

633.34
М74

**МОДЕЛЬ
СОРТА СОИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



НОВОСБИРСК 1982

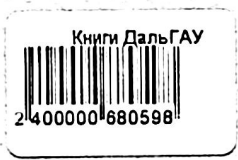
633.34
М74

**МОДЕЛЬ
СОРТА СОИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



НОВОСИБИРСК 1982



бр. - 1 экз -

СЗЗ-54

М 74.

Мозель

сортня еси

Возвратите книгу не позже
обозначенного здесь срока

Ф43

633.31

М44

ВСЕСОЮЗНАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА
ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Всероссийский научно-исследовательский институт сор
Дальневосточное отделение Всесоюзного общества
генетиков и селекционеров

МОДЕЛЬ СОРТА СОИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

бр.

Ф43

Библиотека
Благовещенского
сельхозинститута

16

НОВОСИБИРСК 1982

В методических рекомендациях использован анализ и синтез ряда признаков у рода сои. Основное внимание обращено на культурный вид. Кроме того, анализируются ценные признаки у диких форм. Предложенная модель может быть использована для создания исходного материала повышенной продуктивности. Вместе с тем следует заметить, что данная модель отнюдь не означает, что исключаются другие. Методические рекомендации подготовлены заведующим лабораторией генетики кандидатом биологических наук А.Я. Алаи и предназначены для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов университетов и сельскохозяйственных вузов, касающихся вопросов теоретической и прикладной генетики сои, заслушаны на экспертной комиссии ВНИИ сои и рекомендованы к печати.

МОДЕЛЬ СОРТА СОИ

Методические рекомендации

Редактор Н.И. Горбулшкая

Технический редактор Т.Г. Ноздреватых

Корректор В.И. Лзмкина

Подписано к печати 17.04.82. МН 03224.

Усл.печ.л. 1,88, уч.-изд.л. 1,76. Тираж 500 экз.

Цена 10 к.

Формат 84x108 1/32

Заказ № 158

Редакционно-полиграфическое объединение СО ВАСХНИЛ, ротапринт
633128, Новосибирская область

© Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1981

В методических рекомендациях использован анализ и синтез ряда признаков у рода сои. Основное внимание обращено на культурный вид. Кроме того, анализируются ценные признаки у диких форм. Предложенная модель может быть использована для создания исходного материала повышенной продуктивности. Вместе с тем следует заметить, что данная модель отнюдь не означает, что исключаются другие.

Методические рекомендации подготовлены заведующим лабораторией генетики кандидатом биологических наук А.Я. Ала и предназначены для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов университетов и сельскохозяйственных вузов, касающихся вопросов теоретической и прикладной генетики сои, заслушаны на экспертной комиссии ВНИИ сои и рекомендованы к печати.

МОДЕЛЬ СОРТА СОИ

Методические рекомендации

Редактор Н.И. Горбулшкая

Технический редактор Т.Г. Ноздревых

Корректор В.И. Лужкина

Подписано к печати 17.04.82. МН 03224.

Формат 84x108 1/32

Усл.печ.л. 1,68, уч.-изд.л. 1,76. Тираж 500 экз.

Заказ № 156

Цена 10 к.

Редакционно-полиграфическое объединение СО ВАСХНИЛ, ротاپринт
633128, Новосибирская область

© Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1981

ВВЕДЕНИЕ

Ни одно растение в мире не может произвести в сто дней столько жира и белка, сколько дает соя, ни одно растение не может соперничать с ней по количеству вырабатываемых из нее продуктов.

В. А. Золотницкий [1]

Соя — белково-масличная культура. Среднее содержание белка в семенах культивируемых сортов колеблется в пределах 36–43 и масла — 17–22%. В белке сои имеются все жизненно необходимые аминокислоты, и по их составу он близок белку яиц. По сравнению с кукурузой в сое лизина в два раза больше, а триптофана в три [2]. Чтобы с 1 га получить тонну растительного белка, урожай нужно собрать 25–30 ц/га семян сои, 75–80 — подсолнечника, 80–90 — пшеницы и 95–100 ц/га — кукурузы.

Основные посевы сои в настоящее время сосредоточены на Дальнем Востоке. Из-за большой широтной протяженности этого региона и почвенно-климатического разнообразия необходимо создавать сорта, отличающиеся реакцией к комплексу экологических условий. Особенности потребительского спроса, в свою очередь, требуют выведения новых высокопродуктивных сортов интенсивного типа с повышенным содержанием качества семян, пригодных для промышленного семеноводства, индустриальной технологии производства, устойчивые к болезням и вредителям, адаптивные к различным почвенно-климатическим условиям.

При современном уровне развития генетики, цитологии, эмбриологии, физиологии и других наук мы еще не можем реализовать идеи модельного растения с урожайностью 2–3 т белка с 1 га. При построении модели учитывается уровень развития отдельных важных признаков по своему фенотипическому выражению у диких и культурных форм сои и их ближайших родственников с учетом развития производства и науки о сое.

Генотипы сои, прогрессивные по одним признакам, нередко приимитивны по другим. Если объединить все важные признаки в одном

растении, то получится гипотетическое модельное растение. Создавая такие растения, можно указать реальные пути использования их в селекционном процессе. Так, например, чтобы иметь в генофонде культурной сои формы, содержащие 8-10 семян в бобе, нужно либо скрещивать культурную сою с видом соя стелющаяся, содержащей в бобе 8-13 семян, либо заниматься систематическим отбором на повышенное содержание семян в бобе в мутантных популяциях культурной сои. Это пример создания модели, когда необходимо решить биолого-технические проблемы.

И другой пример создания модели, когда имеются реальные возможности по решению поставленных задач. По нашим данным, у дикой уссурийской сои существуют генотипы с содержанием белка в семядолях до 55%. У культивируемых сортов этот признак развит значительно слабее, поэтому создание сорта с содержанием общего белка в семенах 50% вполне реально.

По мнению В.Л. Комарова, В. Б. Енкена, К. Kasasawa, F.J. Herman [2-4], культурная соя произошла от дикой уссурийской, которая помимо Китая, Кореи и Японии относительно широко распространена на Дальнем Востоке нашей страны. В роде соя в настоящее время выделяют 10 видов и значительное количество так называемых ближайших родственников [3]. В Институте цитологии и генетики СО АН СССР В.Б. Енкен показал (личное сообщение), что из дикой сои после воздействия гамма-лучами возникают самые различные мутации вплоть до близких к культурным сортам. Среди них выделены формы с прямым стеблем, законченным типом роста, желтой кожурой семян и повышенной массой семян и т.д.

Позже мы облучали семена дикой уссурийской сои гамма-лучами и отобрали также значительное количество форм с признаками культурной сои (габитус куста, размер, форма, окраска семян и др.) Таким образом, из различных линий дикой сои путем мутагенных воздействий и многократного направленного отбора ценных мутантов в условиях культуры были получены так называемые культуроиды. Этим самым был показан возможный путь происхождения ныне культивируемой сои [5-7].

Рассмотрим модель сорта сои. Она должна иметь более высокую продуктивность по сравнению с ныне существующими сортами, а лучшие формы, созданные на основе модели, должны продуцировать от 1,5 до 2 т белка с 1 га, что соответствует урожаю семян 35-50 ц/га.

МОДЕЛЬ СОРТА

Стебель

Д л и н а с т е б л я – важный признак в селекционно-генетических исследованиях. Как правило, наибольшую высоту имеют дикие формы – до 2,5 м и более, но стебель их очень тонкий, стелющийся (сильно полетающий). В результате длительной селекции были отобраны формы, которые не ползают. Однако у них уменьшено число узлов на главном стебле, поэтому введение в культуру форм с повышенным числом узлов увеличивает потенциальное количество цветков и бобов. Длинный стебель чаще является доминантным признаком, следовательно, низкорослые карликовые формы рецессивны по отношению к дикому типу.

С.М. Woodworth [8,9] описал ген, контролирующий длину стебля. Аллель *S*, детерминирующая высокорослость, доминирует над аллелью *s*, образующей низкорослое и, как правило, рано созревающее растение.

Разложение общей фенотипической изменчивости длины стебля на генотипическую и паратипическую показало [10], что генетический коэффициент вариации возрос у мутантов до 19% при II в контроле, а у гибридов 5-го поколения он колебался от 9,6 до 12,4%.

По нашим данным, у гибридов культурной и дикой уссурийской сои длина стебля зависела от генов, контролирующих окраску кожуры семян, причем популяция растений с черной окраской кожуры семян, как правило, имела максимальную длину.

При оценке наследуемости высоты растений различными методами [11,12] показатели колебались от 40,6 до 90,9%, что свидетельствует о том, что данный признак строго контролируется генетическими факторами. Наследуемость высоты растения варьировала от 74 до 91%, когда оценивались поколения, выращиваемые в одинаковых условиях.

Длина стебля – весьма стабильный количественный признак, изменчивость которого в оптимальных условиях выращивания на 80–90% вызывается генотипом. Высота растений в Амурской области за ряд лет (1976–1978) варьировала у сортов Амурская 310 и МК I на 10,5–15,8% (табл. I). Следовательно, отбор растений по длине стебля можно осуществлять с высокой эффективностью.

Х а р а к т е р р о с т а. Растения диких видов обычно имеют неограниченный рост стебля. Формы с ограниченным характером роста возникли, по-видимому, на более поздних этапах филогении

растении, то получится гипотетическое модельное растение. Создавая такие растения, можно указать реальные пути использования их в селекционном процессе. Так, например, чтобы иметь в генофонде культурной сои формы, содержащие 8–10 семян в бобе, нужно либо скрещивать культурную сою с видом сои стелющаяся, содержащей в бобе 8–13 семян, либо заниматься систематическим отбором на повышенное содержание семян в бобе в мутантных популяциях культурной сои. Это пример создания модели, когда необходимо решить биолого-технические проблемы.

И другой пример создания модели, когда имеются реальные возможности по решению поставленных задач. По нашим данным, у дикой уссурийской сои существуют генотипы с содержанием белка в семенах до 55%. У культивируемых сортов этот признак развит значительно слабее, поэтому создание сорта с содержанием общего белка в семенах 50% вполне реально.

