

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ)
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СОИ»
(ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои)**

Рег.№ 122041900003-4



УТВЕРЖДАЮ

Исполняющий обязанности директора
канд. с.-х. наук
К.А. Никульчев

16 января 2023 г.

ОТЧЕТ

**О НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ОБЛАСТИ СЕЛЕКЦИИ
НА ЭТАПЕ 2 РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА**

Реализация направлений, соответствующих программе создания и развития селекционно-семеноводческого центра в области сельского хозяйства для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт сои

(промежуточный)

Соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидии
от 28.05.2021 г. № 075-15-2021- 556 (внутренний номер № 09.ССЦ.21.0023)

Федеральный проект «Развитие масштабных научных и научно-технологических проектов по приоритетным исследовательским направлениям» национального проекта «Наука и университеты»

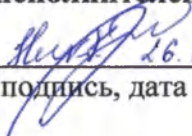
Научный руководитель
канд. с.-х. наук

16.01.23 Никульчев К.А.
подпись, дата

Благовещенск 2023

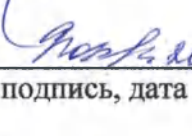
Список исполнителей

Научный руководитель,
канд. с.-х. наук

 26.01.23, Никульчев К.А.
подпись, дата (раздел(ы) 1-5)

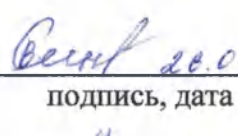
Ответственный исполнитель:

Ведущий научный сотрудник,
канд. с.-х. наук

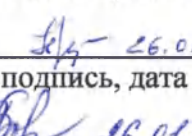
 26.01.23, Фокина Е.М.
подпись, дата (раздел(ы) 1-2, заключение)

Исполнители:

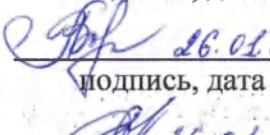
Главный научный сотрудник,
д-р с.-х. наук, академик РАН

 26.01.23, Синеговская В.Т.
подпись, дата (раздел(ы) 2)

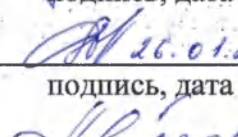
Главный научный сотрудник,
д-р тех. наук, профессор

 26.01.23, Присяжная С.П.
подпись, дата (раздел(ы) 2.1)

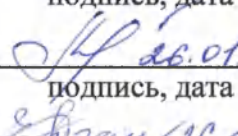
Ведущий научный сотрудник,
канд. экон. наук, доцент

 26.01.23, Волкова Е.А.
подпись, дата (раздел(ы) 1-4, заключение)

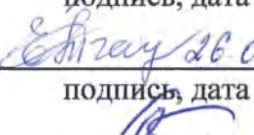
Ведущий научный сотрудник,
д-р. биол. наук, профессор

 26.01.23, Иваченко Л.Е.
подпись, дата (раздел(ы) 3-4)

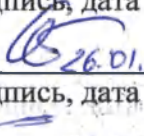
Ведущий научный сотрудник,
канд. биол. наук, доцент

 26.01.2023, Лаврентьева С.И.
подпись, дата (раздел(ы) 3-4)

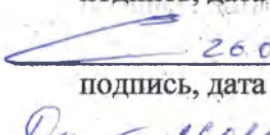
Ведущий научный сотрудник,
канд. с.-х. наук, доцент

 26.01.23, Наумченко Е.Т.
подпись, дата (раздел(ы) 2.1)

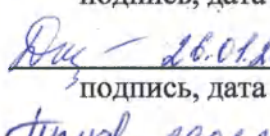
Ведущий научный сотрудник,
канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.

 26.01.2023, Рафальский С.В.
подпись, дата (раздел(ы) 2.1)

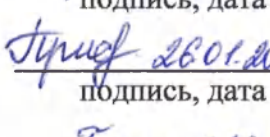
Ведущий научный сотрудник,
канд. экон. наук

 26.01.2023, Синеговский М.О.
подпись, дата (раздел(ы) 2)

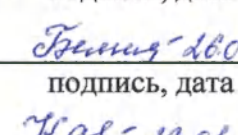
Старший научный сотрудник,

 26.01.2023, Душко О.С.
подпись, дата (раздел(ы) 2.1)

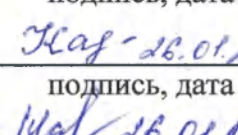
Старший научный сотрудник,
канд. техн. наук

 26.01.2023, Присяжная И.М.
подпись, дата (раздел(ы) 2.1)

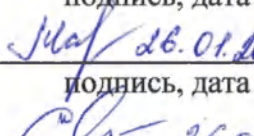
Старший научный сотрудник

 26.01.23, Беляева Г.Н.
подпись, дата (раздел(ы) 1-2)

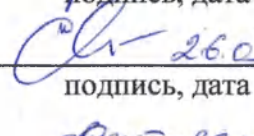
Старший научный сотрудник

 26.01.2023, Калицкая Н.Г.
подпись, дата (раздел(ы) 1.3)

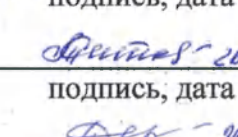
Старший научный сотрудник

 26.01.2023, Михайлова М.П.
подпись, дата (раздел(ы) 4.2)

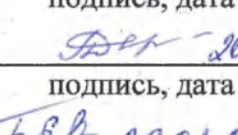
Старший научный сотрудник

 26.01.23, Низкий С.Е.
подпись, дата (раздел(ы) 4.1)

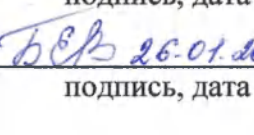
Старший научный сотрудник

 26.01.23, Титов С.А.
подпись, дата (раздел(ы) 1-2)

Старший научный сотрудник

 26.01.23, Разанцевей Д.Р.
подпись, дата (раздел(ы) 1-2)

Старший научный сотрудник

 26.01.2023, Банецкая Е.В.
подпись, дата (раздел(ы) 2.1)

