51
среднее	0,49	0,49	0,50

По содержанию фосфора в семенах сои выявлены небольшие различия. Более высокое содержание фосфора отмечено в северной агроклиматической зоне, наименьшее - в центральной.

Таким образом, в результате биохимической оценки семян сортов сои, районированных в Амурской области, дана их характеристика по качеству масла (семена сорта Смена обладают маслом лучшего качества), по содержанию каротина и витамина С (наибольшее количество каротина содержат сорта Соер 4 и ВНИИС -1, витамина С – Смена и Соната), по активности ферментов (низкой активностью ферментов отличался сорт Соер 4, высокой активностью пероксидазы – Смена, амилазы – Октябрь 70). Показана изменчивость биохимических показателей в зависимости от метеорологических условий вегетационного периода и экологических условий зоны возделывания.

Выявлена положительная зависимость между количеством выпавших осадков и активностью каталазы, эстеразы и отрицательная с активностью пероксидазы. Удельная активность каталазы и комплекса амилаз возрастает с южной зоны к северной. Удельная активность изучаемых ферментов в семенах районированных сортов ниже в южной зоне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При скрещивании сои культурной с дикорастущей рекомендуется использовать естественную гибридизацию. Для скрещивания необходимо подбирать культурные сортообразцы с комплексом рецессивных генов, что позволяет получать в первом поколении гибриды, не требующие беккросирования по хозяйственно-ценным признакам.

2. В отличие от внутривидовых скрещиваний, при которых наблюдается единообразие, в F_1 *G.max* x *G.soja* наблюдается как единообразие (окраска венчика цветка), так и многообразие (форма листьев, окраска кожуры семян, тип стебля). В F_2 *G.max* x *G.soja* получают гибриды с новыми признаками (растения с неоппадающими при созревании листьями). Расщепление потомств в F_2 *G.max* x *G.soja* по окраске венчика цветка и опушения не соответствует отношению 3:1, наблюдаемому при внутривидовых скрещиваниях. У гибридов размах варьирования по хозяйственно-ценным признакам выходит за пределы значений видов *G. max* и *G. soja*. Следовательно, вовлечение *G. soja* в селекционный процесс позволяет расширить генетическое разнообразие возделываемого вида сои (*G. max*).

3. Для селекции на скороспелость, повышенное содержание белка в семенах в селекционный процесс следует вовлекать формы дикой сои КЗ 598, КЗ 659, КТ 156, КЗ 650, КЗ 654. Сортообразцы Грибская 12, мутант Садовый, Соер 4, Бидгоска, Юбилейная можно использовать при селекции на высокую продуктивность. В качестве родительских форм в селекции на увеличение высоты прикрепления нижнего боба целесообразно использовать сорта Соер 4, Юбилейная, Бидгоска и Хэйхэ 4. В качестве доноров высокого числа семян с одного растения могут быть использованы сорта Росипка, Юбилейная, Хэйхэ 5 и форма дикой сои КТ 156, которые отличаются высокой СКС при низком показателе ОКС. Для получения гибридов с высокой массой 1000 семян необходимо включать в скрещивания сорта Соер 4 и Октябрь 70.

4. При селекции на пищевые цели рекомендуется использовать в качестве исходного материала образцы сои: с низкой активностью пероксидазы (№ 392, № 595, Соер 4, Lambert, Ке 73042, Омская 4, 4888, 76-11); с повышенным содержанием кальция и фосфора (Кобра, Локус, Окская, Белоцветковая 4), наибольшим содержа-

нием белка (Виза, Окская, Безымянская 1, Юг-30 и 76-11) и масла в семенах (№ 595, Dolo Nong 4, MON-95, Лань), наилучшим сочетанием жирных кислот в масле (№ 595, Хэйхэ 5, Виза, 76-11, Ствига), с высоким содержанием витамина С в семенах и низкой массой 1000 семян (МОК).

5. При селекции на повышение адаптивного потенциала сои рекомендуется использовать в качестве исходного материала дикорастущие формы сои и сортообразцы: с высоким содержанием витамина С (МОК и Салтус) и каротина в семенах (Лань, Хэйхэ 5, Czechica, P 72-1), с высоким содержанием линоленовой кислоты в масле (А. grichpon, Lambert, Ke 73042, Кобра, Локус, Амурская бурая, МОК, СибНИИК 401, 4888, Severnia x Bravalla), с высокой удельной активностью пероксидазы и каталазы, высокоустойчивые к специализированному паразиту сортообразцы сои из мировой коллекции ВИР, сортообразцы ВНИИ сои – Амурская 910, Амурская 963, Амурская 1095, Амурская 1141, Амурская 1144, Амурская 1145, Амурская 1146, Амурская 1147, Амурская 1148, Октябрь 70, Соната, Гармония, Вега; ПримНИИСХ – Премьера; ДальНИИСХ – Амурская бурая 057, Майя, 3533-92, 2499-88, 3532-91, Салтус, Гритиказ 80.

6. На зараженных *Heterodera glycines* участках в производственных условиях следует выращивать сорта сои, проявившие устойчивость к специализированному паразиту и хорошо адаптированные к экологическим зонам возделывания:

- в Амурской области – сорт Соната;
- в Приморском крае – сорта Витязь, Премьера;
- в Хабаровском крае – сорта Майя, Салтус, Гритиказ-80.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник по Амурской области. - Л.: Гидрометеоиздат, 1960.- 136 с.
2. Ала А.Я. Изменчивость и отбор в популяциях сои // Генетика. - 1976. - Т.12, №1. - С. 33-40.
3. Ала А.Я. Гибридизация культурной сои с дикой уссурийской соей. //Биология, генетика и микробиология сои. - Новосибирск, 1976. - С. 65-69.
4. Ала А.Я. Теоретические основы селекции по созданию исходного материала на повышенное содержание белка и масла в семенах сои //Биология, генетика и микробиология сои. - Новосибирск, 1976. - С. 41-48.
5. Ала А.Я. Наследование и изменчивость содержания масла в семенах у гибридов F_1 , F_2 культурная х уссурийская соя //Научн. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. - 1977. - Вып.7, 8. - С. 57-61.
6. Ала А.Я. Дикая уссурийская соя - донор генов повышенного содержания белка в семенах //Сб. науч. тр. / ДальНИИСХ. - 1978. - Т. 26. - С. 16-20.
7. Ала А.Я. Пути повышения генофонда сои обыкновенной //Тезисы докладов 4-го съезда Всесоюз. об-ва генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова (Киппинск, 1-5 февраля 1982 г.) - Кипинев, 1982. - Ч. 5. - С. 70-82.
8. Ала А.Я. Изменчивость и отбор в популяциях F_4G_{max} х G_{max} х $G_{issurgesis}$ // Научн. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. - 1983. - Вып. 38. - С. 12-22.
9. Ала А.Я. Генетико-селекционная ценность дикорастущих форм сои // Научн. техн. бюл. / ВНИИ растениеводства. - 1985. - №153. - С. 20-23.
10. Ала А.Я. Использование спонтанного опыления у сои при межвидовой гибридизации //Доклады ВАСХНИЛ, 1989. - №6. - С. 10-12.
11. Ала А.Я. Закономерность наследования признаков у межвидовых гибридов сои //Доклады ВАСХНИЛ, 1989. - №9. - С. 10-12.
12. Ала А.Я., Кузин В.Ф., Алексеенко Б.И. Происхождение сои //Научн. -техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. - 1976. - Вып.5. - С. 3-6.
13. Ала А.Я., Остапенко Т.Ф. Изменчивость количественных признаков у межвидовых гибридов сои пятого поколения // Селекция и агротехника полевых культур в Приамурье. - Новосибирск, 1979. - С. 32-38.

14. Ала А.Я., Волошина З.В. Изменчивость содержания белка, масла и аминокислот у межвидовых гибридов сои //Научн. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – 1981. – Вып. 30, 31. – С. 3-8.
15. Ала А.Я., Куц Т.Ф. Влияние беккросирования на выраженность хозяйственно ценных признаков у межвидовых гибридов сои //Научн. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – 1981. – Вып. 30, 31. – С. 29-38.
16. Ала А.Я., Куц Т.Ф. Связь между генами окраски кожуры семян и количественными признаками у межвидовых гибридов сои //Научн. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – 1981. – Вып. 30, 31. – С. 60-72.
17. Ала А.Я., Куц Т.Ф. Изменчивость и наследуемость количественных признаков у дикой уссурийской сои //Научн. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – 1984. – Вып. 13, 14. – С. 3-12.
18. Ала А.Я., Гамолин А.А. Наследование длины стебля и числа узлов на главном стебле у сои в F_1 , F_2 G_{max} x G_{soja} // Научн. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – 1985. – Вып. 37. – С. 37-39.
19. Ала А. Я., Романова Л. П. Наследование жирных кислот у гибридов сои G_{max} x G_{soja} //Науч.-техн. бюл./ВАСХНИЛ, С. О. - Новосибирск, 1985. - Вып. 41. – С. 3-6.
20. Ала В. С., Ала А. Я. Роль показателей изменчивости и наследуемости в прогнозировании отбора по количественным признакам //Науч.-техн. бюл./ ВАСХНИЛ СО - Новосибирск, 1974. – Вып. 7,8. – С. 94-100.
21. Ала В.С., Ала А.Я., Романова П.П. и др. Содержание аминокислот и жирных кислот в семенах гибридов и мутантов сои //Биология, генетика и микробиология сои. – Новосибирск, 1986. – С. 106-110.
22. Ала В. С., Ала А. Я., Кашуба Л. К. Изменчивость хозяйственно-ценных признаков у форм дикой сои //Пути воспроизводства плодородия почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур в Приамурье: Сб. науч. тр. ДальГАУ. - Благовещенск, 1999.- Вып. 4. – С. 114-119.
23. Алейникова Т. Я., Рубцова Г. В., Павлова Н. Н. Руководство к практическим занятиям по биохимии /Под ред. Е. С. Северина. – М.: Медицина, 2000. – 128 с.