По мнению В.Л. Комарова, В. Б. Енкена, К. Karasawa, F.J. Herman [2–4], культурная соя произошла от дикой уссурийской, которая помимо Китая, Кореи и Японии относительно широко распространена на Дальнем Востоке нашей страны. В роде соя в настоящее время выделяют 10 видов и значительное количество так называемых ближайших родственников [3]. В Институте цитологии и генетики СО АН СССР В.Б. Енкаен показал (личное сообщение), что из дикой сои после воздействия гамма-лучами возникают самые различные мутации вплоть до близких к культурным сортам. Среди них выделены формы с прямым стеблем, законченным типом роста, желтой кожурой семян и повышенной массой семян и т.д.

Позже мы облучали семена дикой уссурийской сои гамма-лучами и отобрали также значительное количество форм с признаками культурной сои (габитус куста, размер, форма, окраска семян и др.) Таким образом, из различных линий дикой сои путем мутагенных воздействий и многократного направленного отбора ценных мутантов в условиях культуры были получены так называемые культуроиды. Этим самым был показан возможный путь происхождения ныне культивируемой сои [5–7].

Рассмотрим модель сорта сои. Она должна иметь более высокую продуктивность по сравнению с ныне существующими сортами, а лучшие формы, созданные на основе модели, должны продуцировать от 1,5 до 2 т белка с 1 га, что соответствует урожаю семян 35–50 ц/га.

МОДЕЛЬ СОРТА

Стебель

Д л и н а с т е б л я – важный признак в селекционно-генетических исследованиях. Как правило, наибольшую высоту имеют дикie формы – до 2,5 м и более, но стебель их очень тонкий, стелющийся (сильно полегающий). В результате длительной селекции были отобраны формы, которые не лежат. Однако у них уменьшено число узлов на главном стебле, поэтому введение в культуру форм с повышенным числом узлов увеличивает потенциальное количество цветков и бобов. Длинный стебель чаще является доминантным признаком, следовательно, низкорослые карликовые формы рецессивны по отношению к дикому типу.

C.M. Woodworth [8,9] описал ген, контролирующий длину стебля. Аллель S, детерминирующая высокорослость, доминирует над аллелью s, образующей низкорослое и, как правило, рано созревающее растение.

Разложение общей фенотипической изменчивости длины стебля на генотипическую и паратипическую показало [10], что генетический коэффициент вариации возрос у мутантов до 19% при II в контроле, а у гибридов 5-го поколения он колебался от 9,6 до 12,4%.

По нашим данным, у гибридов культурной и дикой уссурийской сои длина стебля зависела от генов, контролирующих окраску кожуры семян, причем популяция растений с черной окраской кожуры семян, как правило, имела максимальную длину.

При оценке наследуемости высоты растений различными методами [11,12] показатели колебались от 40,6 до 90,9%, что свидетельствует о том, что данный признак строго контролируется генетическими факторами. Наследуемость высоты растения варьировала от 74 до 91%, когда оценивались поколения, выращиваемые в одинаковых условиях.

Длина стебля – весьма стабильный количественный признак, изменчивость которого в оптимальных условиях выращивания на 80–90% вызывается генотипом. Высота растений в Амурской области за ряд лет (1976–1978) варьировала у сортов Амурская 310 и МК I на 10,5 – 15,8% (табл. I). Следовательно, отбор растений по длине стебля можно осуществлять с высокой эффективностью.

Х а р а к т е р р о с т а. Растения диких видов обычно имеют неограниченный рост стебля. Формы с ограниченным характером роста возникли, по-видимому, на более поздних этапах филогении

Таблица I

Изменчивость длины стебля у сортов Амурская ЗЮ
и МК I

Год	Сорт	Средняя длина, см	Коэффициент вариации, %	Предел варьирова- ния, см
1976	Амурская ЗЮ	86 ± 1,5	15,7	46-118
	МК I	82 ± 1,3	15,8	55-100
1977	Амурская ЗЮ	83 ± 0,2	12,8	40, 107
	МК I	76 ± 0,6	13,8	45-106
1978	Амурская ЗЮ	72 ± 0,8	10,5	52-88
	МК I	64 ± 1,0	11,7	50-77

культуры и среди дикорастущих растений встречаются очень редко. Выделен фактор наследственности, обуславливающий неограниченный (индетерминантный) тип роста стебля dt_1 , а рецессивная аллель dt_2 контролирует ограниченный тип роста [9].

Различают 3 типа куста: незаконченный, промежуточный и законченный, причем промежуточный тип роста обусловлен доминантным геном [13]. В настоящее время у форм сои наиболее распространены аллели, контролирующие неограниченный рост. Однако путем обработки семян дикой сои гамма-лучами нами выделен мутант с законченным типом роста.

При изучении наследуемости и генотипических корреляций в F_2 [12] с ограниченным и неограниченным характером роста установлено, что наследуемость всех количественных признаков, за исключением числа ветвей, высокая (66-97%). В связи с этим индивидуальный отбор в F_2 и F_3 , полученных в результате скрещивания сортов с различным типом роста стебля, достаточно эффективен. Однако при скрещивании между собой сортов с ограниченным типом роста стебля показатели наследуемости по хозяйственно-ценным признакам очень низкие - 10-30%.

Длина и число междоузлий. Т. Kilen [14] скрещивал линию Д74 - В4 с сортом Треси, у которых количество междоузлий было почти равным - 19,5 и 19,4, а средняя длина междоузлий - 2,4 и 4,0 см. В F_2 наблюдался небольшой гетерозис по числу узлов (2I), по длине междоузлий (3,9 см) растения F_2 приближались к сорту Треси, F_2 расщепилось примерно как 3:1, а в F_3 - 1:2:1. Это свидетельствует о том, что данный признак контролируется одним рецессивным геном.

У сортов Амурской селекции Амурская ЗЮ, Янтарная, Смена и других количество узлов на главном стебле варьирует от 12 до 20 и в исключительных случаях равно 24 (рис.1). Хотя, как известно, родовое разнообразие по структуре стебля значительно богаче того, что мы имеем в культуре. У дикой уссурийской сои в условиях культуры (Амурская область) число междоузлий варьировало от 14 до 31.

Анализ изменчивости числа узлов на главном стебле и ветвей у сорта Амурская ЗЮ показал, что коэффициент вариации их на главном стебле может быть в 2,5 – 3 раза меньше (табл.2). Следовательно, число узлов на ветвях будет сильно реагировать на факторы внешней среды, т.е. норму реакции весьма трудно изменить с помощью отбора. Оказалось, что число узлов растения контролируется различными генетическими системами, которые по-разному будут реагировать на отбор. По-видимому, узлы главного стебля обусловлены в основном аддитивными генами, а узлы ветвей – генами взаимодействия.

Таблица 2
Изменчивость числа узлов у сорта Амурская ЗЮ
в М₃

Вариант	Главный стебель		Ветви	
	средние, шт.	коэффициент вариации, % !	средние, шт.	коэф- фици- ент вариа- ции, %
Контроль	15±0,2	18,4	13±0,5	61,1
НММ 0,01%	16±0,2	17,1	12±0,4	50,0
ДЭС 0,01%	16±0,2	17,9	12±0,5	56,2

Распределение ассимилятов у сои в период образования генеративных органов зависит от локализации листа на стебле и от узла (яруса) образования цветков и плодов [15-29]. В период цветения основные потребители ассимилятов из листьев – органы того же листового узла, растущие листья вышних и нижних узлов или развивающиеся боковые ветви. При образовании бобов ток ассимилятов из листьев направлялся в бобы того же и нижнего листового узла. В период созревания основное место накопления ассимилятов, образовавшихся в листьях одного узла, – семена. Кроме то-



Рис. 1. Форма культурной сои с повышенным числом узлов на главном стебле (ориг.)

го, плоды каждого узла получали ассимиляты одновременно от нескольких соседних листьев (преимущественно выше расположенных), т.е. реализовался принцип дублирования.

Наши многолетние наблюдения за ростом и развитием различных линий и форм дикой сои позволили выявить аналогичную закономерность. Обычно цветение, рост бобов и созревание семян начинаются с нижних ярусов и заканчиваются верхушкой. После созревания семян в узле бобы растрескиваются, а затем через некоторое время отмирают и листья этого яруса. Следует однако заметить, что в ряде случаев у некоторых форм одновременно в 3-4 узлах идут процессы и цветения, и формирования бобов, и созревания семян.

Имея прочный стебель, можно существенно увеличить высоту растения и число узлов, тем самым повысив урожай с единицы площади. В данном случае целесообразно отыскивать формы сои с весьма короткими междоузлиями и скрещивать с высокорослыми формами с большим количеством междоузлий, создавая таким образом необходимые генотипы по характеру роста. Средняя длина междоузлий у районированных сортов варьирует от 4 до 9 см. Однако встречаются мутанты с величиной этого признака 2-3 см.

Нами у трех различных генотипов было изучено влияние площади питания одного растения на изменчивость числа узлов на главном стебле, ветвях и одном растении. В качестве объекта для исследования использовали сорта МК I, Смена и F_5 МК I x Смена.

У сорта МК I урожай семян и их абсолютная масса существенно выше, чем у сорта Смена. Родительские сорта МК I и Смена контрастно отличаются по целому ряду хозяйственно-ценных признаков. Сорт МК I характеризуется большим числом ветвей по сравнению с сортом Смена. Смена в густых посевах развивает лишь по одной ветке. В опыте использовали гибрид пятого поколения МК I x Сме-

на, который по целому ряду количественных признаков не расщеплялся (абсолютная масса семян, высота растения, окраска цветков и др.).

Легко заметить, что с уменьшением площади питания одного растения возрастает соотношение числа узлов главного стебля к узлам ветвей, хотя абсолютные величины уменьшаются (табл.3). У первого сорта число узлов главного стебля уменьшилось в 2 раза, у второго - 1,8, а на ветвях - соответственно 5,8 и 5,2 раза.

Из этого вытекает весьма важный вывод: число узлов одного растения, по-видимому, контролируется разными генетическими системами. Гены, контролирующие число узлов на главном стебле, значительно меньше зависят от условий выращивания, чем гены, обуславливающие их на ветвях. Следовательно, при отборе форм, предназначенных для загущенных посевов, предпочтение нужно отдавать растениям с максимальным количеством узлов на главном стебле.

Изменчивость числа узлов на главном стебле у культурной и дикой сои различна (табл.4). Дикая соя по числу узлов значительно превышает стандартный сорт Амурская 310 как по средним, так и пределу варьирования. Значит, дикую сою можно использовать в качестве донора генов повышенного числа узлов на главном стебле.