Научный сотрудник	 26.01.2023г. подпись, дата	Бондаренко О.Н. (раздел(ы) 3-5)
Научный сотрудник	 26.01.2023г. подпись, дата	Гретченко А.Е. (раздел(ы) 4.2)
Младший научный сотрудник	 26.01.2023г. подпись, дата	Блинова А.А. (раздел(ы) 3-5)
Младший научный сотрудник	 26.01.2023г. подпись, дата	Левина А.Н. (раздел(ы) 2.1)
Младший научный сотрудник	 26.01.2023г. подпись, дата	Мезенцева Ю.О. (раздел(ы) 4.2)
Младший научный сотрудник	 26.01.2023г. подпись, дата	Науменко Е.Е. (раздел(ы) 2)
Младший научный сотрудник	 26.01.2023г. подпись, дата	Очкурова В.В. (раздел(ы) 2)
Младший научный сотрудник	 26.01.23г. подпись, дата	Пензин А.А. (раздел(ы) 3-5)
Младший научный сотрудник	 26.01.23г. подпись, дата	Тимкин П.Д. (раздел(ы) 3-5)
Младший научный сотрудник	 26.01.23г. подпись, дата	Урюпина А.А. (раздел(ы) 2)
Лаборант-исследователь	 26.01.2023г. подпись, дата	Глава Л.С. (раздел(ы) 1)
Лаборант-исследователь	 26.01.2023г. подпись, дата	Мищенко О.А. (раздел(ы) 1)
Лаборант-исследователь	 26.01.2023г. подпись, дата	Шумилова Ю.М. (раздел(ы) 1.3)
Лаборант-исследователь	 26.01.2023г. подпись, дата	Вострикова И.В. (раздел(ы) 1-2)
Лаборант-исследователь	 26.01.2023г. подпись, дата	Гаврилова О.С. (раздел(ы) 1-2)
Зам. директора по производству	 26.01.23г. подпись, дата	Чепелев Г.П. (раздел(ы) 2.1)
Ведущий специалист-агроном	 26.01.2023г. подпись, дата	Артемьев О.Л. (раздел(ы) 2.1)
Ведущий специалист-агроном	 26.01.2023г. подпись, дата	Беляев В.Н. (раздел(ы) 2.1)
Ведущий специалист-агроном	 26.01.2023г. подпись, дата	Гаврилов В.П. (раздел(ы) 2.1)
Ведущий специалист-агроном	 26.01.23г. подпись, дата	Гончарова И.Н. (раздел(ы) 2.1)
Ведущий специалист-агроном	 26.01.23г. подпись, дата	Прачик В.И. (раздел(ы) 2.1)

Содержание

<i>1 Изучение мировых генресурсов, сохранение, изучение и поддержание генетической коллекции культурной и дикой сои как основы для создания новых отечественных высокопродуктивных генетически не модифицированных сортов</i>	<i>6</i>
1.1 Изучение коллекционных образцов зарубежной селекции.....	6
1.2 Изучение коллекционных образцов дикой сои	8
1.3 Изучение генофонда сои ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (признаковая коллекция)	11
Выводы	13
<i>2 Проведение исследований по созданию и внедрению новых перспективных генетически не модифицированных сортов сои различных групп спелости для возделывания в условиях с ограниченными тепловыми ресурсами</i>	<i>15</i>
2.1 Создание нового селекционного материала, изучение гибридов на разных этапах селекционного процесса.	15
Выводы	41
<i>3 Проведение научных исследований по маркированию генетических систем дикой и культурной сои для обеспечения создания адаптивных сортов</i>	<i>43</i>
3.1 Маркирование генетических систем форм дикой и сортов культурной сои дальневосточной селекции с помощью микросателлитов ДНК для выявления степени их генетического родства.....	43
3.2 Анализ семян сортов сои дальневосточной селекции и форм дикой сои на наличие синтетических ДНК-конструкций (фрагменты 35S промотора и NOS терминатора).....	49
Выводы:	51
<i>4 Сравнительная оценка удельной активности ферментов, их множественных форм и биохимического состава семян сои</i>	<i>53</i>
4.1 Биохимические показатели семян сои.....	53
4.2 Удельная активность и множественные формы ферментов в семенах сои.....	55
Выводы:	62
Заключение.....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	65

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Термин, обозначение или сокращение	Определение (значение)
Соглашение, соглашение о предоставлении гранта	Соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидии от 28.05.2021 г. № 075-15-2021-556 (внутренний номер № 09.СЦ.21.0023)
Отчет о выполнении мероприятий (работ) отчетного этапа	Отчет о выполнении на отчетном этапе мероприятий (работ), предусмотренных планом-графиком реализации мероприятий, соответствующих программе создания и развития центра
ПГ, План-график, План- график реализации мероприятий	План график реализации мероприятий, соответствующих программе создания и развития центра (Приложение № 9 к Соглашению)
Отчет о НИРТ	Отчет о научных исследованиях и разработке новых технологий в области селекции на отчетном этапе
Научная инфраструктура	Материально-техническая база, предназначенная для обеспечения научной деятельности, в состав которой входят оборудование, необходимое для проведения научных исследований, система информационного обеспечения (библиотеки, информационные центры, информационные сети)

1 Изучение мировых генресурсов, сохранение, изучение и поддержание генетической коллекции культурной и дикой сои как основы для создания новых отечественных высокопродуктивных генетически не модифицированных сортов

1.1 Изучение коллекционных образцов зарубежной селекции

Генетический фонд растительных ресурсов является материальной и интеллектуальной ценностью, а растительный материал, содержащий функциональные единицы наследственности, представляет фактическую или потенциальную значимость для селекции. Исследования, проводимые в 2022 г. являются логическим продолжением селекционного процесса при создании новых сортов. Изучение коллекционного материала проводится в течение ряда лет для выявления лучших источников хозяйственно ценных признаков.

В 2022 г в коллекционном питомнике повторное изучение проходили 62 номера сортов зарубежной селекции из США, КНР, Канады, Франции, Японии, Австрии, Сербии. Скороспелые сорта и образцы сравнивались со стандартным сортом сои Лидия, среднеспелые – с сортом Даурия, позднеспелые – с сортом Алена. Урожайность семян у скороспелых сортов и образцов составила 1,11...3,11 т/га, среднеспелых и 2,03...4,00 т/га, позднеспелых – 1,18...4,30 т/га. Самыми позднеспелыми, с периодом вегетации более 125 дней, отмечены 5 сортов из США. Вызревание семян у данных сортов сои в текущем году составила от 40 до 80 %.

В селекции на сокращении периода вегетации наибольшую ценность представляют ультраскороспелые формы. Анализ коллекционного материала позволил выявить 5 ультраскороспелых номеров с периодом вегетации 84...90 дней, созревающих на 8...14 дней раньше скороспелого стандарта, однако все они характеризовались низкой урожайностью 1,11...1,74 т/га (– 0,46...1,09 т/га к st) и низкорослостью 37...61 см.

Большого внимания заслуживают скороспелые сорта, выделяющиеся по комплексу хозяйственно ценных признаков: ОАК Пруденс (Канада); Daksoy; Jim (США); Мю-5 (Франция); Аренс-1; Адесса (Австрия) с периодом

вегетации 97...104 дня и урожайностью – 2,57...3,11 т/га, превышающие стандарт Лидия на 0,37...0,91 т/га. Эти сорта могут быть использованы в гибридизации как источники скороспелости и высокой продуктивности.

В среднеспелой группе высокими показателями урожайности семян отмечены образцы сои: №1-2014 J 72 (КНР) – 3,80 т/га (+0,54 т/га к st); Хэйхэ 43 (КНР) – 3,84 т/га (+0,58 т/га к st); Кордоба (Австрия) – 3,70 т/га (+0,44 т/га к st), ЕСГ 1812 (Франция) – 3,43 т/га (+0,17 т/га к st). Данные сорта целесообразно привлекать в скрещивания как источники нескольких хозяйственно ценных признаков и одновременно высокой продуктивности.

В позднеспелой группе превышением над стандартом Алена на 0,24...0,93 т/га отмечены следующие образцы сои: Саска, Каната (Канада), Хонсю (Япония), АД 22 MN 1401 (США), 12-hh 1720 (КНР). По комплексу хозяйственно полезных признаков выделен образец сои китайской селекции № 12-hh 1720 у которого зафиксирована самая высокая урожайность 4,3 т/га, кроме того этот сорт отличается крупными семенами (масса 1000 семян 186,2 г.), высокими растениями (90 см) и высоким прикреплением нижнего боба (20 см).