24. Ализаде А.В., Алексанян А.А. Комбинационная способность сортов и характер действия генов, ответственных за контроль некоторых количественных признаков твёрдой пшеницы // Изв. АН АзССР. Сер. биол. наук, 1986. - №2. - С. 81-85.
25. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Д. И др. Молекулярная биология клетки. - М.: Мир, 1986. - Т. 1. -223 с.
26. Альберт В. Э. Изучение количества и качества масла в семенах различных по биологическим свойствам сортов сои //Науч.-техн. бюл.- Л. - 1975. - Вып. 53.- С. 56-59.
27. Альберт В. Э., Красильников В. Н., Кюз Э. П. Химический состав семян некоторых сортов сои и его изменение под влиянием погодных и почвенно-климатических условий //Прикладная биохимия и микробиология. - 1976. - № 2. - С. 186-191.
28. Бабич А. А., Петренко В. Ф., Иванюк С. В. Селекция сои на улучшение качества семян сои в условиях лесостепи Украины //Селекция и технология производства сои: Сб. науч. тр. ВНИИ сои - Благовещенск, 1997.- С. 49-54.
29. Баталова Г. А., Булдакова А. А. Исходный материал для селекции сортов овса на качество зерна //Научн.-техн. бюл./ВАСХНИЛ. - Л. - 1990. - Вып. 197.- С. 14-16.
30. Бережко Т.Н. Изменчивость и наследуемость некоторых количественных признаков у межсортовых гибридов сои второго поколения. - Унив. дружбы народов. № 440/6 ВС Деп.
31. Беребердина Г.И. Комбинационная способность линий люцерны по признаку выживаемости растений на инфекционном фоне // Региональная конференция молодых учёных Сибири и Дальнего Востока: (Тезисы докладов)/ Сиб. Отд-ние ВАСХНИЛ.- Новосибирск, 1986. - С.10.
32. Берлянд С.С. Скрещивание географически отдалённых форм сои // Тр. Всесоюзн. ин-та зерн. хозяйства и зернобобовых культур. - 1938. - № 4. - С. 17-23.
33. Биохимия культурных растений /Под ред. Н. Н. Иванова. - М.: Сельхозгиз, 1938.- Т 2.-421 с.
34. Болоняев А.В. Сортимент груш и пути его улучшения // Селекция сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке. - Хабаровск, 1987. - С. 152-159.
35. Боровикова А.Н. Опасные нематоды // Защита растений.- 1981.- №8.- 39 с.

36. Бородин Е.А. Продукты из сои и здоровье человека // Перспективы производства и переработки сои в Амурской области: Матер. Науч.-практ. конф.- Благовещенск, 1998.- С. 19-28.
37. Бородин Е. А., Аксенова Т. В., Анищенко Н. И. Пищевые продукты из сои. Новая роль //Вестник ДВО РАН.- 2000. – № 5.- С. 72-85
38. Бородулина А. А., Супрунова Л., Каленов П. А. Химический состав семян и его изменение в зависимости от сортовых особенностей и факторов внешней среды //Соя. - М., 1984. – С. 73-86.
39. Бородулина А., Супрунова Л., Каленов П. Изменение качественного состава семян в процессе созревания и прорастания //Соя.- М., 1994. – С. 73-85.
40. Бороевич С. Принципы и методы селекции. – М., 1984. – 344 с.
41. Бордаков П.П. Теория корреляции в применении к селекции сои //Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. - Л., 1933. - Сер.3, №1- С. 17-22.
42. Будин К.З., Соболева Т.И. Дикие виды картофеля как доноры устойчивости к патогенам // Сб. науч. тр. по прикл. ботан. генет. и селекции / ВНИИ растениеводства – 1987. - № 115. – С. 17-18.
43. Букасов С.М., Костина Л.И. Актуальные задачи селекции картофеля // Селекция и семеноводство. – 1968. - № 6. – С. 33-38.
44. Вавилов Н.И. Избр. тр. – 1965. – Т. 5. – С. 276.
45. Вавилов Н.И. Основные задачи советской селекции растений и пути их осуществления // Избр. соч. – М., 1966. – С. 114-133.
46. Вавилов Н.И., Якушина О.В. К филогенезу у пшениц // Тр. по прикл. ботан. и селекции. – 1925. – Т. 15, № 1. – С. 3-159.
47. Вавилов П. П., Посыпанов Г. С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. - М.: Россельхозиздат, 1983.-256 с.
48. Вавилова М.А. Использование дикого вида картофеля *Solanum Commersonii* Dup в селекции // Докл. ВАСХНИЛ. – 1978. - № 18. – С 17-19.
49. Ваулин А. В. Определение достоверности средних многолетних показателей краткосрочных полевых опытов при обработке результатов исследований методом дисперсионного анализа //Агрохимия.- 1998.- № 12. – С. 71-75.
50. Ващенко А.П. Научные основы и практические результаты селекции сои в Приморском крае. Дис. ... д-ра с.-х. наук. – Уссурийск, 1996. – 398с.

51. Ващенко А.П. Состояние производства и научно-исследовательская работа по сое в Приморском крае // Проблемы возделывания сои на Дальнем Востоке России. Сб. науч. тр. / РАСХН. Дальнауч.-метод. центр. – Благовещенск, 1999. – С. 23.

52. Ващенко А.П., Мякушко Ю.П. Селекция сои в Японии // Новости с.- х. науки и практики. – 1968. - №12. – С. 23-30.

53. Ващенко А.П., Рейфман В.Г. Селекция и возделывание сои в Японии // Сельское хозяйство за рубежом. Сер. растениеводство. – 1970. - №5. – С. 41-43.

54. Ващенко А.П., Элентух М.Э. Повышение масличности сои // Агротехника, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в Приморье. - Новосибирск – 1981. – С. 45-54.

55. Ващенко А. П., Мудрик Н. В., Хохлова Н. И. Взаимосвязь признаков содержания белка и масла в семенах сои в условиях Приморья //Научн.-техн. бюл. /ВАСХНИЛ.- Л. – 1989. – Вып. 194.-С. 13 -15.

56. Власенко Е.В. Поиск исходных форм для селекции нематодоустойчивых сортов сои // Бюл. Всесоюз. института гельминтологии.- 1984.- Вып. 39.- С. 53-54.

57. Власенко Е.В. Расовый состав соевой цистообразующей нематоды , *Heterodera glycines Ichinohe*, 1952 и поиск исходных форм сои для селекции на нематодоустойчивость в Амурской области // Автореф. дис. канд. биол. наук.- М., 1987. - 25 с.

58. Воскресенская В. В. Особенности химического состава столовых корнеплодов //Научн.-техн. бюл. /ВАСХНИЛ.- Л. – 1979. – Вып. 90.-С. 45-49.

59. Выхрестюк Н. П. Белки Приморских сортов сои и их аминокислотный состав //Автореф. дис. канд. биол. наук.- Владивосток, 1968. – 28 с.

60. Гайсинович А.Е. Зарождение генетики. – М.: Наука, 1967. – 196 с.

61. Гамолин А.А. Межвидовые гибриды сои как исходный материал для селекции // Науч. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – 1989. - № 4. – С. 24-29.

62. Гамоллин А.А., Ала А.Я. Изменчивость и наследуемость количественных признаков в F_2 G_{max} x G_{soja} //Интенсификация соеводства на Дальнем Востоке. – Новосибирск, 1985. – С. 16-23.

63. Гамолин А. А., Ала А. Я., Романова Л. П. Наследование содержания масла и жирных кислот в F_1 G_{max} x G_{soja} //Приемы регулирования продуктивности сои: Сб. науч. тр. ВАСХНИЛ. СО – Новосибирск, 1987. – С. 29-33.

64. Гамолин А.А., Ала А.Я. Комбинационная способность и исследования числа бобов и семян одного растения в топкроссных системах скрещивания в F_2 $G_{max} \times G_{soja}$ // Науч. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – 1988. – № 3. – С. 39-43.
65. Гамолин А.А., Ала А.Я. Характеристика межвидовых гибридов сои третьего поколения по массе и крупности семян растения // Науч. техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – 1988. – № 3. – С. 18-23.
66. Германов А.Б. Высокоходная культура // Соя. – М., 1963. – С. 20-26.
67. Глотова Л.Е. Нематоды сои и зерновых культур Приамурья.- Благовещенск, 1977.- С. 32-37.
68. Глотова Л.Е. Методические указания по выявлению и учету соевой цистообразующей нематоды и мерам борьбы с ней.- Благовещенск, 1978.- 14 с.
69. Глотова Л.Е. Соевая нематода – возбудитель гетеродероза // Защита растений.- 1979.- № 8.- С. 36-37.
70. Глотова Л.Е. Методические указания по диагностике и учету соевой цистообразующей нематоды. - М., 1982.- С. 3-10.
71. Глотова Л.Е. Эффект взаимодействия // Амурская правда.- 1996, 15 мая.
72. Глотова Л.Е., Власенко Е.В., Щелко Л.Г. Генофонд сортов сои, устойчивых к цистообразующей нематоды // Бюллетень Всесоюзного института растениеводства.- 1986.- Вып. 159.- С. 29-31.
73. Глотова Л.Е., Малыш Л.К., Кравцова Н.Н. и др. Изучение устойчивости сои к цистообразующей нематоды // Науч.-техн. бюл. Устойчивость сои к болезням.- Новосибирск, 1987.-Вып. 29.- С. 11- 16.
74. Глотова Л.Е., Серебренников М.Д. Сроки и способы посева сои в борьбе с соевой нематодой // Пути увеличения производства зерновых культур и сои в Амурской области.- Благовещенск, 1987.- С. 40-45.
75. Голубев В. В. Пути воспроизводства плодородия почв в Амурской области: Учебн. пособие. - Благовещенск: БСХИ, 1990. - 64 с.
76. Гордиенко В.А. Методы селекционной работы по сое и фасоли // Методы исследования с зернобобовыми культурами. – Орёл, 1971. – Т.1 – С.199-210.
77. Громова А. И. Зависимость урожайных качеств семян сои от сроков посева //Проблемы сельского хозяйства Приамурья. - Благовещенск: Хабаров. кн. изд-во, 1966. – Т. 1.- С. 138-141.