Ф а с ц и р о в а н н о с т ь. Исследователи весьма редко встречают формы сои с фасцированным стеблем, обуславливаемые ре-

Таблица 3
Влияние площади питания на число узлов

Родители-потомки	Площадь питания, см	Узлов, шт.		Узлов, %	
		главный стебель	ветви	главный стебель	ветви
♀ МК I		12,3	17,9	41	59
♀ ₅ МК I x Смена 45x15		13,7	7,8	64	36
♂ Смена		12,7	9,3	58	42
♀ МК I		12,1	11,2	52	48
♀ ₅ МК I x Смена 30x10		12,9	6,9	65	35
♂ Смена		12,5	5,0	71	29
♀ МК I		10,3	3,1	77	23
♀ ₅ МК I x Смена 15x5		10,5	1,9	85	15
♂ Смена		10,9	1,8	86	13

Таблица 4
 Число узлов на главном стебле у культурной и дикой сои

Соя	Средние, шт.	Коэффициент вариации, %	Предел варьирования
Портейдж	11,9 \pm 0,2	18	5-17
Амурская 310	13,1 \pm 0,3	19	5-18
Дикая соя	19,1 \pm 0,2*	16	10-29

* Различия достоверны.

рецессивным геном *f*. Доминантная аллель *F* образует нормальный стебель [13]
 П. М. Жуковский [20] считал, что решающим фактором для возникновения форм сои, привлечших внимание земледельцев, послужила фасциация во многих ее проявлениях. Утолщенный стебель культурной сои, укороченные побеги, скрученные соцветия и цветки, а

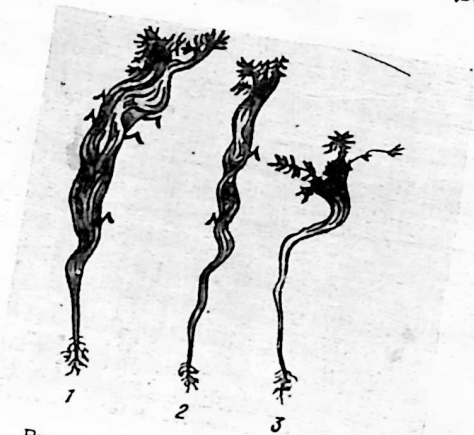


Рис. 2. Различные формы ленточной фасциации у сои: 1-мутантное растение, выращенное в Амурской области; 2,3-заимствованы из книги Б. В. Скворцова [21]

следовательно, и боон - все это, по мнению автора, очевидные последствия фации.

Новую форму ленточной фации в полевых условиях мы изучали у мутанта, полученного из Румынии (рис. 2). Все формы ленточной фации необходимо использовать в селекционном процессе для получения высокопродуктивных форм.

ЛИСТ

Для культурной сои типичны формы с тройчатыми листьями, но иногда встречаются растения и с большим числом листочков. Предположено, что 5-листочковость контролируется доминантным геном, а рецессивная аллель определяет тройчатость листа [22]. Однако в более поздних опытах показано, что признак многолисточковости имеет рецессивную природу. Из сорта Амурская 42 после облучения гамма-квантами выделен мутант, имеющий от трех до девяти листочков на одном растении [23]. Скрещивание нами многолисточкового мутанта с сортами МК I и Амурская 310 подтвердило рецессивность этого признака. В США при анализе характера наследования у гибридов, полученных от скрещивания многолисточковых форм с трехлисточковыми, установлено, что последний контролируется доминантными генами [24].

В засушливом и полужасушливом климате большую адаптивную ценность имеют генотипы с меньшей листовой поверхностью. При гибридизации культивируемых сортов Амурской области с дикой уссурийской соей нам уже в третьем поколении удалось отобрать формы с меньшей листовой поверхностью, но с повышенной урожайностью по сравнению с культивируемыми сортами, причем отношение массы семян к площади листьев максимально у высокопродуктивных межвидовых гибридов.

Дикая уссурийская соя характеризуется максимальным количеством листьев на растении. Раннеспелые формы имеют небольшое количество листьев (Руост, 3-289, Северная 4 и др.). Нами в 1972 г. выделен мутант-карлик из сорта Амурская 310 с варьированием числа листьев на растении от 10 до 15 шт. при выращивании с площадью питания 70x10 см. При увеличении площади питания число листьев, естественно, увеличивается. Воздействие укороченного дня и поздний посев ведет к уменьшению числа листьев. По данным Н.И. Корсакова [26], на Дальневосточной станции в год, благоприятный для сои, на каждое растение малокультурного сорта Гунджулинская 691 приходилось 107±3,4 листа, при уве-

Таблица 4
 Вариация числа узлов на главном стебле у культурной и дикой сои

Соя	Средние, шт.	Коэффициент вариации, %	Предел варьирования
Портейдж	11,9 \pm 0,2	18	5-17
Амурская 310	13,1 \pm 0,3	19	5-18
Дикая соя	19,1 \pm 0,2*	16	10-29

* Различия достоверны.

рецессивным геном *f*. Доминантная аллель *F* образует нормальный стебель [13]

П. М. Жуковский [20] считал, что решающим фактором для возникновения форм сои, привлекших внимание земледельцев, послужила фасциация во многих ее проявлениях. Утолщенный стебель культурной сои, укороченные побеги, скрученные соцветия и цветки, а

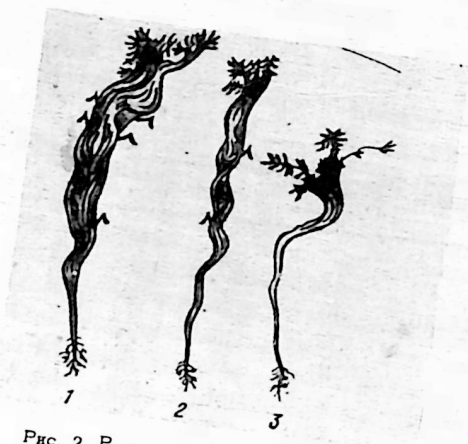


Рис. 2. Различные формы ленточной фасциации у сои: 1-мутантное растение, выращенное в Амурской области; 2,3-заимствованы из книги Е. В. Скворцова [21]

следовательно, и бобы — все это, по мнению автора, очевидные последствия фасциации.

Новую форму ленточной фасциации в полевых условиях мы изучали у мутанта, полученного из Румынии (рис. 2). Все формы ленточной фасциации необходимо использовать в селекционном процессе для получения высокопродуктивных форм.

ЛИСТ

Для культурной сои типичны формы с тройчатыми листьями, но иногда встречаются растения и с большим числом листочков. Предположено, что 5-листочковость контролируется доминантным геном, а рецессивная аллель определяет тройчатость листа [22]. Однако в более поздних опытах показано, что признак многолисточковости имеет рецессивную природу. Из сорта Амурская 42 после облучения гамма-квантами выделен мутант, имеющий от трех до девяти листочков на одном растении [23]. Скрещивание нами многолисточкового мутанта с сортами МК I и Амурская 310 подтвердило рецессивность этого признака. В США при анализе характера наследования у гибридов, полученных от скрещивания многолисточковых форм с трехлисточковыми, установлено, что последний контролируется доминантными генами [24].

В засушливом и полусушливом климате большую адаптивную ценность имеют генотипы с меньшей листовой поверхностью. При гибридизации культивируемых сортов Амурской области с дикой уссурийской соей нам уже в третьем поколении удалось отобрать формы с меньшей листовой поверхностью, но с повышенной урожайностью по сравнению с культивируемыми сортами, причем отношение массы семян к площади листьев максимально у высокопродуктивных межвидовых гибридов.

Дикая уссурийская соя характеризуется максимальным количеством листьев на растении. Раннеспелые формы имеют небольшое число листьев (Рузст, 3-289, Северная 4 и др.). Нам в 1972 г. выделен мутант-карлик из сорта Амурская 310 с варьированием числа листьев на растении от 10 до 15 шт. при выращивании с площадью питания 70x10 см. При увеличении площади питания число листьев, естественно, увеличивается. Воздействие укороченного дня и особенно поздний посев ведет к уменьшению числа листьев. По данным Н.И. Корсакова [26], на Дальневосточной станции в год, благоприятный для сои, на каждое растение малокультурного сорта Гунджулинская 691 приходилось $107 \pm 3,4$ листа, при уве-

Таблица 4
 Варьирование числа узлов на главном стебле у
 культурной и дикой сои

Соя	Средние, шт.	Коэффициент вариации, %	Предел варьиро- вания
Портейда	11,9 [±] 0,2	18	5-17
Амурская ЗЮ	13,1 [±] 0,3	19	5-18
Дикая соя	19,1 [±] 0,2 [*]	16	10-29

* Различия достоверны.

цессивным геном *f*. Доминантная аллель *F* образует нормальный стебель [13]

П. М. Жуковский [20] считал, что решающим фактором для возникновения форм сои, привлечших внимание земледельцев, послужила фасциация во многих ее проявлениях. Утолщенный стебель культурной сои, укороченные побеги, скрученные соцветия и цветки, а

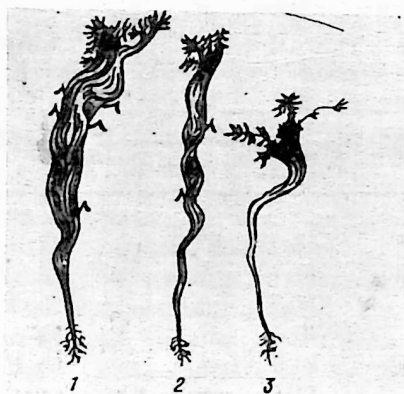


Рис. 2. Различные формы ленточной фасциации у сои: 1-мутантное растение, выращенное в Амурской области; 2,3-заимствованы из книги Б. В. Скворцова [21]

следовательно, и бооны — все это, по мнению автора, очевидные последствия фасциации.

Новую форму ленточной фасциации в полевых условиях мы изучали у мутанта, полученного из Румынии (рис. 2). Все формы ленточной фасциации необходимо использовать в селекционном процессе для получения высокопродуктивных форм.

ЛИСТ

Для культурной сои типичны формы с тройчатыми листьями, но иногда встречаются растения и с большим числом листочков. Предположено, что 5-листочковость контролируется доминантным геном, а рецессивная аллель определяет тройчатость листа [22]. Однако в более поздних опытах показано, что признак многолисточковости имеет рецессивную природу. Из сорта Амурская 42 после облучения гамма-квантами выделен мутант, имеющий от трех до девяти листочков на одном растении [23]. Скрещивание нами многолисточкового мутанта с сортами МК I и Амурская 310 подтвердило рецессивность этого признака. В США при анализе характера наследования у гибридов, полученных от скрещивания многолисточковых форм с трехлисточковыми, установлено, что последний контролируется доминантными генами [24].