Поиск генетических источников и доноров повышенного содержания белка в семенах сои является одной из актуальных задач современной селекции, поскольку способствует повышению результативности практических исследований. Оценка коллекционного материала позволила выявить 14 образцов сои с высоким содержанием белка 40,1...45,5%, из которых 5 имеют лучшие показатели: Кассиди (43,3%), ЕСГ 1813 (45,5%), РТЖ Спида (45,3%), Милл Риф (43,1%), НС Катя (44,9%).

Не маловажным признаком является масса 1000 семян. У сортов и образцов сои коллекционного питомника она составляла 122,1...279,9 г. Отмечено 6 образцов сои с массой 1000 семян более 200 грамм: Микавасима (279,9 г), Hidaka (200,9 г), Хонсю (225,8 г), отб. Хонсю (220,5 г), №3 – 2014 J 78 (213,5 г). Однако данный признак является нестабильным и существенно изменяется в разные по погодным условиям годы. Тем не менее, образцы с

высокой массой 1000 семян могут использоваться в скрещиваниях при создании нового гибридного материала.

Высота растений у изучаемых сортов сои варьировала от 37 до 108 см. Большинство растений с высотой стебля от 65 до 85 см, что приравнивается к стандартным сортам сои Лидия, Даурия, Алена. Наиболее высокий стебель отмечен у американского сорта AD22 MN 1401 (108 см).

При изучении сортов сои зарубежной и инорайонной селекции были выделены образцы, как с низким, так и с высоким прикреплением нижнего боба, данный признак варьировал от 7 до 30 см, у большинства изучаемых сортов сои прикрепление нижнего боба практически было равно или несколько превышало показатели стандартов. Наиболее высокое прикрепление нижнего боба (21...30 см) отмечено у 12 сортов: Каната (Канада), Barnes, Council, AD20 Sargent, AD22 MN1401, AD23 Parker (США), Хонсю (Япония), № 4–2014 J 78, № 9–hh 1692, №62 № 10– hh 1703, Хэй 13-3387, Хэй 05-1818 (КНР).

Процент поражения семян болезнями у коллекционных номеров составлял от 0,6 до 21,6%, повреждения вредителями – от 1,0 до 16,1%.

Таким образом, в результате изучения номеров сои зарубежной селекции выделен ряд источников хозяйственно полезных признаков: 5 – скороспелости, 15 – высокой продуктивности, 12 – высокого прикрепления нижнего боба (21...30 см), 1 – высокостебельности (108 см), 14 – высокого содержания бека в семенах (40,1...45,5%), 6 источников высокой массы 1000 семян (200,9...279,9%). Все выделенные сорта и образцы сои являются ценным исходным материалом для гибридизации.

1.2 Изучение коллекционных образцов дикой сои

Изучение диких форм сои в условиях культуры позволяет выделить ценные генотипы, которые можно задействовать в селекционном процессе в качестве исходного материала, поскольку использование дикой уссурийской сои в гибридизации позволяет значительно увеличить диапазон

изменчивости хозяйственно ценных признаков в гибридных популяциях соевого агроценоза.

В питомнике коллекции дикой сои семена перед посевом скарифицировали препаровальной иглой, высевали вручную, площадь питания одного растения 90 x 100 см. В качестве стандартов использовали скороспелый сорт Лидия и сортообразец дикой сои КТ-156. В период вегетации проводили фенологические наблюдения и оценки, в период созревания – оценку по хозяйственно ценным признакам. Все растения убирали путем выдергивания с корнем. Учет урожая и биометрический анализ проводили по каждому растению. В изучении находилось 40 номеров коллекции дикой сои (КД) сформированной из линий, собранных в различных районах Амурской области (Зейский, Белогорский, Архаринский, Благовещенский, Михайловский). В таблице 1 представлена характеристика образцов дикой сои по хозяйственно ценным признакам.

Продолжительность периода вегетации у диких форм сои составляла от 99 до 116 дней, при 102 днях у стандарта дикой сои КТ-156 и 100 днях у стандарта культурной сои сорта Лидия. В процессе изучения отмечены 2 скороспелых номера КБел-41 и КА-450, с периодом вегетации 99 дней.

Высота растений у форм дикой сои варьировала от 80,7 (№ 25) до 185,5 см (№ 28) при 74,0 см у стандарта культурной сои Лидия и 130,0 см у стандарта дикой сои КТ-156. Наибольшая высота растений (171,5...185,5 см) отмечена у 6 образцов: № 6 – КБел-107, № 25 – КМ- 6361, № 2/8 – КА-361, № 29 – КА-372, № 30 – КА-494 и № 38 – КА-471.

Масса семян с одного растения у линий дикой сои изменялась от 0,9 г у № 35 – КА-450 до 110,0 г у № 6 – КБел-107, при 42,3 г у стандарта дикой сои КТ-156, и 61,4 г – у стандарта культурной сои Лидия. По данному признаку стандарт дикой сои превзошли 6 образцов, из которых наиболее высокими показателями отмечены: № 6 – КБел-107, № 12 – КБел-37, № 13 – КБел-41, № 22 – КМ-6370, № 24 – КМ-6360 и № 27 – КА-345, превышающие стандарт дикой сои КТ-156 на 2,8...67,7 г.

Таблица 1 – Характеристика генофонда дикой сои *G.soja* по хозяйственно ценным признакам, 2022 год

№ п/ п	Происхождение	Период вегетаци и	Высота		Масса семян сои с 1 растения, г	Масса 1000 семян сои, г	содержание	
			растения	прик. нижнего боба, см			белка	жира
0	St Лидия	100	74,0	9	61,4	134,4	38,4	19,8
1	St КТ-156	102	130,0	4	42,3	27,6	49,9	10,6
2	КБел-156	109	164,2	4	25,0	13,0	48,4	11,5
3	КБел-28	102	157,3	5	34,2	15,7	49,2	11,8
4	КБел-47	110	166,8	4	26,9	15,3	48,5	12,3
5	КБел-50	107	166,0	3	38,6	15,5	47,2	11,8
6	КБел-107	100	183,6	4	110,0	26,4	50,9	11,3
7	КБел-113	109	147,6	4	15,4	16,4	48,1	11,6
8	КБел-116	112	168,8	6	17,9	11,0	47,8	12,6
9	КБел-28	104	92,0	3	23,7	13,0	50,7	9,7
10	КБел-30	100	131,0	4	13,8	12,0	50,3	9,7
11	КБел-35	103	155,3	3	21,3	18,0	50,9	11,9
12	КБел-37	107	163,0	6	63,0	18,5	49,9	10,7
13	КБел-41	99	148,0	4	45,1	9,0	50,3	9,4
14	КБел-43	110	150,5	5	27,4	10,5	50,4	9,7
15	КБел-46	109	137,5	5	15,6	13,0	50,9	8,4
16	КБел-47	107	110,8	2	20,1	12,8	50,9	11,3
17	КБел-49	111	114,0	9	9,0	22,0	49,4	9,4
18	КМ-6352	105	146,0	5	14,8	14,0	49,4	10,0
19	КМ-6365	112	152,0	8	16,0	14,0	50,5	9,1
20	КМ-6367	106	142,2	3	12,2	13,0	50,9	8,0
21	КМ-6368	104	80,7	3	21,3	11,0	48,8	11,8
22	КМ-6370	104	147,3	3	47,5	24,3	50,2	9,7
23	КМ-6376	104	145,8	4	26,5	12,0	50,9	8,1
24	КМ-6360	106	152,6	5	53,1	14,0	50,8	9,2
25	КМ-6361	101	171,5	5	19,8	16,0	50,8	9,2
26	КА-338	108	117,5	3	16,9	14,3	50,3	9,4
27	КА-345	113	163,6	5	50,4	22,0	50,2	8,5
28	КА-361	115	185,8	5	41,3	21,5	50,8	9,2
29	КА-372	115	172,6	5	37,8	21,5	50,9	8,1
30	КА-494	113	178,5	5	36,6	21,0	48,8	9,1
31	КА-438	104	147,0	5	18,5	11,0	50,8	9,2
32	КА-455	109	143,3	3	23,4	11,3	48,8	9,6
33	КА-444	107	155,8	3	29,8	13,4	50,8	10,2
34	КА-447	102	145,0	2	6,5	9,0	47,7	9,6
35	КА-450	99	91,5	4	0,9	8,0	50,9	8,0
36	КА-428	106	129,8	3	41,3	29,3	49,3	8,9
37	КА-429	108	133,0	3	23,8	11,0	49,1	8,5
38	КА-471	116	177,5	4	31,4	26,5	48,1	8,1
39	КА-479	107	97,7	3	14,3	12,0	48,5	9,5
40	КА-337	105	142,5	3	10,6	12,0	49,1	9,8
41	КА-475	106	122,7	3	12,1	13,3	47,6	12,5