78. Груздева Л.И. Влияние некоторых антропогенных факторов на сообщества почвенных нематод // Биоразнообразие и жизнь почвенной системы: Матер. 2-го Всерос. совещ. по почвенной зоологии. Москва, 1999.- С. 260-261.
79. Гудскова З. Ф. Зависимость между содержанием белка и небелковых веществ в семенах сои //Сельское хозяйство за рубежом. Сер. раст.- 1963.- № 6. – С. 27-28.
80. Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л. Селекция и семеноводство полевых культур. – М.: Агропромиздат., 1987. – 447с.
81. Державин А.И. Гибридизация пшениц с многолетней рожью и пырееми // Отдаленная гибридизация растений. – М., 1960. – С. 186-190.
82. Державин А.И. Краткие итоги работ по гибридизации пшениц с многолетней рожью и пырееми //Тр. Ставроп. СХИ. – 1960. - № 9. – С. 47-53.
83. Джонсон Г. В., Бернанд В. Я. Генетика и селекция сои. – М.: Колос, 1970. – С. 11-98.
84. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты.- М.: Иностранная литература, 1966.- Т 2.- 600 с.
85. Доморощева М. Л. Основные направления научно-технических решений производства высококонцентрированных соевых белков //Перспективы производства и переработки сои в Амурской области. -Благовещенск, 1998.- С. 30-34.
86. Донцова Т.В. Использование нетрадиционных методов в селекции сои // Материалы конференции молодых ученых и аспирантов. – Воронеж, 1991. – С. 75.
87. Дорофеев В.Ф. Сбор и использование мировых ресурсов растений для создания новых сортов и гибридов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1981. - № 5. – С. 67-69.
88. Дорофеев В.Ф. Мировой генофонд культурных растений и его использование в селекции // Сельскохозяйственная биология. – 1982. – Т. 26, № 3. - С. 337-348.
89. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Колос, 1979. – 416 с.
90. Драгавцев В.А., Шкель Н.М., Нечипоренко Н.В. Задачи идентификации генотипов растений по фенотипам // Вопросы селекции и генетики зерновых культур. – М., 1983. – С. 291-298.

91. Драгавцев В.А., Шкель Н.М. Проблема повышения эффективности отбора в селекции растений // Биологические основы селекции растений на продуктивность. – Таллин, 1987. – С. 150.
92. Дубовицкая Л.К., Ала А.Я. Исходный материал сои, устойчивый к корневой гнили // Науч. техн. бюл. / ВНИИ растениеводства. – 1985. - № 153. – С. 42-45.
93. Душейко А. А. Витамин А. Обмен и функции.- Киев: Наукова думка, 1989.- 288 с.
94. Енкен В. Б. Соя.- М.: Колос, 1959.-622 с.
95. Ермаков А. И., Абросимович В. В., Ярош Н. И. и др. Методы биохимического исследования растений. -Л.: Агропромиздат, 1987.-430 с.
96. Ефимова Г. П., Ющенко Б. И. Зональные особенности накопления белка у сортов сои в Амурской области // Проблемы возделывания сои на Дальнем Востоке России: Сб. науч. тр./ РАСХН. Дальнауч.-метод. центр. – Благовещенск, 1999. – С. 69-74.
97. Жизневская Г. Я. Медь, молибден и железо в азотном обмене бобовых растений.- М.: Наука, 1972.-335 с.
98. Жуковский П.М. Великая миссия диких видов растений в гибридизации с культурными // Труды института ботаники.- 1959.- №7.- С. 35-39.
99. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. – Л.: Колос, 1971. – 751 с.
100. Жуковский П.М. Избр. тр. – Л.: Агрпроомиздат, 1985. – 392 с.
101. Жуковская С.А., Седова Т.С. Сравнительное изучение микрофлоры листьев культурной и диких видов сои в коллекции Дальневосточной опытной станции ВИР // Систематика, экология и география споровых растений Дальнего Востока. – Владивосток, 1981. – 63 с.
102. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: Изд-во университета дружбы народов и ООО «Агрорус», 2001. – Т 1, 2. – 1488 с.
103. Заверюхин В. И., Левандовский И. Л. Производство и использование сои. – М.: Урожай, 1988. – 112 с.
104. Заводцова Л. М. Пути повышения технологической ценности семян сои // Автореф. дис. канд. техн. наук. - Л., 1972. – 43 с.

105. Золотницкий В.А. Соя – ценная техническая и кормовая культура. - Хабаровск, 1957. – 24 с.
106. Золотницкий В.А. Соя на Дальнем Востоке. – Хабаровск, 1962. – 248 с.
107. Золотницкий В.А. Дикая соя на Дальнем Востоке // Бюл. глав. ботан. сада. – 1963. - Вып. 19. - С. 66-70.
108. Зотева Н.М., Турулева Л.М. Дикорастущие виды картофеля – генетические источники устойчивости к фитофторозу // Сб. науч. тр. по прикл. ботан., генет. и селекции / ВНИИ растениеводства. – 1987. - № 115. – С. 27-34.
109. Иванов Ю.А. О возможности отборов в первом поколении гибридов // Селекция и семеноводство. – 1965. - №3. – С. 25-28.
110. Иванов Г. И. Классификация почв равнин Приморья и Приамурья. – Владивосток, 1966. – 47 с.
111. Иваченко Л. Е. Активность и множественные формы ферментов в семенах сои, полученных в разных агроклиматических условиях Амурской области. Часть III. Эстеразы //Проблемы экологии Верхнего Приамурья: Сб. науч. тр. БГПУ. - Благовещенск, 1995. – Вып. 2.-С. 25-34.
112. Иваченко Л. Е., Ющенко Б. И. Активность и множественные формы ферментов в семенах сои, полученных в разных агроклиматических условиях Амурской области. Часть I. Амилазы //Проблемы экологии Верхнего Приамурья: Сб. науч. тр. БГПУ. - Благовещенск, 1995. – Вып. 2.- С. 16-25
113. Иваченко Л. Е., Шаройко В. И., Ефимова Г. П. Активность и множественные формы ферментов в семенах сои, полученных в разных агроклиматических условиях Амурской области. Часть 6. Каталаза //Проблемы экологии Верхнего Приамурья: Сб. науч. тр. БГПУ.- Благовещенск, 1997. – Вып. 3.- С. 104-108.
114. Иваченко Л. Е., Тихончук П. В., Шаройко В. И., Селихова О. А. Содержание аминокислот, общего и водорастворимого белка в семенах сои, полученных в разных агроклиматических условиях Амурской области //Проблемы экологии Верхнего Приамурья: Сб. науч. тр. БГПУ. – Благовещенск, 2000. – Вып. 5. – С. 44-51.
115. Использование экспериментального мутагенеза в селекции бобовых и других культур. – М.: Колос, 1967. – 80с.
116. Казьмин Г.Т. Дальневосточные сливы. – Хабаровск, 1966. – 328 с.
117. Казьмин Г.Т. Войлочная вишня. – Хабаровск, 1975. – 110 с.

118. Казьмин Г. Т., Горбатуг В. И. Ей нет равных // Земля сибирская дальневосточная.- 1986.- № 6.-С. 19-20.
119. Каленов П. А. Изменение белкового комплекса в созревающих семенах сортов сои с разным вегетационным периодом // Вопросы биохимии масличных культур в связи с задачами селекции.- Краснодар, 1981.-С. 60-65.
120. Камераз А.Я., Житлова Н.А., Иванова В.Н. Использование в межвидовой гибридизации дикого диплоидного картофеля *S. chacoense* Bitt // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции / ВНИИ растениеводства. – 1978. – Т. 62, № 1. – С. 110-122.
121. Карнаухов В. Н. Биологические функции каротиноидов.- М.: Наука, 1988. – 240 с.
122. Карпеченко Г.Д. Гибриды *Raphanobrassica* с тетраплоидной капустой // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции / ВНИИ растениеводства. – 1937. – № 7. – С. 447-453.
123. Карпеченко Г.Д. Увеличение скрещиваемости видов путем увеличения числа хромосом // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции / ВНИИ растениеводства. – 1937. – Т. 2, № 7. – С. 37-51.
124. Карпеченко Г.Д. Избранные труды. – М.: Наука, 1971. – 304 с.
125. Каталог мировой коллекции ВИР. Соя / Под ред. М. А. Вишняковой.- С-Пб.: ВИР, 2000. – 59 с.
126. Каяндер Л. Н. Изменчивость количества масла у гибридных популяций третьего поколения сои.- Новосибирск, 1976. – С. 49-53.
127. Кельрейтер И. Учение о поле и гибридизации растений. – М. – Л., 1940.
128. Кобылянский В. Д., Лалинов Н. С., Ракитина А. Н., Хорева В. И., Катерова А. Г. Биохимические и технологические особенности короткостебельных гибридов озимой ржи первого поколения // Научн.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ.- Л. – 1988. – Вып. 182.-С. 27-31.
129. Ковалевич М. Д., Мусорина Л. И. Новые образцы сои ценный исходный материал для селекции // Научн.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ.- Л. – 1989. – Вып. 189.-С. 66-69.
130. Козак М.Ф. Генетические особенности межвидовых гибридов сои // Вопросы биологии. – Хабаровск, 1972. – С. 66 -72.

131. Козак М.Ф. Характер наследования некоторых признаков у межвидовых гибридов сои // Вопросы биологии. – Хабаровск, 1972. – С. 73 -89.
132. Козак М.Ф. Изменчивость и фенотипические корреляции количественных признаков у дикого и культурного видов сои и межвидовых гибридов //Растительный и животный мир Дальнего Востока. – Хабаровск, 1973. – С. 148 -169.
133. Козак М.Ф. Наследование анатомических особенностей строения стебля у межвидовых гибридов сои //Растительный и животный мир Дальнего Востока. – Хабаровск, 1973. – С. 132 -147.
134. Козак М.Ф. Наследование окраски семян сои у межвидовых гибридов сои //Генетика. - 1978. – Т. 14, № 1. - С. 36 - 43.
135. Коданев И. М. Агротехника и качество зерна.- М.: Колос, 1970. - 232 с.
136. Колесникова Л. Г., Черепанова Е. М., Ала А. Я., Ала В. С. Белковые спектры семян сои различного происхождения //Резервы повышения эффективности соеводства. – Новосибирск, 1988. – С. 41-48.
137. Комольх О.М. Отчёт о научно-исследовательской работе лаборатории селекции сои ДальНИИСХ. - Хабаровск, 1984.
138. Кононович А. И. Влияние микроэлементов на урожай и качество зерна сои /Тр. БСХИ.-Благовещенск, 1967. – Т. 4, вып. 2.- С. 51-55.
139. Коробко В. А. Селекция и семеноводство сои в Молдавии. – Кишинев, 1984. – 79 с.
140. Коробко В. А. Селекция сои на улучшение химического состава зерна в условиях Молдавской ССР //Биология, селекция и генетика сои: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ СО – Новосибирск, 1986. – С. 41-53.
141. Коробко В.А. Селекция сои в Молдавии. // Бюл. науч.-техн. информации по масличным культурам. – Краснодар, 1976.- Вып. 2. – С. 20-21.
142. Корсаков Н.И. Географические очаги формообразования сои // Тр. по прикл. бот., генет. и селекции. – 1971. – Т.45, вып.3. – С. 189-193.
143. Корсаков Н.И. Соя (Систематика и основы селекции): Автореф. Дис. ... д-ра с.-х. наук. – Л.,1973. – 46с.
144. Корсаков Н. И. Исходный материал для селекции сои на повышенное содержание белка в семенах //Физиолого-биохимические особенности зернобобовых культур.- Орел, 1973.-С. 227-234.