В засушливом и полузасушливом климате большую адаптивную ценность имеют генотипы с меньшей листовой поверхностью. При гибридизации культивируемых сортов Амурской области с дикой уссурийской соей нам уже в третьем поколении удалось отобрать формы с меньшей листовой поверхностью, но с повышенной урожайностью по сравнению с культивируемыми сортами, причем отношение массы семян к площади листьев максимально у высокопродуктивных межвидовых гибридов.

Дикая уссурийская соя характеризуется максимальным количеством листьев на растении. Раннеспелые формы имеют небольшое число листьев (Рузст, 3-289, Северная 4 и др.). Нами в 1972 г. выделен мутант-карлик из сорта Амурская 310 с варьированием числа листьев на растении от 10 до 15 шт. при выращивании с площадью питания 70x10 см. При увеличении площади питания число листьев, естественно, увеличивается. Воздействие укороченного дня и особенно поздний посев ведет к уменьшению числа листьев.

По данным Н.И. Корсакова [26], на Дальневосточной станции ВИРА в год, благоприятный для сои, на каждое растение малокультурного сорта Гунджулинская 69I приходилось $107 \pm 3,4$ листа, при уве-

личении площади питания число их возрастало на $60 \pm 5,7$, при выращивании в условиях укороченного дня и при поздних посевах облиственность уменьшалась до $46 \pm 1,5$ и 53 ± 2 листьев на растении. Как правило, число листьев на культурном растении уменьшалось при поздних сроках посева больше, чем при выращивании в условиях укороченного 10-часового дня, а у малокультурных и диких форм, наоборот. Количество листьев на растении только на 25% обусловлено генетическими особенностями сорта, средний коэффициент вариации равен 24,0%.

В селекционном процессе при выведении новых сортов, приспособленных для возделывания в условиях загущения и на высоком агрофоне, высокорослые формы с распростертыми широкими листьями должны быть выбракованы уже в F_2 и оставлены генотипы, у которых нижние и средние листья получают больше света.

При изучении влияния ориентации листьев на продуктивность посевов различных культур было отмечено, что высокоурожайные комбинации всегда имели вертикально расположенные листья в верхнем ярусе и горизонтально - в нижнем [25]. По нашим визуальным наблюдениям, у сортов Амурская 310 и Смена лист имеет более вертикальное положение по сравнению с такими сортами, как Хабаровская 4, Амурская 42 и Салют 216.

У разных сортов сои существуют значительные генетические различия в положении листьев по отношению к стеблю, которое меняется в зависимости от фаз развития. Опыт и расчеты дают основание предполагать, что наиболее благоприятное распределение энергии света внутри кроны происходит при вертикально расположенных листьях с более мелкими пластинками, создающих низкую плотность кроны в верхней части растения. Такое распределение листьев обеспечивает лучшую циркуляцию CO_2 , что увеличивает интенсивность фотосинтеза. Сорта сои с более узкими листьями, созданные в последние годы в США, дали более высокий урожай [28].

Наследование вертикально расположенных листьев не изучено, и поэтому мы не знаем эффективности отбора в этом направлении. Весьма заманчиво изучить эту проблему на примере изогенных линий, прежде чем горизонтальный тип листьев, наиболее распространенный в настоящее время, будет исключен из модели.

Продуктивность фотосинтеза - один из важнейших показателей, характеризующих структуру урожая. В произ-

родственных посевах выгодно иметь сорта с повышенной продуктивностью фотосинтеза на единицу листовой поверхности.

Для каждого сорта характерен свой максимальный показатель этого признака в зависимости от условий выращивания. К сожалению, исследователи не всегда пользуются этим признаком в своих опытах, так как до сих пор нет хороших методов, позволяющих быстро и просто определить площадь листьев, либо одного растения, либо единицы площади. Продуктивность фотосинтеза диких форм не изучена.

Наряду с фотосинтезом решающее значение для продуктивности растений имеет транспорт ассимилятов. Активность движения ассимилятов зависит от количества семян в узле и от размера семян. Сорта сои имеют большие генетические различия по степени выраженности этого признака.

В селекции сортов интенсивного типа большое значение имеет отбор растений, направленный на получение форм с большой удельной массой семян в биологическом урожае. Отношение массы семян ко всему биологическому урожаю называется уборочным индексом. Среди факторов, оказывающих влияние на увеличение уборочного индекса, можно привести следующие: уменьшение длины междоузлий, раннеспелость, формы с нулевым типом ветвления, повышенное число бобов в узле, увеличенный транспорт ассимилятов из листьев в семена, более узкие листья и т.д. [25]. Особо важное значение будут иметь те формы, у которых в загущенных посевах уборочный индекс не будет уменьшаться. В настоящее время у лучших селекционных форм сои уборочный индекс равен 0,40–0,50.

Если невозможно пользоваться уборочным индексом, ценную информацию дает отношение массы семян к массе соломы.

Д л и н а ч е р е ш к о в. У сортов интенсивного типа желательно иметь формы с минимальной длиной черешков. Такие растения имеют наименьший диаметр куста и меньше затеняют друг друга. В Румынии после обработки семян мутагенами выделено мутантное растение без черешков [29].

Корень

Генетика корневой системы в настоящее время слабо изучена. После обработки семян мутагенами показана возможность отбора положительных мутаций длины и массы корней сои [30]. Наследственная изменчивость их в вариантах с гамма-лучами и НЭМ были в 1,5–4,0 раза больше по сравнению с контролем. Коэффициенты

наследуемости массы корней и длины главного корня в вариантах с гамма-лучами колебались от 32 до 47%, с НЭМ — от 33 до 52 и в контроле — от 10 до 37%. Наследуемость оценивали методом дисперсионного анализа, при этом длина корней — более стабильный признак по сравнению с их массой. Естественно, что при изучении корневой системы сои необходимо учитывать общую поверхность, интенсивность поглощения питательных веществ, глубину проникновения их и разветвленность. Длина корней при выращивании сои на богаре имеет весьма важное значение, так как растения с глубокой корневой системой способны обеспечить дефицит влаги за счет глубинных вод. С какой силой у отдельных генотипов корни удерживают стебель, грубо можно определить выдергиванием растения после созревания. Такие сорта, как Пионерка, мутанты этого сорта Первенец и Береговчанка, относительно легко выдергиваются. Сорта Амурская 42, Руэст (карлик), Амурская 310 и другие требуют значительно больших усилий при выдергивании.

О генетических различиях корневой системы по обеспечению растений водой, минеральными и гормональными веществами между различными сортами сведений почти нет. При отборе растений по массе корней и их длине мы не обнаружили корреляции с урожайностью [30]. Селекция на эффективность усвоения минеральных питательных элементов корневой системой, на устойчивость к почвенной засухе или переувлажнению не ведется вследствие затруднений методологического характера.

В США установлено [31], что существуют генотипические и паратипические различия в изменчивости скорости нарастания корневой системы и глубины, на которую проникают корни. Сорта Скойота, Хоукей, Вильямс и Бизон имели самую большую величину стержневого корня на 27-й день после посева. Линейная корреляция между длиной стержневого корня и надземной массой растения — 42%.

Растение (куст)

О п у ш е н и е. Сорта сои значительно отличаются по интенсивности и расположению опушения. К настоящему времени установлен целый ряд генов, контролирующих эти признаки. В экспериментальных условиях у опушенных изогенных линий урожайность существенно выше. Причиной снижения урожая семян линий без опушения послужило то, что растения этих линий сильно повреждались картофельной цикадой [32].

Некоторые исследователи предполагают, что опушение способно осуществлять фотосинтез. В лаборатории нами получено большое количество гибридов с неопушенными формами. Нужно заметить, что каких-либо высокопродуктивных форм выделить не удалось. Отсутствие опушения — признак рецессивный. Неопушенность можно использовать как генетический маркер, и гибриды можно идентифицировать уже на стадии проростков.

О к р а с к а о п у ш е н и я. Дикие и малокультурные формы сои имеют темную окраску опушения. По-видимому, темная окраска служит приспособительным признаком у сои, так как такие растения более интенсивно используют солнечную энергию в течение вегетационного периода. Темная окраска всегда доминирует над светлой (серой) и контролируется комплементарными генами R_1, R_2 . Гены, контролирующие окраску опушения, влияют на хозяйственно-ценные признаки. При пониженных температурах растения способны усиливать антоциановую окраску, контролируемую доминантным геном, что обеспечивает лучшее поглощение тепловых лучей солнца. Как правило, температура на поверхности темно-коричневых бобов, стеблей и черешков значительно выше, чем у светлых и желтых.

Б о к о в н е в е т в и. При изучении нами вариаций ветвей у 280 форм дикой сои в Амурской области средняя величина составила $13,1 \pm 0,3$, коэффициент вариации — 22,9%, предел варьирования —

Таблица 5

Изменчивость числа ветвей у культурной сои,
межвидовых гибридов и беккроссов

Родители-потомки	Средние, шт.	Коэффициент вариации	Лимиты
Дикая соя	$13,1 \pm 0,2a$ *	23	7-21
Амурская ЗЮ	$2,3 \pm 0,1б$	49	I-6
Портейдж	$4,6 \pm 0,2в$ *	38	I-II
Амурская ЗЮ х дикая (Амурская ЗЮ х дикая) х	$3,8 \pm 0,2г$ *	53	I-Ю
Амурская ЗЮ	$2,3 \pm 0,1б$	55	I-8

* Различия достоверны.

7-21. Растения F_4 , культурная и дикая имели неполное доминирование по числу ветвей в сторону дикой сои. Отбор форм в F_4 с минимальным числом ветвей и дальнейшее беккроссирование их с Амурской 310 и Портейдж позволило выделить формы с числом ветвей, равным культурным сортам (табл.5). У Портейдж число ветвей в 2, а у дикой в 5 раз больше, чем у Амурской 310.

Коэффициент вариации у дикой сои, которая была представлена на различными формами Амурской области, в 1,5-2 раза меньше, чем у культивируемых сортов. Данное явление характеризует приспособленность диких форм к условиям Амурской области по числу ветвей. Выражение признака у культурных форм на 33% определяется генетической природой сорта. Связь ветвистости с другими признаками нестабильна и довольно отчетливо проявляется лишь в годы, благоприятные для роста и развития сои [26]. Формы с большим числом ветвей плохо приспособлены к загущению. В связи с этим мы предлагаем форму сои без ветвей, которая в определенных условиях выращивания (способы посева, нормы высева и др.) будет иметь неоспоримое преимущество над другими типами. На рис. 3 показано модельное растение без боковых ветвей.