Масса 1000 семян у образцов коллекции дикой сои варьировала в пределах 8,0...29,3 г. Наиболее высокие показатели отмечены у образца № 36 – КА-428.

Содержание белка у рассматриваемых номеров сои составило от 47,2 до 50,9 % при 38,4 % у стандарта Лидия и 49,9 % у КТ-156. Все образцы дикой сои превзошли стандарт культурной сои Лидия на 8,8...12,5 %, стандарт дикой сои на 1,8 %. С максимальным содержанием белка (50,9 %) выделено 7 номеров: № 6 – КБел-107, № 11 – КБел-35, № 15 – КБел-46, № 16 – КБел-47, № 20 – КМ-6367, № 23 КМ-6376 и № 29 – КА-372.

Содержание масла в семенах диких форм варьировало от 8,0 до 12,6 %, что превысило стандарт КТ-156 (10,6 %) на 2,0 %. С более высоким его содержанием (12,6 %) выделилось два образца: № 8 – КБел-116 (12,6%) и № 41 – КА-475 (12,5%).

Лучшие образцы дикой сои, будут использоваться в гибридизации с культурными формами для улучшения хозяйственно ценных признаков вновь полученных гибридов.

1.3 Изучение генофонда сои ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (признаковая коллекция)

Изучение и формирование коллекции сои было начато в 1940 году. К настоящему времени создан специфический генофонд растений, отличающихся различными хозяйственно ценными признаками по определенным направлениям использования. Рабочая коллекция (1308 номеров) включает в себя признаковую состоящую из 1009 образцов и сортов сои, 39 линий и 260 экзотических форм. Семена хранятся в лабораторном помещении при температуре +20...–25 °С. Коллекция пересевается через 2-3 года и в полевых условиях проверяется на чистоту признаков. В 2022 году проведен пересев 330 образцов признаковой коллекции генофонда ВНИИ сои с целью обеспечения семенам жизнеспособности. Основное назначение признаковой коллекции сои – надежное сохранение и выделение источников

и доноров хозяйственно ценных признаков для использования в селекционном процессе в качестве исходных родительских форм. Коллекция состоит из форм, обладающих отдельным или комплексом признаков. Некоторые экземпляры превышают мировые аналоги по продуктивности, скороспелости, устойчивости к болезням, вредителям и пониженным температурам при прорастании. В процессе пересева отслеживались как морфологические признаки (окраска цветка, форма листа, тип роста растений), так и количественные (общее количество листьев, ветвей, узлов, бобов, семян и др.).

Для обеспечения семенам жизнеспособности в 2022 году проводили пересев 119 форм признаковой коллекции, из которых 108 образцов амурской селекции и 11 сортов сои. Проводилась полевая оценка сортообразцов по ряду признаков. Отмечены формы с индетерминантным, полудетерминантным и детерминантным типом роста, устойчивые к болезням и пониженным температурам в период прорастания.

Экзотическая коллекция сои состоит из растений сои с измененной архитектоникой флоральной зоны: многоцветковыми обычными и терминальными кистями на главном стебле и ветвях, увеличенным количеством листочков на черешке (5-7-9), фасциированным стеблем и соцветием типа головки, войлочным опушением стеблей и бобов. Следует отметить формы с «замшевыми» семенами (имеющими мелковорсистый налет), отличающиеся повышенной устойчивостью к болезням и вредителям, и высоким содержанием белка в семенах.

В текущем году в результате изучения выделены скороспелые высокопродуктивные сортообразцы: Ам. 2004, Ам. 2025, Ам. 2026, Ам. 2030, Ам. 2035, Ам. 2037, Ам. 2083, Ам. 2260 и Ам. 2174 – с периодом вегетации 98...100 дней и урожайностью 3,01...3,54 т/га.

Отмечено шесть образцов – Ам.2033, Ам.2127, Ам.2184, Ам.2186, Ам.2259, Ам 2260 с компактным габитусом куста и 4...6 длинными ветвями равными по высоте главному стеблю. Данные формы отличаются

повышенным количеством бобов на растениях. При этом образец Ам.2259 выделялся хорошо выполненными верхушками и стебля, и ветвей. У сортообразца Ам. 2227 растения отличались наличием терминальных кистей, длиной 3...7 см, на основном стебле и ветвях, а для образца Ам. 2132 характерны растения с 5...6 укороченными ветвями, плотно прижатыми к основному стеблю.

В условиях переувлажнения почвы выявлены три номера сои – Ам 2043, Ам. 2173, Ам. 2180 устойчивых к полеганию, имеющих мощный высокий стебель 95...105 см.

Три стародавних сорта сои – Заря, Стрелка и Спутник созрели на 2...4 дня раньше скороспелого стандарта Лидия, однако уступили ему по продуктивности на 0,25...0,42 т/га.

Таким образом, выделенные по хозяйственно ценным признакам сортообразцы сои будут использоваться в гибридизации в качестве исходных родительских форм.

Выводы

1. В результате изучения номеров сои зарубежной селекции выделен ряд источников хозяйственно полезных признаков: 5 – скороспелости, 15 – высокой продуктивности, 12 – высокого прикрепления нижнего боба (21...30 см), 1 – высокостебельности (108 см), 14 – высокого содержания бека в семенах (40,1...45,5%), 6 источников высокой массы 1000 семян (200,9...279,9%).

2. В процессе изучения коллекции дикой сои отмечено 2 источника скороспелости (99 дней), 6 источников высокой продуктивности, превышающих стандарт дикой сои на 2,8...67,7 г. Выделено 7 источников с наиболее высоким содержанием белка в семенах – 50,9 % и 6 источников наиболее высокого стебля (171,5...185,5 см).