145. Корсаков Н.И., Мякушко Ю.П. Соя: Методические указания по селекции и семеноводству. – Л., 1975. – 160с.
146. Корсаков Н.И., Глотова Л.Е., Щелко Л.Г. и др. Изучение мировой коллекции сои на резистентность к цистообразующей нематоды // Сельскохозяйственная биология.- 1983.- №2.- С. 95-97.
147. Костылев П.И., Полякова Л.А. Дикорастущие виды риса – источники устойчивости к пилюляриозу //Селекция и семеноводство. – 1987. - № 4. – С. 31 -32.
148. Котова К.А. Перспективы межвидовой гибридизации и селекции картофеля на устойчивость к фитофторе и вирусным болезням //Разработка и совершенствование методов селекции, первичного семеноводства и технологии картофеля в условиях Сев.-Зап. Нечерноземной зоны РСФСР. – Л., 1985. – С. 10-18.
149. Кравцова Н.Н. Фауна нематод и меры борьбы с соевой цистообразующей нематодой в условиях Амурской области // Автореф. дис. канд. биол. наук.- М., 1980.- 19 с.
150. Кравцова Н.Н. Восприимчивость сортов и линий сои к соевой нематоды в условиях Амурской области // Тезисы докладов и сообщений первой конференции по нематодам растений, насекомых, почвы, воды.- Ташкент, 1981.- С. 167-168.
151. Кравцова Н.Н. Цистообразующие нематоды с.-х. культур и меры борьбы с ними в условиях Амурской области Благовещенск, 1990.- 24 с.
152. Кравцова Н.Н. К вопросу о фитогельминтологической ситуации в Амурской области // Материалы научно-практической конференции УНПК ДальГАУ.- Благовещенск - Ивановка, 1994.- С. 24-25.
153. Кравцова Н.Н., Глотова Л.Е. Меры борьбы с соевой нематодой // Вопросы повышения плодородия почв и урожайности с.-х. культур в Амурской области.- Благовещенск, 1979.- С. 40-47.
154. Кравцова Н.Н., Кравчук В.Я. Распространение соевой цистообразующей нематоды в Амурской области // Агрокомплекс Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докладов тематической научной конференции.- Благовещенск, 1989.- С. 28-29.
155. Кравцова Н.Н., Кожушко И.Б., Тихончук П.В. Изучение устойчивости культурной сои и диких форм из коллекции ДальГАУ к цистообразующей нематоды // Пути повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур в Приамурье. - Благовещенск. 1997.- С. 12 – 14.

156. Краснова Н. С., Пуриче Ж. В., Чикало Г. Е. Химический состав, функциональные свойства и перспективы применения соевых белковых продуктов в хлебопечении //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. - № 4. – С. 43-44
157. Кретович В. Л. Биохимия растений. - М.: Высш. школа, 1980. - 445 с.
158. Кузин В. Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке.- Благовещенск: Амур. отд. Хабаров. кн. изд., 1976.- 246 с.
159. Кучерова И. А. Аминокислотный состав белковых фракций семян сои //Материалы XIX научной конференции.- Благовещенск, 1971. – С. 176-177.
160. Кралль Э.Л. Биология и хозяйно-паразитические отношения у цистообразующих нематод // Итоги науки и техники.- М., 1984.- С. 114-150.
161. Кызласов В.Г. Использование эффектов взаимодействия генов при определении селекционной ценности гибридов растений – самоопылителей // Современные методы изучения структур и функций биологических систем. – 1988. - С. 43-46.
162. Лещенко А. К. Культура сои. - Киев: Наукова думка, 1978. – 82с.
163. Лещенко А.К., Касаткин Б.В., Хотулева М.И. Соя. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 297с.
164. Лещенко А.К., Михайлов В.Г. Комбинационная способность сортов и линий сои // Некоторые вопросы селекции и биологии сои / ВАСХНИЛ СО Благовещенск, 1975. - С. 42-49.
165. Лещенко А.К., Сичкарь В. И., Лысенко В. А. Генетическая изменчивость содержания белка и масла в семенах гибридов сои //Селекция и семеноводство. – 1976. - № 5. – С. 26-29
166. Лещенко А.К., Сичкарь В.И., Михайлов В.Г., Марьюшкин В.Ф. Соя. – Киев: Наук. думка, 1977. – 256 с.
167. Лещенко А.К., Михайлов В.Г., Сичкарь В.И. Мутации и отдаленные гибриды сои //Новые методы создания и использования исходного материала для селекции растений. – Киев, 1979. - С. 161 – 168.
168. Лещенко А.К., Михайлов В.Г., Сичкарь В.И. Селекция, семеноведение и семеноводство сои. – Киев: Урожай. – 1985. – 120с.
169. Ливлинский А.В., Богдаев Л.Г. Некоторые сравнительные анатомические особенности листа двух видов сои и их гибридов //Тр. 16 науч. конф. молод. ученых МГУ. - Москва, 23-26 апр., 1985. - М., 1985. – ч. I. – С. 23-27.

170. Литун П.П. Методы идентификации генотипов по продуктивности на различных этапах селекции // Биологические основы селекции растений на продуктивность. – Таллин, 1981. – С. 106-116.

171. Лукьяненко П.П. Гибридизация отдаленных форм и использование гетерозиса в селекции пшеницы / Гетерозис служит человеку. – М., 1968. – С. 18-26.

172. Мальй практикум по физиологии растений / Под ред. А. Г. Мокроносова. – М. : Изд-во МГУ, 1994. – 184 с.

173. Малыш Л.К. Проблемы и перспективы селекции сои для умеренно-холодного климата // Селекция и технология производства сои. - Благовещенск, 1997. – 150с.

174. Малыш Л. К., Мельникова Е. Н. Агробиологическая оценка коллекционных образцов сои в условиях Амурской области // Факторы повышения продуктивности сои.- Новосибирск, 1983. – С. 24-31.

175. Малыш Л. К., Малышев К. С., Ясевич Н. В., Шалунова Л. П. Устойчивость дикой уссурийской сои к неблагоприятным абиотическим факторам // Селекция и технология производства сои: Сб. науч. тр. – Благовещенск, 1997. – С. 14-20.

176. Малыш К.К., Рязанцева Т.П. Некоторые вопросы цветения сои, связанные с методикой гибридизации // Тр. Амур. с.-х. опытной станции. – Хабаровск, 1968. – Т.2, вып.1. – С.38-48.

177. Мальченко В.В. Экспериментальный мутагенез у сои. Типы индуцированных мутаций и изменчивость некоторых количественных признаков.: Автореф. дис. канд. биол. наук.- Киев, 1969. – 23с.

178. Мальченко В.В. О значении генетики и мутагенного фактора в экспериментальном мутагенезе // Специфичность химического мутагенеза. – М., 1968. – С. 223-237.

179. Мальченко В.В., Пухальский В.А., Кызласов В.Г. и др. Генетика высоты растений зерновых культур в системе диаллельных скрещиваний // Селекция зерновых культур на стабильную урожайность, иммунитет и качество зерна в Нечернозёмной зоне. 1986. - С. 113-124.

180. Манзюк С. Г., Омельченко И. Е. Активность окислительно-восстановительных ферментов при инцухте у кукурузы // Селекция и семеноводство.- Киев, 1975. – Вып. 30.- С. 91-94.

181. Матушкин В.А., Бондаренко В.И. Гибридизация и химический мутагенез в создании исходного материала у сортов сои с хозяйственно-ценными признаками в условиях Левобережной лесостепи Украины // Проблемы повышения продуктивности в соеводстве. – Новосибирск, 1995. – С.35-40.
182. Мелик-Саркисов О. С., Цоглин Л. Н., Витол И. С. и др. Активность пероксидазы из листьев здоровых и пораженных X-вирусом растений картофеля // Доклады ВАСХНИЛ. – 1990.- № 5.- С. 25-29.
183. Мендель Г. Опыты над растительными гибридами. – М.: Наука, 1965. – 158 с.
184. Метлицкий О.З. Экономика и борьба с нематодами // Защита растений.- 1990.- №8.- С.15.
185. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. - Харьков, 1980. - 84с.
186. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под ред. М. А. Федина.- М.: Калининская областная типография управления изд-в, полиграфии и книжной торговли Калининского облисполкома, 1985. – Вып. 1.- 269 с.
187. Методика селекционных работ до 2010 г. по созданию высокопродуктивных, комплексноценных сортов зерновых, сои, многолетних трав, картофеля, овощей и плодово-ягодных культур в зоне Дальнего Востока / ВАСХНИЛ СО ДальНИИСХ. Дальневосточный селекцентр. – Новосибирск, 1990. – 208 с.
188. Мику М.Г. Изучение трансгрессии у гибридов сои // Материалы научной конференции / Кишиневский СХИ. – Кишинев, 1970. – С. 100-101.
189. Мику М.Г. Наследуемость признаков у гибридов сои // Генетика, селекция и семеноводство у с.-х. растений. – Кишинев, 1979. – С. 31-38.
190. Минкевич И. А., Борковский В. Е. Масличные культуры.- М.: Колос, 1949.- С. 144-162.
191. Михайлов В.Г., Травянка Д.Я. Использование гетерозиса при селекции сои // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. «Проблемы селекции и семеноводства зерновых культур». – Одесса, 1982. – С. 122-124.