Рис. 3 Модель сорта сои без ветвей

Х а р а к т е р о п у ш е н и я. Доминантная аллель (А) вызывает прижатое опушение частей растения [33]. Фенотип с прямым расположением волосков контролируется рецессивным аллелем af . Кроме того, доминантный ген B' обуславливает заостренное опушение, а ген b' - притупленное.

Боб

Количество бобов в узле. Фенотипическое выражение его в сильной степени зависит от условий выращивания. У культурных сортов в оптимальных условиях число бобов варьирует от 1 до 3, реже больше.

При неблагоприятных условиях число бобов в кисти резко уменьшается. Этот признак не относится к стабильным признакам у культурной сои и ярко выражен у диких видов. Так, у диких форм (Яванская) он может достигать 20 шт. в узле. У уссурийской сои был обнаружен мутант с повышенным числом бобов в верхушечной кисти (до 13).

Количество семян в бобе. У культурных сортов количество семян в бобе обычно варьирует от 1 до 4, в исключительных случаях можно встретить 5 семян. При изучении нами диких форм установлено, что число семян в бобе служит видовым признаком. Так, соя войлочная содержит в среднем 5-6 семян в бобе, соя табаколистная - 6-7, а у сои выщепяющейся в Амурской области ежегодно наблюдали варьирование числа семян от 8 до 13. Этот вид может служить донором повышенного содержания семян в бобах. Гены, контролирующие повышенное число семян в бобе, довольно тесно сцеплены с генами узкого листа. Характер наследования числа семян в бобе мало изучен. Коэффициент вариации числа семян в бобе у межвидового гибрида был выше, чем у родительских форм (табл. 6).

Нужно заметить, что нам удалось выделить отдельные растения как у сорта Амурская З10, так и межвидового гибрида с числом семян в бобе 2,7. Число семян в бобе в значительной степени подвержено влиянию факторов внешней среды и только 45% вариабельности определяется генетической природой сорта. Факторы среды (норма посева, площадь питания, сроки посева, фотопериодизм, широта местности) влияют на изменчивость числа семян в бобе. Следовательно, число семян в бобе нельзя считать сортовым признаком.

Таблица 6
Изменчивость числа семян в бобе у культурной сои, межвидовых гибридов и беккроссов

Родители-потомки	Средние, шт.	Коэффициент вариации, %	Лимиты
Амурская З10 ♀	2,1 [±] 0,02	11	1,3-2,7
F ₄ Амурская З10 ♀ x дикая ♂	1,9 [±] 0,04	16	1,4-2,7
F ₃ [F ₄ (Амурская З10 x дикая) x Амурская З10]	2,0 [±] 0,02	12	1,5-2,5

О связи числа семян в бобе с другими хозяйственно-ценными признаками до настоящего времени очень мало данных для обобщающих выводов. По данным Н.И. Корсакова [26], воздействие короткого дня выявляет связь числа семян в бобе с продуктивностью растения в засушливом году ($r = 0,50$) и относительно увлажненном ($r = 0,88$).

7-2I. Растения F_1 , культурная х дикая имели неполное доминирование по числу ветвей в сторону дикой сои. Отбор форм в F_4 с минимальным числом ветвей и дальнейшее беккроссирование их с Амурской ЗЮ и Портейдж позволило выделить формы с числом ветвей, равным культурным сортам (табл.5). У Портейдж число ветвей в 2, а у дикой в 5 раз больше, чем у Амурской ЗЮ.

Коэффициент вариации у дикой сои, которая была представлена на различными формами Амурской области, в 1,5-2 раза меньше, чем у культивируемых сортов. Данное явление характеризует приспособленность диких форм к условиям Амурской области по числу ветвей. Выражение признака у культурных форм на 33% определяется генетической природой сорта. Связь ветвистости с другими признаками нестабильна и довольно отчетливо проявляется лишь в годы, благоприятные для роста и развития сои [26]. Формы с большим числом ветвей плохо приспособлены к загущению. В связи с этим мы предлагаем форму сои без ветвей, которая в определенных условиях выращивания (способы посева, нормы высева и др.) будет иметь неоспоримое преимущество над другими типами. На рис. 3 показано модельное растение без боковых ветвей.



Рис. 3 Модель сорта сои без ветвей

Х а р а к т е р о п у ш е н и я. Доминантная аллель (А) вызывает прижатое опушение частей растения [33]. Фенотип с прямым расположением волосков контролируется рецессивным аллеломорфом. Кроме того, доминантный ген Vt обуславливает заостренное опушение, а ген vt - притупленное.

Боб

К о л и ч е с т в о б о б о в в у з л е. Фенотипическое выражение его в сильной степени зависит от условий выращивания. У культурных сортов в оптимальных условиях число бобов варьирует от 1 до 3, реже больше.

При неблагоприятных условиях число бобов в кисти резко уменьшается. Этот признак не относится к стабильным признакам у культурной сои и ярко выражен у диких видов. Так, у диких форм (Яванская) он может достигать 20 шт. в узле. У уссурийской сои был обнаружен мутант с повышенным числом бобов в верхушечной кисти (до 13).

Количество семян в бобе. У культурных сортов количество семян в бобе обычно варьирует от 1 до 4, в исключительных случаях можно встретить 5 семян. При изучении нами диких форм установлено, что число семян в бобе служит видовым признаком. Так, соя войлочная содержит в среднем 5-6 семян в бобе, соя табаколистная - 6-7, а у сои вьющейся в Амурской области ежегодно наблюдали варьирование числа семян от 8 до 13. Этот вид может служить донором повышенного содержания семян в бобах. Гены, контролирующие повышенное число семян в бобе, довольно тесно сцеплены с генами узкого листа. Характер наследования числа семян в бобе мало изучен. Коэффициент вариации числа семян в бобе у межвидового гибрида был выше, чем у родительских форм (табл. 6).

Нужно заметить, что нам удалось выделить отдельные растения как у сорта Амурская ЗЮ, так и межвидового гибрида с числом семян в бобе 2,7. Число семян в бобе в значительной степени подвержено влиянию факторов внешней среды и только 45% вариабельности определяется генетической природой сорта. Факторы среды (норма посева, площадь питания, сроки посева, фотопериодизм, широта местности) влияют на изменчивость числа семян в бобе. Следовательно, число семян в бобе нельзя считать сортовым признаком.

Таблица 6

Изменчивость числа семян в бобе у культурной сои, межвидовых гибридов и беккрсов

Родители-потомки	Средние, шт.	Коэффициент вариации, %	Лимиты
Амурская ЗЮ ♀	2,1 [±] 0,02	11	1,3-2,7
F ₄ Амурская ЗЮ ♀ x дикая ♂	1,9 [±] 0,04	16	1,4-2,7
F ₃ [F ₄ (Амурская ЗЮ x дикая) x Амурская ЗЮ]	2,0 [±] 0,02	12	1,5-2,5

О связи числа семян в бобе с другими хозяйственно-ценными признаками до настоящего времени очень мало данных для обобщающих выводов. По данным Н.И. Корсакова [26], воздействие короткого дня выявляет связь числа семян в бобе с продуктивностью растения в засушливом году ($r = 0,50$) и относительно увлажненном ($r = 0,88$).

К р у п н о с т ь с е м я н определяется взвешиванием 1000 семян вполне развитых, высушенных до постоянной массы. В селекционно-генетических исследованиях массу 1000 семян вычисляют делением массы семян одного растения на число семян и умножением на 1000. Среднее значение крупности семян изменяется в зависимости от места произрастания и года, но вместе с тем сортовые различия, если растения выращиваются в одинаковых условиях, сохраняются достаточно хорошо.

В формировании величины семян особое значение имеет отток ассимилятов из листьев в семена, интенсивность которого предопределена генетически. Коэффициент вариации величины семян обусловлен преимущественно наследственными особенностями и лишь на 12% — условиями внешней среды [34, 26]. Существенно изменить размер семени можно обработкой семян гамма-лучами [23]. А. Я. Ала [10] исследовал также мутабельность различных линий у сорта Амурская 42 по абсолютной массе семян. Для опыта использовали гомозиготные линии в течение двух лет по массе 1000 семян. При внутрилинейном плюсе отборе в опыте масса 1000 семян составила 190 г при 133 г в контроле, т.е. увеличилась на 43%.

В.Б. Енкен [2] по крупности семян выделяет шесть групп от очень мелких, 40 г, до исключительно крупных, 425 г. Очень важно знать, какая крупность экономически оправдана в селекционно-генетических исследованиях. При отборе по массе 1000 семян с одинаковой урожайностью и прочих равных условиях, на наш взгляд, предпочтение нужно отдавать формам более мелкосемянным, которые лучше адаптированы к неблагоприятным факторам среды.

Ф о р м а с е м я н . В зависимости от соотношения длины, ширины и толщины различаются семена шаровидные, кругло-выпуклые, овальные, овально-удлиненные, овально-плоские. Нужно заметить, что в литературе мы не встретили данных по генам, контролирующим ту или иную форму семян. Однако следует отметить, что диким и примитивным формам присущи овально-удлиненные и овально-плоские семена, поэтому можно полагать, что круглые и шаровидные формы будут контролироваться рецессивными генами. При отборе предпочтение следует отдавать шаровидным формам, которые легче очищаются от семян сорняков. Формы с овально-удлиненными и овально-плоскими семенами, по-видимому, наиболее адаптированы к селек-

ционнo-генетических исследованиях нужны специальные опыты о значимости тех или иных генотипов при характеристике вида.

Окраска семядолей. Желтая окраска семядолей контролируется доминантными генами. Рецессивные гены a_1, a_2 обуславливают зеленую окраску семядолей. Окраску семядолей можно использовать в качестве маркера при идентификации гибридов как в F_1 , так и F_2 . Однако следует помнить, что иногда зеленая окраска семядолей может контролироваться цитоплазматическими генами, которая передается гибридам через материнскую форму.

Окраска кокуры семян зависит от пигментов, находящихся главным образом в полисадном слое. Выделяется четыре основные окраски: желтая, зеленая, коричневая и черная. У межвидовых гибридов гены $T-R-SsY$ контролируют черную окраску, $T-R-SsY$ - коричневую, $ttrrS-Y$ - зеленую и $ttrrS-gg$ желтую [35].