3. В результате изучения образцов признаковой коллекции генофонда ВНИИ сои отобрано 9 лучших образцов сои с комплексом хозяйственно

ценных признаков, которые являются ценным материалом для проведения гибридизации.

4. В результате изучения разнообразного коллекционного материала были выделены лучшие формы по отдельным и комплексу позитивных признаков, которые будут вовлечены в последующие скрещивания в качестве исходных родительских форм.

5. В процессе изучения селекционного материала генетическая коллекция сортов и сортообразцов культурной и дикой сои пополнена на 22 образца.

2 Проведение исследований по созданию и внедрению новых перспективных генетически не модифицированных сортов сои различных групп спелости для возделывания в условиях с ограниченными тепловыми ресурсами

2.1 Создание нового селекционного материала, изучение гибридов на разных этапах селекционного процесса.

В текущем году методом внутривидовой искусственной гибридизации создан новый селекционный материал по 12 комбинациям скрещивания (таблица 2).

Таблица 2 – Состав гибридов сои F₀, 2022 год

№ п/п	Происхождение	Кол-во опыленных цветков, шт.	Кол-во завязавшихся бобов, шт.	Кол-во убранных бобов, шт.	Кол-во семян для посева, шт.
1	♀ № 470 КрасГАУ x ♂ Пруденс (Канада)	11	2	2	6
2	♀ Пруденс (Канада) x ♂ Г – 23 (КрасГАУ)	11	5	5	9
3	♀ Г – 23 (КрасГАУ) x ♂ Пруденс (Канада)	12	8	5	4
4	♀ Пруденс (Канада) x ♂ YJ 002311 (Швеция)	13	5	4	5
5	♀ YJ 002311 (Швеция) x ♂ Пруденс (Канада)	20	10	6	10
6	♀ (Л15244 т.к. x Л15185 ф.с.) x ♂ Топаз	10	2	2	5
7	♀ Топаз x ♂ (Л15244 т.к. x Л15185 ф.с.)	10	3	1	3
8	♀ (Л15244 т.к. x Л15185 ф.с.) x ♂ Ляна	10	8	7	10
9	♀ Ляна x ♂ (Л15244 т.к. x Л15185 ф.с.)	10	6	6	11
10	♀ (Л15244 т.к. x Л15185 ф.с.) x ♂ Невеста	10	7	5	8
11	♀ Невеста x ♂ (Л15244 т.к. x Л15185 ф.с.)	10	9	9	19
12	♀ (Л15244 т.к. x Л15185 ф.с.) x ♂ Хабаровский Юбиляр	13	16	11	19
Итого:		140	81	63	109

Гибридизация проводилась по схеме простых скрещиваний на основании принципа генетической дивергенции и с учетом эколого-географической отдаленности исходных родительских форм. В скрещиваниях использовали сорта и образцы сои амурской селекции, а также зарубежного и инорайонного происхождения с разнообразной архитектоникой флоральной зоны, отличающиеся высокой продуктивностью, многоцветковой кистью, законченным ростом стебля, короткими междоузлиями, выполненной верхушкой и другими положительными качествами. Используемые формы относились к различным группам

спелости, различались по морфологическим и хозяйственно ценным признакам.

В 7 комбинациях в качестве одного из родителей были использованы нетипичные формы сои собственной селекции – (Л15271 т.к. х Л15188 ф.с.) и (Л15244 т.к. х Л15185 ф.с.). Данные формы характеризуются фасцированным стеблем и терминальным соцветием в виде головки содержащей до 120 бобов.

В целом проведена кастрация и опыление 140 бутонов (10...20 бутонов в каждой комбинации), завязался 81 боб – 57,8 %, из них к уборке сохранилось 63 боба – 45 % из которых получено 109 семян пригодных к посеву. Все семена будут высеваться для изучения в питомнике гибридов F₁ в 2023 году.

Методом естественной гибридизации проведены межвидовые и внутривидовые скрещивания по 6 комбинациям.

При подборе пар диких форм и культурных сортов сои для гибридизации необходимы следующие условия:

- установить концепцию сорта, т.е. в качестве реципиента использовать местный или зарубежный сорт. Как правило, сорт – реципиент по основным хозяйственно ценным, биологическим и морфологическим признакам должен соответствовать экологическим условиям, региона возделывания;

- при подборе сорта в качестве реципиента следует учитывать хозяйственно ценные признаки или один из них (высокий белок, масличность, высокая масса 1000 семян и т.д.), т.е. подбор пар осуществляется по признаку;

- подбор пар осуществляют по концепции гена (доминантный или рецессивный) с целью создания новых высокоурожайных сортов, устойчивых к болезням, вредителям и т.д.

В 2022 году объем скрещиваний составил 6 комбинаций, полученных путем естественной гибридизации, из них 3 от скрещиваний *Glycine max* х *G. soja*, 3 комбинаций *Glycine max* х *Glycine max* (таблица 3).

Таблица 3 – Получение межвидовых и внутривидовых гибридов сои естественной гибридизации в системе реципиент – донор F₀, 2022 г.

№ комбинации	Гибридная комбинация
Культурная х дикая	
1	♀ Юган х ♂ КА-377
2	♀ Марината х ♂ КЗ-592
3	♀ Юган х ♂ К.Бел-84
Культурная х культурная	
4	♀ Марината х ♂ Хэйхэ 43
5	♀ Юган х ♂ (Дя-1 х КА 1413)
6	♀ Марината х КЗ-671 х ♂ Сентябринка

В качестве отцовских компонентов использовали 3 скороспелые формы дикого вида *G.soja* – КА-377, КЗ-592, КБел-84, сорт Сентябринка амурской селекции, китайский сорт Хэйхэ 43 и образец из коллекции КФ – Дя-1 х КА-1413 с периодом вегетации 101...108 дней и доминантным признаком – фиолетовая окраска цветка. Все дикие и культурные формы были идентифицированы по маркерным генам и изучены по хозяйственно ценным, биологическим и морфологическим признакам. В качестве материнских форм использовали среднеспелые (110...117 дней) высокопродуктивные, адаптированные к почвенно-климатическим условиям Дальневосточного региона сорта: сорт сои Марината (Хабаровский край) и сорт сои Юган амурской селекции.

Гибриды первого поколения (F₁)

В питомнике гибридов F₁ изучалось 77 потомств 14 гибридных комбинаций представленных преимущественно простыми скрещиваниями. Убрано 69 растений, получено 9578 семян пригодных к посеву (таблица 4).