192. Михайлов В.Г., Манченко И.Д. Содержание белка в сое, его изменчивость и корреляционная связь с другими показателями // Приемы повышения продуктивности в соеводстве. Новосибирск, 1991. – С. 81-86.
193. Мичурин И.В. Соб. соч. – М., 1948. – Т.1. – 715с.
194. Мовчан А.Н. Карантин растений Украины // Защита растений.-1998.- №10.- С. 32-33.
195. Модель сорта сои. Методические рекомендации /Сост.: Ала А.Я./ - Новосибирск, 1982. – 32 с.
196. Момот Я.М. Соя в СССР. – М., 1930. – 182 с.
197. Мосс Дж., Перналле Дж. Запасные белки семян бобовых //Химия и биохимия бобовых.- М., 1986.- С. 111-192.
198. Мякушко Ю.П. Селекция сои во Всесоюзном научно-исследовательском институте масличных культур // Биология, селекция и возделывание сои. - Благовещенск, 1971. - С. 23-30.
199. Неделько Е. Я. Биохимическая характеристика семян сои сортов Дальневосточной селекции: Автореф. дис. канд. биол. наук.- Владивосток, 1967. – 15 с.
200. Низкий С. Е. Влияние гамма-излучения и постоянного магнитного поля на активность некоторых ферментов в проростках сои // Науч.-техн. бюл. /ВАСХНИЛ СО. - 1984.-Вып. 2. - С. 45-49.
201. Низкий С. Е., Серебрякова В. А. Биохимические исследования растительной продукции методом ИК-сканирования //Проблемы возделывания сои на Дальнем Востоке России: Сб. науч. тр./ РАСХН. Дальнауч.-метод. центр. – Благовещенск, 1999. – С. 78-84.
202. Низова Г. К., Ярош Н. П., Родионова Н. А. Витамины группы В в зерне сортового разнообразия овса //Научн.-техн. бюл. /ВАСХНИЛ.- Л. – 1990. – Вып. 199.-С. 24-28.
203. Новак А. Г. Возделывание сои.- М.: Колос, 1964.- С.27.
204. Норманн А.Г. Соя. – М.: Колос, 1979. – С. 19.
205. Оганьян В.Н. О методе получения скороспелых форм // Селекция и семеноводство. – 1937. - №3. – С.35-36.
206. Овчаров К. Е. Явления витаминной необеспеченности растений //Витамины.- Киев, 1959. – С. 169.

207. Овчаров К. Е. Витамины растений.- М., 1969.- 328 с.
208. Основы земледелия и растениеводства /Под ред. В. С. Косинского.- М.: Колос, 1980. - 228с.
209. Перепада Ю. Г. Диканев Г. П. Особенности дыхания и ферментной активности перцев в связи с устойчивостью к неблагоприятным условиям среды //Научн.-техн. бюл. /ВАСХНИЛ.- Л., 1977. – Вып. 74.-С. 24-27.
210. Петров Д.Ф., Фокина Е.С. Фертильные гибриды старших поколений от скрещивания кукурузы с трипаскум и некоторые возможности их использования в селекции кукурузы //Апомиктическое размножение и гетерозис. – Новосибирск, 1974. – С. 73-87.
211. Петров Д.Ф., Сухорева Н.Б. Значение отдаленной гибридизации и апомиксиса для расширения исходного материала селекция растений. – Киев, 1979. – С. 97-105.
212. Плацев В.М., Гусева Н.Н. Клеточная селекция устойчивых форм // Защита растений. – 1986.- № 8. – С. 28-29.
213. Плешков Б. И. Биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Колос, 1980. – 495 с.
214. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений.- М.: Колос, 1985.- 255 с.
215. Подобедов А. В. Эффективность использования сои в хлебопекарной промышленности //Аграрная наука.-1998.-№11-12. – С. 9-11.
216. Подобедов А. В. Потребительские свойства соевого белка //Аграрная наука. –2000.- № 1. – С. 10-11.
217. Поползукин П. В. Сроки посева, урожайность и качество семян ячменя в южной лесостепи Омской области //Теоретические основы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Западной Сибири: Сб науч. тр. /ВАСХНИЛ СО СибНИИСХ. – 1988.- Вып. 5. – С. 32-34.
218. Посьпанов Г. С., Буханова А. .А. Фракционный состав белка сои, фасоли, гороха в зависимости от условий выращивания //Известия ТСХА.- 1977.- № 4.- С. 84-91
219. Практикум по общей биохимии /Под ред. Ю. Б.Филипповича.- М.: Просвещение, 1982. – С. 146-147.

220. Программа селекционных работ до 2005 года Дальневосточного селекционного центра – Новосибирск, 1987. – 150с.

221. Программа работ Западно-Сибирского селекционного центра до 1990 года. – Омск, 1976. – 256с.

222. Прокопенко Л. С., Квитко Г. П. Оценка влияния агроклиматических условий на урожайность и химический состав зерна сои в условиях правобережной лесостепи Украины //Науч.-техн. бюл. /ВАСХНИЛ С. О.- 1976. – Вып. 3-4.-С. 68-81.

223. Простакова Ж. Г., Броштейн А. И. Исходный материал для селекции сои на комплексную устойчивость и качество зерна // Науч.-техн. бюл. /ВАСХНИЛ СО - 1987.- Вып. 29. - С. 7-11.

224. Прохоров П.П. Нематоды сои верхнего Приамурья // Автореф. дис. канд. биол. наук.- М., 1973. – 20с.

225. Пугачев Ю.А. Состояние и проблемы развития соеоперерабатывающей отрасли в Амурской области // Материалы научно-практической конференции.- Благовещенск, 1998.- С. 7-14.

226. Пустовойт В.С. Методы выведения сортов подсолнечника, иммунным к основным болезням и вредителям //Вестн. с.-х. науки. – 1960. - № 10. – С. 26-38.

227. Пустовойт Г.В. Результаты селекции подсолнечника на групповой иммунитет методом межвидовой гибридизации //Бюл. науч. техн. информации по масличным культурам. – 1967. - № 11. – С. 32-35.

228. Пустовойт Г.В. Основные результаты селекции подсолнечника на групповой иммунитет ВНИИМК //Вредители и болезни масличных культур. – Краснодар, 1978. – С. 32-39.

229. Рязанцева Т.П. Селекция сои в Приамурье на скороспелость и урожайность //Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений на Дальнем Востоке. – Хабаровск, 1970. – С.48-61.

230. Рязанцева Т.П., Малыш Л.К. Сорты сои Дальнего Востока. Благовещенск, 1974. – 77с.

231. Рязанцева Т. П., Малыш Л. К. Некоторые вопросы создания исходного материала для селекции сои в Приамурье // Некоторые вопросы селекции и биологии сои.- Благовещенск, 1975. – С. 30-34.

232. Савенков В. И., Арсений А. А. Фракционный состав белка семян сои в зависимости от условий выращивания //Технология возделывания полевых культур в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства.- Кишинев, 1982.-С. 61-67.
233. Садвакасова Г. Г., Кунаева Р. М. Некоторые физико-химические и физиологические свойства пероксидазы растений // Физиология и биохимия культурных растений. – 1987.-Т 19, № 2.- С.107-119.
234. Седова Т.С. Межвидовая гибридизация культурной и диких видов сои подродов *Glycine* и *Soja* //Генетика. – 1982. – Т. 18, № 9. – С. 15-16.
235. Седова Т.С. Отдаленная гибридизация в селекции сои //Селекция и семеноводство. – 1983. - № 7. – С. 31-33.
236. Седова Т.С. Межвидовые скрещивания диких видов подрода *Glycine wild* и культурной сои //Науч. тех. бюл./ СО ВАСХНИЛ. – 1984. – Вып. 13, 14. – С. 43-50.
237. Седова Т.С. Дикорастущие сородичи сои – исходный материал для селекции //Науч. тех. бюл./ ВИР им. Н.И. Вавилова. – 1985. - № 153. – С. 17-19.
238. Селекция сельскохозяйственных растений на Дальнем Востоке /Под ред. Н. Ф. Кузина. - Хабаровск: Книжное изд-во, 1987. – С. 51-60.
239. Селихова О. А. Влияние экологических условий на содержание витаминов А и С в семенах сои //Будущее Амурской науки: Тр. Амурнц ДВО РАН. – Благовещенск, 2002. – С. 344-346.
240. Синская Е.Н. Новые пути в селекции. – Л., 1937. – 56 с.
241. Сичкарь В.И. Селекция сои на адаптивность к факторам внешней среды: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Одесса, 1989. – 28с.
242. Сичкарь В. И., Левицкий А. П. К вопросу о селекции сои на аминокислотный состав зерна // Сельскохозяйственная биология. – 1985.- № 7. – С. 24-30.
243. Скалицкая Л. И., Лысенко В. А., Сичкарь В. И. Содержание масла в семенах сои в зависимости от скороспелости сортов и метеоусловий года // Науч.-техн. бюл. /Всесоюзн. сел.-ген. ин-та. – Одесса, 1985. – С. 22-24.
244. Скрябин К.И. Перспективы развития советской гельминтологической науки и практики // Тез. докл. Всесоюз. об-ва гельминтологии АН СССР.- М., 1957.- № 2.- С. 72-76.

245. Скурихин И. М., Нечаев А. П. Все о пище с точки зрения химика: Справ. издание. – М.: Высш. школа, 1991. – 288 с.
246. Смирнова-Иконникова М. И. Содержание и качество белка у зерновых бобовых культур // Вестник сельскохозяйственной науки. - 1962. - №7. - С. 40-52.
247. Создание и использование генофонда дикой уссурийской сои в генетических исследованиях // Метод. рекомендации / Сост. А.Я. Ала. – Новосибирск, 1984. – 50с.
248. Соколова И. И., Манохин В. М., Хван А. В. Влияние предпосевной обработки семян сои магнитным полем на содержание жира, витамина С, уреазы в зерне сои // Науч.-техн. бюл./ ВАСХНИЛ СО. - Новосибирск, 1984. - Вып 13,14. – С. 72-76.
249. Солдатова О. П., Мусин С. М., Радюкина Н. Л., Пенин А. А., Ежова Т. А. Изучение роли пероксидаз в устойчивости растений *Arabisopsis thaliana* к окислительному стрессу // 4-й съезд общества физиологов растений России. – М., 1999. - Т 1. - С.463.
250. Соя. /Под ред. В. Б. Енкина.- М.: Колос, 1970.- 296 с.
251. Соя.- М.: Россельхозиздат, 1978.- 189 с.
252. Соя /Пер. с болг. Е. С. Сигаева.-М.: Колос, 1981.-197 с.
253. Соя /Под ред. Ю. П. Мякушко, В. Ф. Баранова.-М.: Колос, 1984.-332 с.
254. Соя (генетика, селекция, семеноводство) /А. К. Лещенко, В. И. Сичкарь, В. Г. Михайлов и др.- Киев: Наукова думка, 1987.- 256 с.
255. Способ получения межвидовых гибридов сои // А.С. 1307626 /СССР/ МКИ А 01 № 0/04.
256. Стельмах А.Ф. О новом подходе к отбору высокоурожайных генотипов // Генетика и селекция количественных признаков. – Киев, 1976. – С. 14-20
257. Степанова В. М. Климат и сорт: соя. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 183 с.
258. Степкина Р. Н., Шелевой Г. К. Влияние удобрений при длительном их применении в севообороте на урожай и качество зерна сои //Науч.-техн. бюл./ ВАСХНИЛ СО. – Новосибирск, 1987. – Вып. 31. – С. 9-18
259. Субботин С.А. Типы модифицированных клеток, индуцированных седентарными фитопаразитическими нематодами отряда Tylenchida в корнях растений // Бюллетень Всесоюзного института гельминтологии.- 1986. Вып. 45.- С. 42.