При скрещивании сортов Амурская 382, Амурская 310 и Смена с дикой соей отбор семян в F_2 даже по рецессивным генам дает в последующих поколениях расщепление по доминантам. Так, из групп растений с коричневой, желтой и зеленой кожурой семян появлялись иногда черносемянные. М.Ф. Козак [35] объяснила это наличием гена Ss - ингибитора черной окраски кожуры семян. Следовательно, при скрещивании культивируемых сортов с дикими формами при отборе растений по окраске кожуры семян в F_2 нужно проверять их на константность в F_3 и старших поколениях.

При изучении связи окраски кожуры семян количественными признаками была установлена положительная зависимость. Так, группы растений с черной и коричневой кожурой, как правило, более высоко-рослы, а с желтой более масличны. Последнее явление согласуется с литературными данными [1,2].

Отсутствие блеска наследуется по принципу неполного доминирования над рецессивной аллелью gl_1 , определяющей блеск кожуры семян. Наличие или отсутствие блеска может служить сортовым признаком, а в ряде случаев его можно использовать при идентификации гибридности в F_1 и F_2 .

Растрескиваемость кожуры семян. Нужно полагать, что данный признак контролируется рецессивными генами, хотя, по данным I. Nagai [36], такое явление вызывается двумя доминантными генами. Сорты с сильной растрескиваемостью создают трудности при уборке и в семеноводческой работе. При отборе

растений со слабой растрескиваемостью кожуры семян в селекционный процесс целесообразно вводить дикие и примитивные формы, у которых, как правило, кожура или не растрескивается, или растрескивается слабо.

Биологические особенности

Вегетационный период. Основное разнообразие коллекции ВИРа для условий Дальнего Востока, Сибири и средней полосы европейской части представлено позднеспелыми образцами, поэтому разработка методов по созданию скороспелых сортов, устойчиво вызревающих в конкретных зонах, чрезвычайно важна.

F.V. Owen [37] выделил ген, контролирующий раннеспелость, и обозначил его E . Возможно, этот ген по действию аналогичен генетической паре S_s , выделенной Вудвортом.

Характер наследования нормы реакции к вегетационному периоду можно объяснить, если подходить к этому признаку как к любому другому, 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 и позднеспелых форм со среднеспелыми в F_1 доминирует среднеспелость.

У сорта Clark есть два главных гена ($E_1 e_1$ и $E_2 e_2$), влияющих на сроки созревания и цветения растений, аллели E_1 и E_2 оказывают доминантное действие [38]. Связь между продолжительностью вегетационного периода, высотой стебля, числом стеблей, числом бобов, а также высотой первого сложного листа криволинейна, а между продолжительностью вегетационного периода и числом листьев на главном стебле — прямая [39].

При использовании растений F_2 от трех гибридов для оценки генотипической и фенотипической корреляции между признаками — временем цветения, продолжительностью от цветения до созревания и урожайностью, было замечено, что генотипические корреляции выше фенотипических. Корреляция между урожаем и временем созревания была положительной. Генотипические и фенотипические корреляции между урожаем и продолжительностью периода от цветения до созревания имели достоверную положительную зависимость. Причем отбор, основанный на признаке созревания, должен быть примерно на 50% эффективнее в смысле улучшения урожая, чем отбор, базирующийся на самой урожайности [40].

Отсюда следует, что фазы продолжительности вегетационного периода можно рассматривать как надежные показатели урожая в селекционно-генетических исследованиях.

Реакция на длину дня. В селекционно-генетических исследованиях большой интерес представляют формы, мало реагирующие на длину дня. Эта группа, как правило, представлена наиболее скороспелыми формами. Амурские сорта слабо реагируют на изменение географической широты произрастания и связанной с этим длины дня [1].

Реакция к факторам среды. В настоящее время селекционный процесс недостаточно использует генетические основы минерального питания при создании исходного материала и подборе пар для скрещивания. Хотя, как известно, сорта сои имеют различную реакцию на факторы минерального питания. В 1947 г. в США отобранные растения из гибрида Лонколн х (Лонколн х Ричланд) выращивали в Урбане и Стоунингтоне [41]. У линии Л6-1743 в Урбане листья были желтые, в Стоунингтоне она имела нормальные зеленые листья. В начале полагали, что это хлорофилльная мутация. При анализе урожая оказалось, что у линии без клубеньков в Урбане урожай был снижен почти на 50%. Содержание белка в семенах у растений без клубеньков составило 30, а масла - 25%, в то время как у нормальных сестринских линий эти параметры были соответственно 38 и 21%. После генетического анализа стало известно, что у линии Л6-1743 отсутствует ген, контролирующий способность образовывать клубеньки.

М.С. Weiss [42] обнаружил форму сои T203 (№ 54619), способную эффективно использовать железо из почвы даже при pH 7,5-8,0. Вместе с тем у других сортов при выращивании на почвах с высоким pH наблюдается хлороз железа. Оказалось, что форма T203 имеет ген, ответственный за высокую эффективность использования железа. Линию T203 можно использовать как растение - индикатор при отборе форм к хлорозу.

Одним из факторов роста урожайности следует считать повышение способности растений сои к усвоению большого количества питательных веществ, в частности азота. В штате Иллинойс выявлено, что для получения с 1 га 47 ц семян сои требуется 450 кг/га азота [43]. Симбиотическая фиксация может дать около 112 кг/га азота, а внесение высоких доз азотных удобрений подавляет этот процесс. Поэтому необходимо совместить генетическими методами эти две формы усвоения азота определением видов азотфиксирую-

щих бактерий, способных переносить высокие дозы азотных удобрений. Кроме этого, необходимо вести поиск форм сои с повышенной интенсивностью фотосинтеза методами отдаленной гибридизации, экспериментального мутагенеза, геной инженерии и т.д.

В настоящее время в США наблюдается тенденция к постепенному переходу от широкорядного (95 см) способа посева сои к узкорядному (до 30 см и менее), что увеличивает урожай семян на 10-20%, [44]. В нашей стране многие исследователи изучали влияние площади питания на урожайность семян сои и показали, что при более равномерном расположении растений на единицу площади питания продуктивность увеличивается [45-51].

В опыте по удалению ветвей с площадью питания одного растения 25x25, 30x30 и 35x35 см у сорта Вайн максимальный урожай получен в варианте 25x25 см [52]. Кроме этого, масса 1000 семян была выше на 7% в варианте без ветвей. Высота растения в опыте превысила высоту сои в контроле на 5%, растения без ветвей имели большую устойчивость против полегания (табл.7). Сухая масса стеблей (главный + ветви + черешки) была на 68% больше в контроле по сравнению с опытными растениями.

Продуктивность листьев или продуктивность фотосинтеза (масса семян : площадь листьев) оказались в среднем на 82% больше у растений без ветвей по сравнению с нормальными растениями. Удельный вес (плотность) листьев (сухая масса листьев : площадь листьев) был увеличен у растений в опыте без ветвей по сравнению с контрольными. Из приведенных данных видно, что использование генотипов сои без ветвей в селекционном процессе будет способствовать повышению продуктивности.

Устойчивость к болезням. Между сортами сои существуют различия в устойчивости к ряду заболеваний. По-видимому, форма, не поражаемая комплексом распространенных болезней, не встречается. Селекционеры широко используют резистентные формы для выведения новых более продуктивных сортов.

Бактериальная пузырчатость. Комплексная устойчивость к бактериальной пузырчатости определяется рецессивным геном *gxp*, найденным в сорте *CWS*. Резистентность, обусловленная этим геном, широко используется в селекции [13].

Бактериальный ожог. Устойчивость контролируется доминантным геном *Rpp*₁. Резистентные сорта Норчив, Хорсои, форма I89968 и др. [13].



Таблица 7

Влияние удаления ветвей и площади питания на некоторые количественные признаки сорта Вайн (по 52)

Варианты	Урожай, ц/га	Масса 100 семян, г	Высота растений, см	Полетность, балл	Сухая масса стеблей, г	Площадь листьев, дм ²	Продуктивность листьев, г/дм ²	Плотность листа, г/дм ²
----------	--------------	--------------------	---------------------	------------------	------------------------	----------------------------------	---	------------------------------------

Контроль

25x25 см	39,71	18,03	102	4,00	39,5	70,4	0,36	0,35
30x30 см	38,80	15,57	101	3,83	46,4	76,3	0,47	0,37
35x35 см	43,87	18,03	97	3,50	55,6	96,9	0,59	0,38
Средние	40,80	17,88	100	3,78	47,2	81,2	0,47	0,37

Опыт (без ветвей)

25x25 см	43,97	18,30	100	1,50	19,7	42,7	0,68	0,49
30x30 см	37,42	19,13	97	1,17	30,0	38,7	0,85	0,50
35x35 см	38,23	19,90	88	1,00	34,4	45,7	1,06	0,54
Средние	40,54	19,11	95	1,22	28,1	42,4	0,86	0,51
НСР ₀₅	6,33	1,21	3,2	0,96	4,8	6,8		

Ложная мучнистая роса. Общая устойчивость контролируется доминантным геном *Rpm*, восприимчивость рецессивным геном *grm*. Устойчивые сорта: Кенрич, Пайн, Корсой и др. В искусственных условиях высокую устойчивость имели сорта Альтона, Ада и Уилкин. В селекционных исследованиях целесообразно использовать ген *Rpm* как источник устойчивости к ложной мучнистой росе [13].

Кольцевая пятнистость листьев. Устойчивость к данному патогену у сортов Линкольн и Уабаш контролируется доминантным геном *Rcs*, [13].

Фитофторозная гниль. Устойчивость контролируется геном *Rps*. Резистентные сорта Иллини, Мукден, Арксой, *CNS*, *AK*, Амсой 71, Бизон, Бонус, Калланд, Натлер Стилл, Велз [13].

щих бактерий, способных переносить высокие дозы азотных удобрений. Кроме этого, необходимо вести поиск форм сои с повышенной интенсивностью фотосинтеза методами отдаленной гибридизации, экспериментального мутагенеза, генной инженерии и т.д.

В настоящее время в США наблюдается тенденция к постепенному переходу от широкорядного (95 см) способа посева сои к узкорядному (до 30 см и менее), что увеличивает урожай семян на 10-20%, [44]. В нашей стране многие исследователи изучали влияние площади питания на урожайность семян сои и показали, что при более равномерном расположении растений на единицу площади питания продуктивность увеличивается [45-51].