Таблица 4 – Состав гибридов F₁, 2022 год

№ комбинации	Происхождение	Кол-во семян в посевах, шт.	Убрано растений, шт.	Кол-во семян для посева, шт.
1	♀ Н.С. Катя (Сербия) х ♂ Саска (Канада)	16	14	2233
2	♀ Максус (Канада) х ♂ Пепелина	7	7	1138
3	♀ Ам.2454 (отб. С) х ♂ От. Опус (Канада)	5	5	538
4	♀ Лучистая х ♂ (Хэйхэ 26 х G.uss. КМ-705)	11	8	1227
5	♀ Апис х ♂ Ам.2584 (д 75 КСИ/2020)	7	7	818
6	♀ М Лазурная γ 18 кр х ♂ Максус (Канада)	8	8	1393
7	♀ Арийка х ♂ Ам.2463 (д 12 КСИ/2020)	1	1	130
8	♀ От. Опус (Канада) х ♂ Ам.2584	7	6	503
9	♀ Сойка х ♂ Л18088 – М. Нега γ 18 кр	3	3	209
10	♀ Максус (Канада) х ♂ Л18008 – М. Лидия γ 18 кр	1	1	43
11	♀ Л18008 – М. Нега-1 γ 18 кр х ♂ Хэйхэ 12	2	2	289
12	♀ Л18008 – М. Нега-1 γ 18 кр х ♂ от. Опус (Канада)	2	2	165
13	♀ Mageva (Россия) х ♂ Грация	5	4	881
14	♀ 1-Б-9 (КрасГАУ) х ♂ Амбелла	2	1	11
Итого		77	69	9578

Подбор пар для скрещивания проводился с учетом показателей урожайности, продолжительности периода вегетации, морфологическим признакам и по устойчивости к болезням и вредителям. В качестве родительских форм использовали высокопродуктивные сорта зарубежной, инорайонной и амурской селекции, отборы на сортах, константные формы селекционных питомников, мутантные формы. В период вегетации по всем комбинациям проводился анализ и полевая оценка гибридного материала на идентичность. В связи с неблагоприятными погодными условиями 10 % гибридов погибли, к уборке сохранилось 69 растений. Гибридные комбинации различались по морфологическим и хозяйственно ценным признакам. Ряд растений F₁ проявили гетерозисный эффект по отдельным признакам – отличались высокой продуктивностью, превосходили исходные родительские формы по количеству бобов, семян и массе 1000 семян. Одной из лучших отмечена гибридная комбинация №2 – ♀ Максус (Канада) х ♂ Пепелина. Растения данной комбинации отличаются мощным стеблем высотой 89...92 см с 3...5 продуктивными ветвями, большим количеством

узлов (35...46), бобов (100...147) и семян (100...300), массой семян с растения 35,9... 53,3 г.

По ряду признаков выделены гибридные комбинации №4 Лучистая х ♂ (Хэйхэ 26 х G.uss. KM-705) и №6 – ♀ М Лазурная γ 18 кр х ♂ Максус (Канада), которые отличались мощными растениями, выполненной верхушкой главного стебля, короткими междоузлиями и большим количеством бобов (более 100 на растении).

Таким образом, все гибридные популяции F₁ представляют определенный интерес по сочетанию морфологических и хозяйственно полезных признаков. Все семена, полученные от 69 растений, будут высеваться в 2023 году в питомнике гибридов второго поколения (F₂) для дальнейшего изучения.

Гибриды второго поколения (F₂)

В питомнике гибридов сои F₂ изучалось 82 потомства (7201 растение) 12 гибридных комбинаций представленных простыми, двойными, тройными и сложными ступенчатыми скрещиваниями (таблица 5).

Таблица 5 – Состав гибридов сои F₂, 2022 год

№ гибри. комбинации	Происхождение	Кол-во в изучении, шт.		Отобрано элитных растений, шт.			
		потомств	растений	скоро-спелых	средне-спелых	поздне-спелых	всего
1	2	3	4	5	6	7	8
1	♀ Веретейка х {[ИО134143 – Хэйхэ 4 (КНР) х Соната] х K5118 – Безымянская 1 (Россия)} х ♂ Л18085 – Грация γ 18 кр	10	1086	1	22	10	33
2	♀ Ам. 2464 х ♂ №6-2014 J 39 (КНР)	11	942	10	9	9	28
3	♀ Ам. 2387 х ♂ Хэй 983 (КНР)	3	385	0	0	0	0
4	♀ Хэйхэ 36 (КНР) х ♂ [5862-N840-7-3 (Швеция) х Хэйхэ 19 (КНР)] х И611519 – Клондайк (Украина).	4	482	2	4	2	8
5	♀ Mageva (Россия) х ♂ Хейхэ 9 (КНР) х [М. G. uss-46 х (Л15249 т.к. х Л15188 ф.с.)]	8	717	12	11	7	30
6	♀ Ам. 2048 х 611473 – Васка (Югославия) х ♂ Микавасима (Япония)	2	215	0	0	0	0
7	♀ Микавасима (Япония) х ♂ ИО144142-Бара(ВНИИМК) х Интрига	12	1150	12	40	9	61
8	♀ Апис (Ам. 2398) х ♂ №6-2014 J 39 (КНР)	6	457	0	7	3	10

9	♀ Jim (США) х ♂ Грэй (Ам. 2430)	5	407	2	8	7	17
10	♀ [(Л1371 х Л536) в.о. х Сузирья (Украина)] в.о. х ♂ №6-2014 J 39 (КНР)	10	511	0	2	0	2
11	♀ Евгения (Соната х Марината) ДальНИИСХ х ♂ (Л4942 х F ₁ д 623/86) т.к.	7	531	2	16	4	22
12	♀ (Л4942 х F ₁ д 623/86) т.к. х ♂ отб. Даурия х (Л9797 х Юбилейная)	4	318	1	2	0	3
итого		82	7201	42	121	51	214

В процессе изучения проводились фенологические наблюдения, визуальная полевая и идентификационная оценки гибридного материала, что позволило провести отбор лучших элитных растений по срокам созревания, учитывая морфологические и хозяйственно ценные признаки. Всего отобрано 214 элитных растений, в том числе 42 – скороспелых, 121 – среднеспелых, 51 – позднеспелых, которые существенно отличались по фенотипическому проявлению хозяйственно ценных признаков. Наибольшее количество элитных растений сои отобрано из гибридных комбинаций №1, 5 и 7.

Гибриды комбинаций №10 и 12 проявили регрессию по ряду хозяйственно полезных признаков относительно исходных родительских форм, отбор в данных комбинациях был минимальным. После лабораторного анализа весь отобранный материал по 12 гибридным комбинациям будет передан для изучения в питомник гибридов F₃.

Гибриды третьего поколения (F₃)

В питомнике гибридов сои F₃ изучался 145 номеров 8 гибридных комбинаций, представленных простыми и сложно-ступенчатыми скрещиваниями. С учётом фенологических наблюдений, визуальной полевой оценки в разные сроки созревания проводился отбор лучших элитных растений по морфологическим и хозяйственно ценным признакам.

Всего отобрано 143 элитных растения, в том числе 61 – скороспелое, 50 – среднеспелых, 32 – позднеспелых, которые существенно отличались по фенотипу (таблица 6).