260. Сырцева Т.Л. Комбинационная способность сортов гороха в различных экологических зонах. - Новосибирск, 1987. - 23с.
261. Сычева Т. В. Соя на страже вашего здоровья.- Бердск, 1999. - 12 с.
262. Теория и практика создания хозяйственно полезных форм табака путем отдаленной гибридизации //Отдаленная гибридизация растений и животных. - М., 1970. - С. 272-281.
263. Терновский М.Ф. Межвидовая гибридизация и экспериментальный мутагенез в селекции табака //Генетические основы селекции растений. - М., 1971. - С. 260-312.
264. Тильба В. А. Перспективы производства и использования отечественного соевого сырья //Перспективы производства и переработки сои в Амурской области.- Благовещенск, 1998.- С. 14-19.
265. Тильба В.А., Синеговская В.Т. Технологии возделывания сои и их использование в основных соеосеющих регионах Российской Федерации // Материалы научно-практической конференции.- Благовещенск, 1998.- С. 64-71.
266. Тихончук П.В. Изменчивость и наследование количественных признаков в F1 G.mah x G.soia // Пути повышения устойчивости производства сои на Дальнем Востоке.- Новосибирск, 1989. - С. 113-123.
267. Тихончук П.В. Наследование морфологических признаков у межвидовых гибридов F1 G.mah x G.soia // Науч.-техн. бюл. /ВАСХНИЛ СО. - 1989. - Вып. 4. - С.33-39.
268. Тихончук П. В. Основные итоги и направления селекции сельскохозяйственных культур в Дальневосточном госагроуниверситете //Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур - основа подъема сельского хозяйства Дальневосточного рсгиона: Сб. науч. тр. /РАСХН Дальневост. науч.-метод. центр Прим. НИИСХ. - Новосибирск, 2000. - С. 90-94.
269. Тихончук П. В., Ала А. Я. Изменчивость хозяйственно ценных признаков у культурной и дикой сои //Науч.-техн. бюл./ВАСХНИЛ СО. - 1988. - Вып. 3. - С. 23-29.
270. Тихончук П.В., Ала А.Я. Наследование длины стебля, числа узлов и ветвей у межвидовых гибридов F1 G.mah x G.soia //Науч.-техн. бюл. /ВАСХНИЛ СО. - 1989. - Вып. 4. - С.18-24.

271. Тихончук П.В., Воронов О.Ю., Швецова Э.С. Характеристика гибридов, мутантов и гибридомутантов сои второго поколения // Пути воспроизводства плодородия почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур в Приамурье: Сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 1999. – Вып. 4. – С. 3-14с.

272. Тихончук П. В., Иваченко Л. Е., Сельхова О. А. Влияние экологических условий и сортовых особенностей на биохимический состав семян сои // Актуальные вопросы производства и переработки сельскохозяйственного сырья в Дальневосточном регионе: Сб. науч. тр. / РАСХН Дальневост. науч.-метод. центр ВНИИ сои. – Благовещенск, 2002. – С. 50-63.

273. Турбин Н.В., Хотылёва Л.В., Таругина Л.А. Диаллельный анализ в селекции растений.- Минск: Наука и техника, 1974. –84с.

274. Тымчук Н. Д. Биохимическая ценность исходного материала сои для его использования в селекции и семеноводстве в условиях лесостепи УССР: Автореф. дис. канд. сельскохозяйственных наук.- Харьков, 1988. – 20 с.

275. Тымчук Н. Ф., Бондаренко В. И., Матушкин В. А. Биохимическая ценность исходного материала сои для его использования в селекции // Резервы повышения продуктивности сои: Сб. науч. тр./ВАСХНИЛ СО, ВНИИ сои. – Новосибирск, 1990. – С. 59-61.

276. Усикова А.А. Оценка комбинационной способности исходного материала ярового ячменя // Селекция и семеноводство, вып. 35, Киев : урожай, 1977.- С. 13-20.

277. Филипьев И.Н. Нематоды вредные и полезные в сельском хозяйстве.-М., Л.: ОГИЗ-Сельхозгиз, 1941.- 440 с.

278. Фисенко П.П. Использование традиционных и нетрадиционных методов в селекции сои в Приморье // Проблемы возделывания сои на Дальнем Востоке России. – Сб.науч.тр. / РАСХН Дальневосточный научно-методический центр, ВНИИ сои. – Благовещенск, 1999.

279. Фисенко П.П., Галукия Г.Д. Индукция каллуса и развитие соматических эмбрионов в клеточной структуре некоторых сортов сои // Селекция и сортовая агротехника полевых культур на Дальнем Востоке. – Новосибирск, 1992. – С. 89-93.

280. Фисенко П.П., Галусян Г.Д. Применение метода культивирования изолированных органов, тканей, микроклонирование в селекции сои. Отчёт о патентных исследованиях / Приморский НИИСХ. – Уссурийск, 1992. – 60 с.
281. Фисенко П.П., Галусян Г.Д. Соматический эмбриогенез и регенерация растений из эмбриогенного каллуса // Вопросы селекции и технологии возделывания полевых культур в Приморье. – Новосибирск, 1992. – С. 20-28.
282. Химия и биохимия бобовых растений /Под ред. М. Н. Запромётова.-М.: Агропромиздат, 1986.-336 с.
283. Царенко В. П. Исходный материал для селекции новых и перспективных сортов сельскохозяйственных культур в Дальневосточном регионе //Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур – основа подъема сельского хозяйства Дальневосточного региона: Сб. науч. тр. /РАСХН Дальневост. науч.-метод. центр Прим. НИИСХ. – Новосибирск, 2000. – С. 85-90.
284. Цильке Р.А. Моносомный анализ веса 1000 зерен мягкой яровой пшеницы. –Науч. тр. / СибНИИСХ. – Новосибирск, 1975.- Т. 25. - С. 62-65.
285. Цильке Р.А., Ковтун В.И., Тимофеев А.А. Комбинационная способность яровой мягкой пшеницы по продолжительности периода всходы-колошение в условиях длинного и короткого светового дня // Принципы и методы селекции интенсивных сортов сельскохозяйственных растений, 1987. – С. 15-30.
286. Цицин Н.В. Отдаленная гибридизация растений. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 147с.
287. Цицин Н.В., Любимова В.Ф., Казакова В.С. Новые многолетние пшеницы и их формирование //Гибриды отдаленных скрещиваний и полиплоиды. – М., 1963. – С. 37-48.
288. Цицин Н.В. Проблемы отдаленной гибридизации //Генетика и благосостояние человечества. – М., 1981. – С. 237-247.
289. Частная селекция полевых культур /Под ред. Г. В. Гуляева.- М., 1975.- С. 259-276.
290. Черноголовин В. П., Казьмин Г. Т., Бурака В. В. и др. Соя в восточных районах страны.- Благовещенск, 1971.-125 с.

291. Шаманин В.П. Оценка реакции аддитивных эффектов генов пшеницы на различные условия среды // Региональная конференция молодых учёных Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докладов / СО ВАСХНИЛ.- Новосибирск, 1986. - С.7.
292. Шарапов Н. И. Закономерности химизма растений.- Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1962.-131 с.
293. Шестиперов А.А. Определение вредоносности фитогельминтов сельскохозяйственных культур: Рекомендации. – М., 1988.- 27 с.
294. Шлаковский В.А. Соевые бобы. – Владивосток, 1926. – 117 с.
295. Шумилин А.П. Оценка комбинационной способности и наследуемости сортов сои в системе диаллельных скрещиваний.- Науч. – техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. Новосибирск, 1981. - Вып. 30,31. - С. 39-46.
296. Шумилин А.П. Сравнительная оценка методов диаллельного анализа, предложенных Гриффингом // Селекция и агротехника сои / СО ВАСХНИЛ. Новосибирск, 1982. - С. 23-30.
297. Шумилин А.П., Ала А.Я. Комбинационная способность некоторых сортов сои // Селекция и агротехника полевых культур в Приамурье/ СО ВАСХНИЛ. Новосибирск, 1979. - С. 39-44.
298. Щегорец О. В. Соеводство: учебное пособие. – Благовещенск: ООО Издательская компания РИО, 2002. – 432 с.
299. Щербина Е.З. Особенности наследования количественных признаков у гибридов сои F1 от скрещивания культурных сортов с дикими формами // Частная генетика растений 1989. – Т.2.
300. Ющенко Б. И., Дранова Р. А., Ефимова Г. П. Активность ферментов экологически разнокачественных семян сои //Приемы регулирования продуктивности сои: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ СО. – Новосибирск, 1987.- С. 130-133.
301. Яковлев С.П. Использование гибридов *Purus ussuriensis* и культурных южных сортов в селекционной работе с грушой. //Отдаленная гибридизация растений и животных. – М., 1970. – С. 72-75.
302. Яковлев С.П, Грибановская А.П. Практические результаты селекции груши с применением метода отдаленной гибридизации //Генетические основы и практические результаты отдаленной гибридизации плодовых растений. – Мичуринск, 1984. – С. 23-37.

303. Adlerereutz H, Mazur W. Phytoestrogens and Western diseases //Ann. Med., 1997. - V. 29, № 5. - P. 95-120.

304. Ahmad Q.N., Britten E.J., Buth D.E. The karyotype of Glycine soja and its relationship to that of the soybean Glycine max // Cytologia. - 1984.-Vol. 49, №3. -P. 645-658.

305. Anand S.C. New soybeans train resistand to soybean cyst nematode : P.I.416.762 // Plant Dis. Rep.- 1982.-№ 10.- P. 933-934.