В опыте по удалению ветвей с площадью питания одного растения 25x25, 30x30 и 35x35 см у сорта Вайн максимальный урожай получен в варианте 25x25 см [52]. Кроме этого, масса 1000 семян была выше на 7% в варианте без ветвей. Высота растения в опыте превысила высоту сои в контроле на 5%, растения без ветвей имели большую устойчивость против полегания (табл.7). Сухая масса стеблей (главный + ветви + черешки) была на 68% больше в контроле по сравнению с опытными растениями.

Продуктивность листьев или продуктивность фотосинтеза (масса семян : площадь листьев) оказались в среднем на 82% больше у растений без ветвей по сравнению с нормальными растениями. Удельный вес (плотность) листьев (сухая масса листьев : площадь листьев) был увеличен у растений в опыте без ветвей по сравнению с контрольными. Из приведенных данных видно, что использование генотипов сои без ветвей в селекционном процессе будет способствовать повышению продуктивности.

Устойчивость к болезням. Между сортами сои существуют различия в устойчивости к ряду заболеваний. По-видимому, форма, не поражаемая комплексом распространенных болезней, не встречается. Селекционеры широко используют резистентные формы для выведения новых более продуктивных сортов.

Бактериальная пузырчатость. Комплексная устойчивость к бактериальной пузырчатости определяется рецессивным геном *gxp*, найденным в сорте *CNS*. Резистентность, обусловленная этим геном, широко используется в селекции [13].

Бактериальный ожог. Устойчивость контролируется доминантным геном *Rpq*. Резистентные сорта Норчив, Лорсой, форма Iв9968 и др. [13].

Таблица 7

Влияние удаления ветвей и площади питания на некоторые количественные признаки сорта Вайн (по 52)

Варианты	Урожай, ц/га	Масса 100 семян, г	Высота растений, см	Полегаемость, балл	Сухая масса стеблей, г	Площадь листьев, дм ²	Продуктивность листьев, г/дм ²	Плотность листа, г/дм ²
----------	--------------	--------------------	---------------------	--------------------	------------------------	----------------------------------	---	------------------------------------

Контроль

25x25 см	39,71	18,03	102	4,00	39,5	70,4	0,36	0,35
30x30 см	38,80	15,57	101	3,83	46,4	76,3	0,47	0,37
35x35 см	43,87	18,03	97	3,50	55,6	96,9	0,59	0,38
Средние	40,80	17,88	100	3,78	47,2	81,2	0,47	0,37

Опыт (без ветвей)

25x25 см	43,97	18,30	100	1,50	19,7	42,7	0,68	0,49
30x30 см	37,42	19,13	97	1,17	30,0	38,7	0,85	0,50
35x35 см	38,23	19,90	88	1,00	34,4	45,7	1,06	0,54
Средние	40,54	19,11	95	1,22	28,1	42,4	0,86	0,51
НСР ₀₅	6,33	1,21	3,2	0,96	4,8	6,8		

Дожная мучнистая роса. Общая устойчивость контролируется доминантным геном *Rpm*, восприимчивость рецессивным геном *rpm*. Устойчивые сорта: Кенрич, Пайн, Корсой и др. В искусственных условиях высокую устойчивость имели сорта Альтона, Ада и Уилкин. В селекционных исследованиях целесообразно использовать ген *Rpm* как источник устойчивости к ложной мучнистой росе [13].

Кольцевая пятнистость листьев. Устойчивость к данному патогену у сортов Линкольн и Уабаш контролируется доминантным геном *Rcs*, [13].

Фитотрозная гниль. Устойчивость контролируется геном *Rps*. Резистентные сорта Иллини, Мукден, Арксои, CNS, АК, Амсой 71, Бизон, Бокус, Калланд, Натлер Стилл, Велз [13].

Соевая цистообразующая нематода. У этой болезни основной вред наносит раса 4, к которой нет высокоустойчивых сортов. Формы и линии Д69-6344, 88788, Лэйред, Дельмор и Бетее были высокоустойчивы, сорта Форест, Брегг - среднеустойчивы.

Высокий уровень устойчивости к этому паразиту отмечен у сорта Пекин и некоторых других линий. Резистентность контролируется тремя рецессивными комплементарными генами rhg_1 , rhg_2 , rhg_3 и одним доминантным rhg_4 [13]. Устойчивость к соевой цистообразующей нематоде из сорта Пекин в результате селекции была перенесена в такие сорта, как Кастер, Даэ, Пиккет, Пиккет 7I и Марк. Однако следует заметить, что к расе 4 Пекин чувствителен. Резистентность к расе 4 соевой цистообразующей нематоды контролируется одним доминантным и двумя рецессивными генами. В США передан в производство новый сорт сои Бидфорд, устойчивый к расам I, 2 и 4 цистообразующей нематоды.

Мозаика сои. Устойчивые сорта - Дорман, Худ, Огден, Йорк. Резистентность к вирусу мозаики сои может быть обусловлена одним или двумя генами. Сорт Мерит устойчив к этой болезни при передаче возбудителя семенами и чувствителен при инокуляции.

Вирус крапчатости арахиса. Устойчивость контролируется доминантным геном Rpv [13]. Вирус крапчатости арахиса семенами не передается.

Основные компоненты урожая

Число семян на растении. Этот признак зависит как от генетической обусловленности, так и от влияния факторов среды, и в первую очередь от минерального питания и продуктивности фотосинтеза. При разложении фенотипической изменчивости числа семян на генотипическую и паратипическую было выяснено, что изменчивость числа семян на 90% обусловлена факторами среды [34]. Отсюда следует, что на число семян можно воздействовать в большей степени агротехническими мероприятиями (удобрениями, орошением и др.) и тем самым существенно повысить урожай.

Масса 1000 семян. На фенотипическое проявление абсолютной массы семян особенно влияет отток ассимилятов из листьев в семена, интенсивность которого обусловлена генетически. Несмотря на то, что не известен характер наследования скорости транспо-

кации ассимилятов в семена, необходимо вести подбор таких генотипов, у которых эта транслокация высокоэффективна, и их гены внести в модель нового сорта. На крупность семян может влиять их число. Если условия среды во время мейоза оказались неблагоприятными для роста и развития (низкая температура, избыток влаги, засуха и т.д.), значительное количество бутонов опадает, что приводит к уменьшению числа семян. Однако во время бобообразования и созревания факторы среды могут оказаться весьма благоприятными. В данном случае листьями накоплен "избыток" пластических веществ по отношению того количества семян, которое было синтезировано во время цветения. Теперь каждое семя во время реутилизации получит ассимилятов больше, что приведет к укрупнению размера семян.

Следует всегда помнить, что число семян и их размер — два взаимодействующих компонента урожая, и невозможно, чтобы оба они развивались максимально. Необходимо найти между ними самое благоприятное соотношение, которое дало бы высокую продуктивность массы семян как на одно растение, так и на единицу площади.

Качественный состав семян

Необходимость сочетания высокого урожая с достаточно высоким содержанием в нем белков, жиров, аминокислот и других биологически ценных веществ оказывается особенно важной в связи с физиологической незаменимостью их в питании человека и животных. Без значительной амплитуды этих показателей, а также их наследственной природы немислима эффективная программа селекции на высокое содержание белка, масла и аминокислот. Кроме этого, при селекции на химический состав необходимо знать, какие вещества и в каких пределах могут быть изменены селекцией и агротехникой, т.е. условиями выращивания.

Содержание белка ($N \times 6,25$) в семенах одного и того же сорта в зависимости от места выращивания, по данным В.Б. Енкена [2], варьировало от 28,9 до 44,7% (разница 15,8%), у 10 сортов в 26 пунктах Украины содержание масла в семенах изменялось от 36,1 до 39,1 (разница 3,4%), соответственно 5,4 и 2,5%. Наиболее высокое содержание белка наблюдается при недостаточном количестве осадков и повышенной температуре, а масла — при выпадении большого количества осадков. В годы же с недостатком тепла и влаги отмечается снижение суммы белка и масла.

У 135 форм дикой сои в Амурской области содержание белка в 1972 г. варьировало от 27,6 до 49,3, а в 1973 г. — от 30,3 до 51,2% при коэффициенте вариации, соответственно, 12,2 и 16,5%. При скрещивании высокобелковых форм дикой сои с культурными сортами выделены уникальные линии с соотношением белка к маслу 4 : 1, при 2 : 1 у культурных сортов.

Главной целью селекции сои на качество белка является повышение питательности семян. Поэтому важное значение приобретает биологическая оценка белков на лабораторных и сельскохозяйственных животных, позволяющая выявить те дефекты, которые трудно установить с помощью химических анализов. К их числу относятся неудовлетворительная переваримость белка, степень его использования, наличие токсических веществ, антиметаболитов и других неблагоприятных факторов.

УРАВНЕНИЕ УРОБАЯ

Урожай семян как интегральный количественный признак зависит от множества факторов. Урожай семян с единицы площади можно рассчитать с помощью уравнения, выведенного нами: $У = АБХ(ВГД)$, где $У$ — урожай семян с единицы площади;

- А — число убранных растений с единицы площади;
- Б — количество плодоносящих узлов одного растения;
- В — масса одного семени, г;
- Г — количество семян в бобе;
- Д — число бобов в узле.

Из используемых признаков число растений на единицу площади и число плодоносящих узлов одного растения зависят больше от агротехники, чем от генетических особенностей сортов. Однако семена у сорта МК I значительно крупнее, чем у сорта Смена. Следовательно, по абсолютной массе семян сорта сои могут существенно различаться, или иначе имеются генотипические различия, но выраженность этого признака может сильно варьировать и от условий среды. В отдельные годы средние величины колеблются до 30%. Средние числа семян в бобе и бобов в кисти варьируют значительно меньше других.

Модель сорта с генетическим потенциалом 50 ц/га. При урожайности 50 ц/га с 1 м^2 необходимо получить 500 г семян. Масса семени равна 0,17 г, число семян в бобе — 2,0 и бобов в узле — 2,0, число растений на 1 м^2 — 70 шт.

Подставляем значение признаков в формулу урожая $500 = 70 \times B \times (0,17 \times 2 \times 2)$ и решаем уравнение с неизвестным B .

$B = 500 : (70 \times 0,17 \times 2 \times 2) = 10,5$ узла.

Имея формы сои с различными сочетаниями признаков, отбор нужно проводить на те, которые лимитируют урожай.

Модель сорта с генетическим потенциалом 100 ц/га. В данном случае с 1 м^2 следует получить 1000 г семян, т.е. 1 кг. В нашей формуле признак число узлов на одно растение остается неизвестным, остальные признаки не изменяются.