Таблица 6 – Состав гибридов сои F₃, 2022 год

№ гибр. комб инаци и	Происхождение	Кол-во номеро в изучени и, шт.	Отобрано элитных растений, шт.			
			скоро- спелых	средне- спелых	поздне- спелых	всего
1	♀ Ам. 2404 – [Ам. 2127 х Хэй 05 – 4154 (КНР)] х ♂ Ам. 2455 – {[Хэйхэ 11 (КНР) х Смена] х Октябрь 70 γ7 γ7 кр} х Уркан	17	9	5	5	19
2	♀ Отб. Сентябрянка х ♂ Ам. 2481 (д 42 ПСИ/18) Грация γ18 кр М ₆	18	1	4	6	11
3	♀ Пепелина х ♂ Заряница	26	17	17	2	36
6	♀ Гармония х ♂ Кофу (Канада)	13	1	9	2	12
7	♀ Лидия х ♂ Ам 2429 (ВНИИС-18)	20	16	4	2	22
8	♀ Хэйхэ 14 х ♂ {Лазер 83 (КНР) х [Соната γ10кр х Лидия]} х И612828–Якобина (Украина)	17	3	7	4	14
9	♀ Кофу (Канада) х ♂ Хэйхэ 43	23	3	4	9	16
10	♀ Ам. 2343 – [(Соната х Ам.879) х (Гармония х Соната)] х ♂ Ам. 2495	11	11	0	2	13
Итого		145	61	50	32	143

Наибольший процент отбора проведен в комбинациях №3 – (36 шт) и №7 – (22 шт).

Из комбинации №3 простого скрещивания ♀ Пепелина х ♂ Заряница отобрано 36 элитных растения, преимущественно скороспелых (17 шт) и среднеспелых (17 шт) со светлым и рыжим опушением. Скороспелые формы характеризовались компактными растениями с 3...5 длинными и укороченными ветвями высотой 42...66 см, среднеспелые и позднеспелые – 71...89 см. Семена преимущественно среднего размера 120,5...164,8 г. Выделено 7 растений с высокой продуктивностью семян 38,9...51,3 г, у 43% растений отмечены 4-х семянные бобы.

В комбинации №7 отобрано 22 растения, из которых 16 скороспелые, 4 среднеспелые и 2 позднеспелые. Все растения данной комбинации характеризовались ярко рыжим опушением, индетерминантным типом роста, с 1...3 ветвями, у 65% растений отмечены 4-х семянные бобы.

После лабораторного анализа, все отобранные растения по 8 комбинациям будут переданы для изучения в питомник гибридов F₄.

Гибриды четвертого поколения (F₄)

В питомнике гибридов F₄ изучался 326 номеров 9 гибридных комбинаций, представленных простыми и сложными скрещиваниями (таблица 7).

Таблица 7 – Состав гибридов сои F₄, 2022 год

№ п/п	Происхождение	Количество номеров в изучении, шт.	Отобрано элитных растений, шт				Ко- во конст номеров шт.
			скоро- спелых	средне - спелых	поздне- спелых	всего	
1	♀ {[(Октябрь 70 х М. Смены 7-л.) х М. Смены 7-л.] х М. Смены 7-л.} х ♂ Лебедушка	77	11	9	3	23	6
2	♀ И508390–Dongnong-36 (КНР) х Ам.2085 х ♂ Ам. 2447	35	2	5	3	10	10
3	♀ {Соната х [K5222 (КНР) х K8049–Evans 11 х 41 (Канада)]} х ♂ Журавушка	33	2	4	2	8	13
4	♀ Хэй 13-3345-5 (КНР) х Киото (Канада)	44	1	12	12	25	4
5	♀ Хэйхэ 21 (КНР) х Ам. 2113	11	1	0	0	1	3
6	♀ (Л15244т.к. х Л15185ф.с.) х ♂ Журавушка	5	0	2	0	2	1
7	♀ M.G.uss. 8-6 γ15 кр х ♂ Куханна	40	0	21	15	36	12
8	♀ Отбор Хэйхэ 4 (КНР) х ♂ Ам. 2463	38	6	0	4	10	8
9	♀ [Ам.2085 х И508390 – Dong nong-36 (КНР)] х ♂ Ам.2464	43	2	8	12	22	13
Итого		326	25	61	51	137	70

По результатам фенологических наблюдений, визуальных полевых оценок убрано на анализ 70 константных форм, из которых на основании лабораторной оценки с учетом хозяйственно ценных признаков и

биометрических показателей выделено 11 лучших номеров, с периодом вегетации 99...108 дней, урожайностью 2,81...4,19 т/га (таблица 8).

Таблица 8 – Характеристика лучших номеров гибридов сои F₄, 2022 год

№ п/п	Происхождение	Период д вегетаци- и, дни	Урожайность, т/га		Масса 1000 семян , г	Высота, см		Пора- ж-е семян болез- нями, %	Пов- режд-е семян вредит. %
			всего	откло- - нение от st		расте ния	прик- репл. ниж. боба		
Скороспелая группа									
1	Лидия (st)	97	2,12		151,0	68	12	8,9	10,5
2	♀ {Соната x [K5222 (КНР) x K8049–Evans 11x41 (Канада)]} x ♂ Журавушка	101	3,49	+1,37	141,8	70	9	4,1	6,1
3	♀ {Соната x [K5222 (КНР) x K8049–Evans 11x41 (Канада)]} x ♂ Журавушка	101	2,87	+0,75	124,6	69	12	4,3	4,9
4	♀ {(Октябрь 70 x М. Смены 7- л.) x М. Смены 7-л.] x М. Смены 7-л.} x ♂ Лебедушка	99	2,93	+0,81	176,3	55	9	7,4	12,2
5	♀ {(Октябрь 70 x М. Смены 7- л.) x М. Смены 7-л.] x М. Смены 7-л.} x ♂ Лебедушка	99	2,81	+0,69	180,0	59	7	11,0	8,3
6	♀ {(Октябрь 70 x М. Смены 7- л.) x М. Смены 7-л.] x М. Смены 7-л.} x ♂ Лебедушка	99	2,41	+0,29	175,2	61	9	8,0	6,2
7	♀ Хэй 13-3345-5 (КНР) x ♂ Ам.1170	102	2,87	+0,75	161,2	73	15	1,9	13,0
Среднеспелая группа									
8	Даурия(st)	106	2,93		178,3	79	13	6,1	10,4
9	♀ M.G.uss. 8-6 γ15 кр x ♂ Куханна	106	4,19	+1,26	161,2	92	26	3,7	1,8
10	♀ M.G.uss. 8-6 γ15 кр x ♂ Куханна	106	3,57	+0,64	173,2	89	18	4,0	4,5
11	♀ M.G.uss. 8-6 γ15 кр x ♂ Куханна	104	3,52	+0,59	183,2	80	15	3,3	5,6
12	♀ Хэй 13-3345-5 (КНР) x Киото (Канада)	108	3,69	+0,76	176,8	75	12	2,9	1,9
13	♀ [Ам.2085 x И508390 – Dong pong-36 (КНР)] x ♂ Ам.2464	106	3,73	+0,80	185,3	89	21	6,0	3,4

В скороспелой группе представлены 6 номеров 3 гибридных комбинаций с периодом вегетации 99...102 дня и урожайностью 2,41...3,49 т/га, превышающих стандарт на 0,29...1,37 т/га;

Самой продуктивной среди скороспелых отмечена линия №1 сложной ступенчатой комбинации ♀ {Соната x [K5222 (КНР) x K8049–Evans 11 x 41 (Канада)]} x ♂ Журавушка, с периодом вегетации 101 день, созревшая на 4 дня позже стандарта с урожайностью 3,49 т/га (+1,37 т/га к st). Данная форма характеризовалась невысокими растениями (70 см) с одной длинной веткой и

хорошо сформированной (6...8 бобов) верхушкой основного стебля, короткими (4-5 см) междоузлиями, преимущественно 3-семянными бобами, высотой прикрепления нижнего боба 9 см (–3 см к st) и массой 1000 семян 141,8 г (–9,2 г к st).