306. Barker K.R., Koenning S. R. Developing sustainable systems for nematode management // Annu. Rev. Phytopathol. - 1998. - Vol. 36.- Palo Alto (Calif.)- P. 165-205.

307. Blok V.C., Ehwaeti M., Fargette M., Kumar F., Phillips M.S., Robertson W.M., Trudgill D.L.// Phytopathology, 1997.

308. Brim C.A., Ross J.P. A cyst nematode resistant soybean // Soybean Dis.- 1964.- № 24.- P.1.

309. Brone P., Marchall D.R., Grace J.P. Hybridization amond the australion wild relatives of the soybean // Austral Inst. Agr. Sci.-1979. -№4. - P. 256-257.

310. Brone P., Douglas J., Grace J.P., Marchall D.K. Interspecific hybridization of soybean and perennial glycine species indigenous to Australia via embryo cylytre // Euphetica.-1982.-V.31, № 3. - P. 715-724.

311. Carpenter J.A., Fehr W.R. Genetic variability for desirable agromic traits in populations containting Glycine soja germplasm // Crop. Sci. - 1986.-№4.-P. 681-686.

312. Chan K.L. Methods of overcoming cross incompatability and hybrid sterility in genus Glycine // Agr. Ass. China North states. -1969.- №69. -P. 21-28.

313. Da Silva Jose Algaci Lopes, Sedyama Tuneo, Dias Waldir Pereira, Ferraz Silamar. Comportamento de cultivares e linhagens de soja submetidos a raca 3 de Heterodera glycinis //Rev. ceres / Univ. fed. Vicosa.- 1997.- № 251.- P. 63-71.

314. Da Silva Jose Algaci Lopes, Sedeyama Tuneo,Teixeira Rita de Cassia. Comportamtnto de linhagens de soja, obtidas de dois cruzamntos quanto a race 3 de Heterodera glycinis // Rev. ctres / Univ. fed Vicosa.- 1999.- № 263.- P. 99-104.

315. Da Silva Jose Algaci Lopes, Sedyama Tuneo, Cecon Paulo Roberto. Avaliacao de resistencia de 22 variedades e linhagens americanas e nacionais de soja a Heterodera glycinis, raca 3 //Nematol. Bras.- 1999.- № 2.- P.15-19.

316. Da Silva Jose Algaci Lopes, Sedyama Tuneo, De Lima Oliveira Rosangela D, Arc. Avaliacao da reacao da variedade de soja MG / BR- Renascenca as racas 3,4,6 e 10 do nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe, 1952) // *Nematol. Bras.*- 2000.- № 1.- P. 23-25.
317. Diogo Ana Maria, Sedyama Tuneo, De Lima Rosangela D, Arc, Sedyama Carlos Sigueyuki. Penetracao e reproducao de *Heterodera glycines*, raca 3, em algumas especies vegetais // *Nematol. Bras.*- 1999.- № 2.- P. 20-23.
318. Diogo Ana Maria, Sedyama Tuneo, De Lima Rosangela D, Arc, Sedyama Carlos Sigueyuki. Penetracao e reproducao de *Heterodera glycines*, raca 3, em algumas especies vegetais // *Nematol. Bras.*- 2000.- № 1.- P. 27-32.
319. Duclos H., Epps J.F. New thread to soybean from cyst nematode // *Soybean Dig.* - 1970. - № 3.- P. 10-11.
320. Dundas J.S., Britten E.J., Buth O.E., Gordon G.H. Meiotio behavior of hybrids of pigeonpea and two justoriah native atylosia species // *Hered*, 1987. -№4. - P. 261-265.
321. Dussimifarity in low molecular weight carbohydrate composition of the seeds of cultivated Soybean [*Glycine max* (L.) merril subcp. max] and wild soybean [*G. max* subsp. soja (sieb et russ) ohashu] Jasui Takeshi. // *Agr. and Biol. chem.* -1985. -V. 49, №4. -P. 933-937.
322. Endo B.Y. Synthesis of Nucleis Acids ft Infection Sites of Soybean Roots Parasitised by *Heterodera glycines* // *Phytopathology.*- 1971.- № 4.- P. 395-399.
323. Endo B.Y. Feeding Plug formation in Soybean Roots infected with the Soybean cyst nematode // *Phytohathology.*- 1978.- № 7.- P. 1022-1031.
324. Epps J.M. Breeding soybean for resistance to the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines* and the root-knot nematode, *Meloidogyne* spp // 10 th internat. *Nematol.Symp.* Eur. Soc. Nematologist., Pescord, Italy.Sept. - 1970.- P. 3-13, 109-110.
325. Epps J.M., Duclos L.A. Races of soybean cyst nematode in Missouri and Tennessee // *Plant Dis. Rep.* - 1970.- № 4.- P. 319-320.
326. Erickson W.R., Voldermg H.B., Beversdorf W.B. Early generation selection for protein in *Glycine max* x *G. soja* crosses // *Can. Plant Sci.*- 1981.- V. 61, №4.-P. 901-908.
327. Ertl D.S., Fehr W.R. Agronomic performance of soybean genotypes from *Glycine max* x *Glycine soja* crosses // *Crop. Sci.*- 1985.- V. 25, №4.-P. 589-592.

328. Gipson J., Kim K.S., Riggs R.D. An ultrastructural study of syneytium development in soybean roots infected with *Heterodera glycines* // *Phytopathology*.- 1971.- № 1.- P. 347-353.
329. Golden A.M., Epps J.M., Riggs R.D., Duclos L.A., Fox J.A., Bernard R.L. Terminology and identity of intraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) // *Plant Lis. Rep.*- 1970.- № 5.- P.544-550.
330. Hadley H.H., Hymowitz T. Speciation and cytogenetics. - Soybeans: Improvement, production and uses // *Wisconsin: Madison*. -1973. -P. 97-116.
331. Hamblen N.L., Slack D.A., Kiggs R.D. Temperature effects on penetration and reproduction of soybean cyst nematode // *Phytopathology*.- 1972.- № 9.- P. 762.
332. Hawkins S. E., Fehr W. R., Hammond E. D. Resource allocation in breeding for fatty aside composition of soybeans oil. «*Crop Sc*».- 1983.- V. 23, №5, P. 900-904.
333. Hawrylewicz E. J., Zapata J. J., Blair W. H. Soy and experimental cancer: animal studies // *J. nuts*. -1995.- V. 125, № 3. Sbpl. P. 698-708.
334. Herman F.J. A revision of the genus *Glycine* and its immediate allies // *USDA Tech, Bull*. -1962. №1268.-79 p.
335. Hori S. Phytopathological notes. 1. Sick soil of soybean caused by nematodes // *J. Plant. Protekt.*, Tokyo.- 1915 .- № 2.- P. 927-930.
336. Hucl P., Scoles G.J. Interspecific hybridization in the common bean: a review. // *Hort Science*. - 1985. -V. 20, №23. - P. 352-357.
337. Hunt C. H., Rodriguez L. D., Tayler S., Bethre R. *Cer. Chem*.- 1952.- V. 29, № 2. P. 142-148
338. Hussey R.S., Boerma H.R. Influence of planting date on damage to soybean caused by *Heterodera glycines* // *J. Nematol*. - 1984.- №2.- P. 253-258.
339. Ichinohe V. Studies on the Soybean Cyst Nematode *Heterodera glycines* // *Tokyo*, 1961.
340. Inagaki H. Race status of five Japanese populations of *Heterodera glycines* // *Jap. J. Nematol*.- 1979.- №1.- P. 1-4.
341. Isikawa M., Miyahara T. Reaction of soybean varieties to the soybean nematode (*Heterodera glycines*) // *Jap. J. Breed*. - 1958.- №8.- P.1.
342. Jung C., Wyss U. New approaches to control plant parasitic nematodes // *Appl. Microbiol. And Biotechnol*. - 1999.- № 4.- P. 439-446.

343. Karasawa K. Crossing experiment with Glycine soja and G. ussuriensis // Japanese Journal of botany. – 1936.- V.8, №1. – P. 113-117.
344. Kawahara E. Studies on the gene analyses of soybeans // Bull of the tohoku Nation agric. Exp. Sta. Marioka, Japan. – 1963. -№29. –P. 79-84.
345. Kennedy A. R. Chemopreventive agents: protease inhibitors. //Pharmacol. Ther.- 1998.- V. 78, № 4. P. 167-209.
346. Koenning S.R., Barker K.R. Differential yield reactijn and host status of resistant and susceptible soybean cultivars to Heterodera glycines race 2 // Abstr. APS Annu. Mtg, Pittsburgh.- 1995.
347. Koenning S.R., Schmitt D.P., Barker K.R. Soybean maturity group and planting date tffctts on seed yield and population densitiers of Heterodera glycines // Fundam. And Appl. Ntmatol.- 1996.- № 2.- P. 135-142.
348. Layne R.E., Sherman W.B. Interspecific hybridization of Prunus// Hortscience. - 1986. -№1. -P. 48-51.
349. Liu W.Z., Liu Y. Testing Liaoning local soybean varieties for resistance to Heterodera glycines race 3 // Sci. Agr. Sinica.- 1985.- № 4.- P. 25-29.
350. Lou W.Z. et. al. The identification of Heterodera glycines races in the northwest of China // J. Shen. Agr. College.- 1984.- № 2.- P. 75-78.
351. Lorenzo Eugenia, Doucet Marcelo E., Tordable Maria del C. Reaccion de un cultivar de soja al atague de Heterodera glycines (Nematoda : Tylenchida) // Kurtziana / Mus. Bot.- 1999.- № 2 .- P. 285-291.
352. Mahalingam R., Skorupska H.T. Cytological expression of early response to infection by Heterodera glycines Ichinohe in resistant PJ 437654 soybean // Genome. – 1996.- № 5.- P. 986-998.
353. Malik S.S., Sing B.B. Genetic variability and heritability in interspecific crosses of soybean// Indian Agr. Sci. -1987. -V.57, №2. -P.122-124.
354. Marchall D.R., Brone P. The wild relstives of crop plants indigenous tj Australia and their use in plant breeding // Austral Inst. Agr. Sci. -1981. -V. 47, №3. –P.149.
355. Morant Mervalin A., Casasola Jennifer L., Brooks Carolyn B., Philih Elizabeth T., Mitchell V.G., Orr C.R. Poultry eitter enhances soybean cyst ntmatode //J. Sustainable Agr. – 1997. - № 1. – P. 39-51.