Проведем расчеты аналогично первому, подставляя известные значения $100 = (70 \times B) \times (0,17 \times 2 \times 2)$ и находим $B = 21$ узлу.

Итак, для получения урожая семян сои 100 ц/га нужно иметь 21 плодоносящий узел на растении.

Модель сорта не накладывает запрета в повышении урожая благодаря увеличению массы 1000 семян, числа семян в бобе и числа узлов в кисти.

Получение генетического потенциала урожайности в 100 ц/га следует осуществить при подборе пар для скрещивания диких форм с повышенным количеством узлов на главном стебле. Выше было показано, что число узлов на главном стебле незначительно варьирует от площади одного растения, т.е. от среды. Поэтому достаточно увеличить число узлов на одном растении (в основном за счет главного стебля) в два раза, и урожай увеличится соответственно во столько же раз.

При создании сортов интенсивного типа желательно получить такие формы, у которых указанные выше признаки сочетались с высокопродуктивным главным стеблем. Для этого в распоряжение селекционеров должен поступить генофонд диких форм, которые до сих пор крайне мало используются в селекционном процессе.

В заключение следует отметить, что мы показали лишь один из теоретических подходов к повышению продуктивности культуры сои. Это отнюдь не означает, что нет других моделей по увеличению урожайности с единицы площади. По-видимому, каждая среда требует своего особого генотипа, или иначе модели, но тем не менее какие-то общие черты при этом сохраняются.

ЛИТЕРАТУРА

Г. Золотницкий и В. А. Соя на Дальнем Востоке.—Хабаровское кн.изд-во, 1962, с. 248.

2. Е н к е н В. Б. Соя.-М.: Сельхозгиз, 1959.-622 с.
3. Н е р м а н F.J. A revision of the genus *Glycine* and its immediate allies - USDA Tech. Bul., 1962, N 1268.- 79 p.
4. К о м а р о в В. Л. Происхождение культурных растений.- Л., 1938.- 540 с.
5. К а г а з а в а К. Crossing experiments with *Glycine soja* and *G. ussuriensis* p. -Jap. Jour Bot., 1936. vol. 8, N 1, p. 113-117.
6. А л а А. Я. Происхождение сои *G. max* (L.) Merrill. - В кн.: Биология, генетика и микробиология сои. Новосибирск, 1976, с. 35-40.
7. А л а А. Я., К у з и н В. Ф., А л е к с е е н к о В. И. Происхождение сои (обзор).-Науч.-техн.бюл. /СО ВАСХНИЛ, 1976, вып. 5, с. 1-6.
8. W o o d w o r t h C. M. Genetics and breeding in the improvement of the soybean. Illinois -Agr. Exp. Sta. Bul., 1932, N 384, p. 297-404.
9. W o o d w o r t h C. M. Genetics of the soybeans.-J. Amer. Soc. Agron., 1933, vol. 25, p. 36-51.
10. Выделение мутаций по количественным признакам сои: Метод. рекомендации./ВАСХНИЛ, Сиб.отд.-ние; [Подгот. А. Я. А л а].- Новосибирск, 1977.- 37 с.
11. M a c h m u d I. and K r a m e r H. H. Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross.-Agr. Jour., 1951, vol. 43, p. 605-609.
12. F h s e n g F., Н о с о к а в а S. Genetic studies on quantitative characters in soybean. 2. On the growth habit.-J. Fac. Agr., Hokkaido Univ., 1971, vol. 56, N4, p. 425-434.
13. B e r n a r d R. L., W e i s s M. G. Qualitative Genetics.- Soybeans. Improvement, Production and Uses-Ed. Caldwell B. E., New-Jork, USA, 1973, p. 117-154.
14. K i l e n T. Inheritance of brachytic character in soybeans - Crop Sci, 1977, vol. 17, N 6, p. 853-854.
15. Б е л и к о в И. Ф. Локальное использование продуктов фотосинтеза у сои.- Докл. АН. СССР, т. 102, № 2, с. 379-381.
16. P r a c h i a z k a S., S v o б о д а J., K v a p i l o v a M. Distribuce asimilatu u soji v obdoby generativnich organu.-Ros H. groba, 1977, vol. 23, p. 715-721.
17. S t e p h e n s o n R. A., W i l s o n G. I. Patterns of assimilate distribution in soybeans of maturity, 1) The time co-

urse of changes in $14C$ distribution pods and stem sections. Austral J. Agr. Res., 1977, vol. 28, N 3, p. 395-400.

18. S t e p h e n s o n R. A., W i l s o n G. L. Patterus of assimilate distribution in soybeans at maturity. I. The influence of reproductive developmental stage leaf position. Austral J. Agr. Res., 1977, vol. 28, N 2, p. 203-209.

19. Б а р т к о в Б. И., Х о л у п е н к о И. П., М е д я н н и к о в В. М. и др. Некоторые особенности поступления продуктов фотосинтеза в плоды растений трибы фасольевых. - В кн.: Биология, генетика и микробиология сои. Новосибирск, 1976, с. 27-29.

20. Ж у к о в с к и й П. М. Культурные растения и их сородичи. - Л.: Колос, 1977. - 751 с.

21. С к в о р ц о в Б. В. Дикая и культурная соя Восточной Азии. - Харбин; Изд-во общества по изучению Маньчжурии. 1927, - 157 с.

22. T a k a h a s h i Y., Fukugama. J. Morphological and genetic studies on the soybean (In. Jap.) - Agr. Exp. Sta, Rep, 1919, vol. 10, - 100 p.

23. Е н к е н В. Б. Использование экспериментального мутагенеза в селекции бобовых и других культур. - М.: Колос, 1967. - 79 с.

24. F e h r W. Genetic control of leaflet number in soybean - Crop Sci, 1972, vol. 12, N 2, p. 221-224.

25. Б о ч к о в о й А. Д. Основные принципы селекции сортов и гибридов интенсивного типа. - Сельское хозяйство за рубежом, 1979, № II, с. 17-22.

26. К о р с а к о в Н. И. Соя (систематика и основы селекции): Автореф. дис. на соиск. д-ра с.-х. наук. Л., 1973. - 42 с.

27. Б е л и к о в И. Ф. Световой режим и его регулирование в посевах сои. - В кн.: Биологические ресурсы Дальнего Востока. М., 1959, с. 109-124.

28. К о н е ч н а я Н. В. Физиологические основы получения высоких урожаев сои. - Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство, 1969, № 7, с. 42-45.

29. Д ж о с а н Н., Н и к о л а е И. Перспективные мутанты у сои. - Генетика, 1974, т. 10, № 6, с. 43-50.

30. А л а А. Я. Именчивость генетических параметров сои в популяциях сои под воздействием мутагенов: Дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. - Новосибирск, 1971. - 32 с.

31. Герасимова Н. Интенсивность роста стержневого корня у растений сои.- Зернобобовые и крупяные культуры, 1979, № 2, с.53.

32. Hartwig E. E., Edwards C. J. Effects of morphological characteristics upon seed yield in soybean.-Agron. J., 1970, vol.62, p. 64-65.

33. Корсаков Н. И. Каталог генетической коллекции сои.- Л., 1973, вып. II5.- 69 с.

34. Ала А. Я. Отбор по крупности семян. Науч.техн.бюл./СО ВАСХНИЛ,1976, вып.5., с. 25-30.

35. Козак М. Ф. Наследование окраски семян у межвидовых гибридов сои.-Генетика, 1978, т. I4, № I, с. 36-43.

36. Nagai I. Inheritance in the soybean. Nogyo Oyobi Engei, 1926, vol.1, p.107-108.

37. Owen T. V. Inheritance studies in soybeans.- Genetics, 1927, vol. 12, p. 519-529.

38. Bernard R. L. Two genes affecting for time of flowering and maturity in soybeans.-Crop Sci., 1971, vol. 11, p.242-244.

39. Булах Н. Н., Аристархова М. Л. Изучение (фенотипической) изменчивости количественных признаков сои.Сб.тр.ВИР аспирантов и молодых научных сотр.(ВНИИ раст.),1970, № I6, с.246-255.

40. Джонсон Г. В., Бернارد В. Л. Генетика и селекция сои/Под. ред. В. Б. Енкена.- М.: Колос, 1970, с. II-98.

41. Williams L. F., Lynch D. L. Inheritance of a non-nodulating character in the soybean.- Agron. J., 1954, vol. 46, p.28-29.

42. Weisv M. G. Inheritance and physiology of efficiency in iron utilization in soybeans.- Genetics, 1943, vol.28, p.253-268.

43. Колоскина М. Основные направления исследований по повышению урожайности сои в США.- Сельскохозяйственная экспресс-информация, 1971, с. 2I-22.

44. Нечипоренко В. Выращивание сои в узкорядных посевах (США).- Сельскохозяйственная экспресс-информация, 1974, № I38, с. 2I.

45. Малыш К. К. Соя в Амурской области.-Благовещенск, 1960. -33 с.

46. Новак А. Г. Соя на Дальнем Востоке.- Владивосток, 1960. -350 с.

47. Беликов И. Ф. Вопросы биологии и возделывания сои.-

В кн.: Биология и возделывание сои. Владивосток, 1971, с.12-21.

48. У л и т и н Н. П. Исследование трехстрочного способа посева сои в Приморском крае.-Владивосток, 1975.-35 с.

49. Х а т к о в о й Л. Т. Производство сои полосным способом (на Дальнем Востоке).-Хабаровск, 1966.-45 с.

50. Ш а л у н о в а Л. П. Широкорядные посевы сои в Амурской области.- В кн.: Условия произрастания и урожай сои. Новосибирск, 1978 с. 52-54.

51. Ч у х н о Т. В. Площадь питания растений сои и способы посева.-Науч.-техн.бюл./СО ВАСХНИЛ. 1977, вып. 5,6,с. 55-60.

52. В e u e r l e i n J. E., P e n d l e t o n J. W.,
B a u e r M. E., J h o r a s h y S. R. Effect of branch re-
movel and plant populations of egnidistant spraings on yield and
light use effeciency of soybean canopies.- Agron.J., 1971, vol.
63, N 2, p.317-319.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Модель сорта	5
Стебель	5
Лист	II
Корень	I3
Растение (куст)	I4
Боб	I6
Семя	I8
Биологические особенности	20
Основные компоненты урожая	24
Качественный состав семян	25
Уравнение урожая	26
Литература	27