356. Nadata C., Takatsuka N., Kurisu Y. et al. Decreased Serum total Cholesterol Concentration Js Associated with High Intake of Soy Products in Japanese men and Women // *J. Nutr.* - 1998. - V. 128, № 3. - P. 209-213.
357. Nagai J.A. A genetical-physiological study on the formation of anthocyanin and brown pigments in plants // *Cold. Agric Jnop., Tokyo Univ.* - 1921. - V.8, №1. -P. 1-5.
358. Nakov B. K., Vassilev G. N., Ivanov K. I. et al. Activity of peroxidase and its isoenzymes in virus-affected hop plants (*Humulus Lupulus L.*) // *C. r. Acad. bulg. sci.* - 1982. - V. 35, № 10. - P 1423-1425.
359. Negishi H., Kobayashi K. Effect of soybean cyst nematode on the incidence of brown stem rot (BSR) of adzuki bean // *Ann. Phytopathol. Soc. Japan*, 1984. - № 4. - P. 500-506.
360. Nematology from molecule to ecosystem. Ed. Gommers F.L. et al. The Netherlands. - 1992. - 306 p.
361. Newell C.A., Hymowitz T. Successful wide hybridization between the soybean and a wild perennial relative *G. tomentella* Hyata // *Crop. Sci.* -1982. -V. 22, №5. -P. 1062-1065.
362. Newell C.A., Delannay H., Edle M.E. Interspecific hybrids between the soybean and wild perennial relatives // *J. Heered.* - 1987. -V. 78, №5, -P. 301-306.
363. Noel G.R., Stanger B.A., Bloor R.V. Population development, reproductive behaviour and morphology of race 4 of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*, on resistant soybeans // *Plant Dis. Rep.* - 1983. - № 2. - P. 179-182.
364. Norman A.C. The Soybean Genetics Breeding // *Physiology Nutrition Management*, 1963.
365. Onry F.X., Brabant P., Pluchard P. (ea.) Etude multilocale de blis hybrides: niveaux d'heterosis et elaboration du rendement // *Agronomie*, 1990. - 10, 9. - P. 735-748.
366. Owen T.V. Inheritance studies in soybeans // *Genetics.* -1927. -V. 12. -P. 519-529.
367. Pak J.S., Han S.C. Studies on resistant varieties to the nematode *Heterodera glycines* Ichinohe // *Off. Rur. Devel. Korea, Res., Rpt.* - 1968. - № 11. - P. 1.
368. Pak J.S., Han S.C., Lee Y.B. Studies on the varietal resistance of the soybean to the cyst nematode, *Heterodera glycines* Ichinohe and its damage // *J. Plant Protect.* - 1969. - № 7. - P. 21-25.

369. Park S.J., Dhanvantori B.N. Transfer of common blight resistance from *Phaseolus coccineus* Lam. *Top. Vulgaris* L. through interspecific hybridization // *Can. J. Plant Sci.* – 1987. – V.67, №3. – P. 685-699.
370. Patil A. A., Bojappa K. M. Studies on heterosis as influenced by genetic diversity and combining ability // *J. Maharashtra agr. Univ.* 1988. - 13, 2. - P. 150-151.
371. Qiu B.X., Sleper D.A., Rao Arelli A.P. Genetic and molecular characterization of resistance to *Heterodera glycines* race isolates 1,3 und 5 in Peking // *Euphytica.* – 1997. - № 2. - P. 225-231.
372. Ram H.H., Singh K., Verma V.D. New breeding lines of soybean having a gene for resistance to yellow mosaic virus from *Glycine soja* Linn // *Indian J. Agr. Sci.* – 1984. – V. 54, №12. – P. 1027-1029.
373. Riggs R.D., Slack D.A., Hamblen M.R. New biotype of soybean cyst nematode // *Ark. Farm Res.* – 1968. - № 5.- P.11.
374. Riggs R.D. Nematology in the Southern Region of the United States // Ed. Committee. Southern Regional Research Committees. – 1982.
375. Rojas B.A., Sprague G.F. A comparison of variance component in corn yield traits: III General and specific combining ability and years // *Agron. Journ.* – 1952. – 44. – P. 462-466.
376. Ross J.P., Brim C.A. Resistance of soybeans to the soybean cyst nematode as determined by a double-row method // *Plant Dis. Rep.* – 1957.- № 11.- P. 923-927.
377. Ross J.P. Physiological strains of *Heterodera glycines* // *Plant Dis. Rep.* – 1962. - № 9.- P. 766-775.
378. Ross J.P. Seasonal Variation of Larval Emergence from Cysts of the Soybean Cyst Nematode, *Heterodera glycines* // *Phytopathology.*- 1969.- № 5.- P. 608-609.
379. Scotland C.B. Biological studies of the soybean cyst nematode // *Phytopathology.*- 1957. - № 10. – P. 623-625.
380. Shimizu R., Mitsui Y. Races of the soybean cyst nematode in Tokochi Province, Hokkaido // *Res. Bull. Hokkaido Nat. Agr. Exper. Stat.* – 1985. - № 141.- P. 65-72.
381. Shorter R., Byth D.E., Mungomery V. E. Estimates of selection parameters associated with protein and oil contents of soybeans seeds // *Crop Science.* – 1982. – Vol. 23, № 4. – P. 215-219.

382. Singh B.V., Pandya B.P. Occurrence of wild relatives of pigeonpea near Pantnagar // India Int. Pigeonpea New Slett. -1987. -№6. -P. 14-15.
383. Singh R., Hymowitz T. Intersub genetic crossability in the genus *Glycine* Willd// Plant Breed. -1987. -V.98, №2. - P. 171 -173.
384. Sindh B. B., Hadley N. N. Maternal control of oil synthesis in soybeans *Glycine Max. (L)* // Merr. Crop. Sci. - 1994.- V. 8, № 5. - P. 622-625.
385. Slack D.A. Nematode control in soybeans: rotation and population dynamic of soybean cysts and other nematodes // Arkansas Agr. Exper. Report Seriens. - 1981. - № 263. - P. 3-4, 27-28, 33-35.
386. Sprague G.F., Tatum L.A. General v.s. specific combining ability in single crosses of corn // J. Amer. Soc. Agron. - 1942. - 34. - P. 923-932.
387. Sprague G.F. Early testing of inbred lines of corn // J. Amer. Soc. Agron.-1946. - № 38.- P. 108-117.
388. Sturhan D. Nematoden als Biomonitoren (Verl.) 50 Dtsche Pflanzenschutztag, Munster, 23-26 Sept., 1996 // Mitt. Biol.Bundesanst. Land und Forstwirt. Berlin-Dahlem. - 1996.- № 321.- 369 p.
389. Sugiyama K., Yamakawa A., Kumazawa A. et al. Methionine Content of dietary Proteins Affects the Molecular Species Composition of Plasma Phosphatidylcholine in Rats Fed a Cholesterol-Free Diet // J. Nutr.- 1997.- V. 127. P. 600-607.
390. Sygiyama S., Katsumi H. A resistant gene of soybean to the cyst nematode observed from the cross between Peking and Japanese varieties // Jap. J. Breed. - 1966. - № 16. - P.1.
391. Sygiyama S., Hiruma R., Miyahara T., Kohuhum K. Studies on the resistance of soybean varieties to soybean cyst nematode 11 Differences of physiological strains of the nematode from Karawana and Kikycgahara // Lap. J. Breed. - 1968. - № 18. - P. 206-218.
392. Taware S. P., Halvankar G. B., Raut V. M., Patil V. P. Hybrid vigor in soybean (*Glycine max*) // Indian J. Agr. Sc. 1990. - 60, 8. - P. 545-546.
393. Taylor O. Computer Screens Nematode Controlchoices // Soybean Dig. - 1984. - № 4. - P. 20-21.
394. The DNA of crop plants and their wild relatives /Origin and Domesticated cultivated plants. Sump. Rome, 25-27. Nov. 1985. - Amsterdam, 1986. -P. 121-128.

395. Ting C.L. Genetic studies on the wild and Cultivated soybeans // J. Amer. Soc. Agron. – 1984. –V. 38, № 5. –P. 381-394.
396. Triantaphyllou A.C. Genetic structure of races of *Heterodera glycines* and inheritance of ability to reproduce on resistant soybeans //J. Nematol. – 1975. - № 4. – P. 356-364.
397. Valente. Tipo de muda de soja e epoca de inoculacao para o desenvolvimento de *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952 // Nematol.bras.- 1996.- № 2.- P. 59-62.
398. Valle Luiz Artur C.Do., Ferraz Silamar, Teixeira Debora A. Estimula a eclosao de juvenis, penetracao e desenvolvimento de *H. glycines* nas raizes de mucuna preta (*Mucuna atterima*) a guandu (*Cajanus cajan*) // Nematol. Bras. – 1997. - № 1. – P. 67-83.
399. Weaver D.B., Rodriguez-Kabana R. Registration of “Carver” soybean // Crop. Sc. – 1995. - № 4. - P. 1226.
400. Weber C.R. Inheritance and interrelation of some agronomic and chemical characters in interspecific cross in soybeans *Glycine max* x *G. ussuriensis* // Agr. Exp. St. Bull. – Joma, 1950. –P. 374.
401. Weber C.R., Weber J.L. Correlative selection on productivity soybean // Crop. Ski. - 1969. –№6. P. 269-302.
402. Williams L. F. Jhe inheritance of certain black and brown pigments in the soybeans //Genetiss. – 1952.- V. 37, № 2. P. 208-211
403. Woodworth C.M. Genetics of the soybeans // J. Amer. Sos. Agron. – 1933. – V.25. – P. 36-51.
404. Yamoto K., Nagato G. Variation of DNA content in the Genus *Glycine* // Jap. J. Breed. –1984. -№34. – P. 110-119.
405. Young L.D. Reproduction of Differentially Selected Soybean Cyst Nematode Populations on Soybeans // Crop. Sci. – 1982. - № 2. – P. 385-388.
406. Yue Pin, Slper David A., Arelli Prakash R. Genetic analysis of resistance to soybean cyst nematode in PI 438489B // Euphytica. – 2000. - № 2.- P. 181-186.

Тихончук Павел Викторович

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОБИЛИЗАЦИИ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СОИ

монография

Редактор А.И. Каземова

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.

Подписано к печати 19.01.2004 г. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$

Уч.-изд. л. – 8,0.

Тираж 100 экз. Заказ 2.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86