Наибольшее количество (3) скороспелых форм отобрано из комбинации многоступенчатого скрещивания ♀ {[Октябрь 70 х М. Смены 7-л.) х М. Смены 7-л.] х М. Смены 7-л.} х ♂ Лебедушка – № 4...6, Эти же номера сои являются самыми скороспелыми из отобранных, с периодом вегетации 99 дней (–2 дня к st), характеризующиеся не высокими (55...61 см) компактными растениями, урожайностью 2,41...2,81 т/га, превышающие стандарт на 0,29...0,69 т/га.

Из простой комбинации ♀ Хэй 13-3345-5 (КНР) х ♂ Ам.1170 выделена линия №7 с урожайностью 2,87 т/га (+0,75 т/га к st), периодом вегетации 102 дня (+6 дней к st), массой 1000 семян 161,2 г (+10,2 г к st), отличающаяся слабым поражением семян болезнями (1,9%).

В целом поражение семян болезнями у скороспелых форм составило 1,9...11%, повреждение вредителями 4,9...13%.

В среднеспелой группе представлено 5 номеров 3 гибридных комбинаций с периодом вегетации 104...108 дней, урожайностью 3,52...4,19 т/га (+0,59...1,26 т/га к st).

Следует отметить три линии № 10, 11 и 12 простой гибридной комбинации ♀ M.G.uss. 8-6 γ15 кр х ♂ Куханна с периодом вегетации 106 и 104 дня, превышающие стандартный сорт Даурия по ряду показателей: с урожайностью 4,19 (+1,26 т/га к st); 3,57 (+0,64 т/га к st) и 3,52 т/га (+0,59 т/га к st), высотой растений 92, 89 и 80 см, высотой прикрепления нижнего боба– 26 (+13 см к st); 18 (+6 см к st) и 15 (+2 см к st) соответственно. Растения данных линий характеризовались рыжим опушением, выполненной верхушкой главного стебля, короткими (4...5 см) междоузлиями и наличием 4-семянных бобов (до 20...35% на растении).

По комплексу хозяйственно ценных признаков следует отметить №13 комбинации двойного скрещивания♀ [Ам.2085 х И508390 – Dong pong-36 (КНР)] х ♂ Ам.2464, с периодом вегетации равным стандарту (106 дней), урожайностью 3,73 т/га (+0,80 т/га к st), массой 1000 семян 185,3 г (+7 г к st), высотой растения 89 см (+10 см к st), прикреплением нижнего боба 21 см (+8 см к st), слабым поражением семян болезнями (6,0%) и повреждением вредителями (3,4%).

Поражение семян болезнями у среднеспелых форм варьировало от 2,9 до 6,0%, повреждение вредителями 1,8...5,6%, что ниже, чем у стандарта Даурия. На расщепляющихся линиях проведён отбор 137 элитных растений. Из них 25 – скороспелых, 61 – среднеспелых, 51 – позднеспелых (таблица 8).

Все отобранные элитные растения будут изучаться в 2025 году в питомнике гибридов F₅, выделенные константные формы – в контрольном питомнике.

Гибриды пятого поколения (F₅)

В питомнике гибридов F₅ изучалось 318 номеров 13 гибридных комбинаций, представленных простыми, двойными, тройными и сложными ступенчатыми скрещиваниями. На расщепляющихся линиях проведён отбор 149 элитных растений, из которых 49 – скороспелых, 71 – среднеспелых, 29 – позднеспелых (таблица 9).

Таблица 9 – Состав гибридов сои F₅, 2022 год

№ гибр. комб.	Происхождение	Количество номеров в изучении, шт.	Отобрано элитных растений, шт				Ко-во конст номеров шт.
			скоро-спелых	средне-спелых	поздне-спелых	всего	
1	♀ КП д.188/16 – [Хэйхэ 40 (КНР) х Ам.2104] х ♂ Лазурная γ18 кр	16	7	3	1	11	4
2	♀ Ам.2343 – [(Соната х Ам.879) х (Гармония х Соната)] х ♂ Соната	23	6	6	2	14	8
3	♀ Сентябринка х ♂ {[Ам.2026 х Хэйхэ 18 (КНР)] х Ам.2130}	21	3	6	3	12	6
4	♀ Максус–Канада (д.116К/17) х ♂ (Л15244 т.к. х Л15185 ф.с.)	14	4	4	1	9	4
5	♀ Ам.2231 х ♂ Грация γ18 кр–М ₇ (д.18216/17)	1	0	0	0	0	1

6	♀ Ам.2387 х ♂ Ам.2056	11	0	6	0	6	5
7	♀ д.9/17-КСИ Ам. 2398 х ♂ Хэй 05-4154 (КНР) д.165K/17	18	3	2	2	7	7
8	♀ Ам.2188 х ♂ Хэй 13-3419 (КНР)	33	0	5	6	11	19
9	♀ Хэйхэ 19 (КНР) – д.14K/17 х ♂ Ам.2056	52	12	17	9	38	9
10	♀ Ам.2248 х ♂ {[И0134143–Хэйхэ 4 (КНР) х Соната] х [(Л15249 х Л15188) х К9953-Соеп 4 (ЕОС)]} х Ам.2130	15	0	1	1	2	6
11	♀ Грация γ18 кр – М ₆ (д.18066/16) х ♂ № 1–2014 J 72 (КНР)	16	0	4	1	5	8
12	♀ Ам.2449 х ♂ Статная	51	8	10	2	20	11
13	♀ Ам.1170 – [(М ₄₄ х Восход) х МР] х ♂ СП д.2741/16–{Соната х [K5222 (КНР) х K8049-Evans 11х41 (Канада)]}	47	6	7	1	14	20
ИТОГО		318	49	71	29	149	108

По результатам фенологических наблюдений, визуальных полевых оценок убрано на анализ 108 константных форм, из которых на основании лабораторной оценки с учетом хозяйственно ценных признаков и биометрических показателей выделено 11 лучших номеров, с периодом вегетации 98...115 дней и урожайностью 2,63...3,93 т/га (таблица 10).

В скороспелой группе представлены 5 номеров 3 гибридных комбинаций с периодом вегетации 98...100 дней и урожайностью 2,63...3,98 т/га, превышающих стандарт на 0,13...1,48 т/га;

Наибольшее количество (3) скороспелых форм отобрано из комбинации тройного скрещивания ♀ Сентябринка х ♂ {[Ам.2026 х Хэйхэ 18 (КНР)] х Ам.2130} – № 2...4, растения которых характеризовались компактной формой куста и устойчивостью к полеганию. В этой же комбинации выделена самая высокоурожайная среди скороспелых константная форма №4 с периодом вегетации 100 дней и урожайностью 3,98 т/га (+1,48 т/га к st), отличающаяся растениями светлого опушения. Формирование высокой урожайности обусловлено наличием 1-2 длинных ветвей, выполненными верхушками главного стебля и ветвей (6...10 бобов) и большим количеством 4-х семянных бобов (50...60% на растении). Константные формы №2 и №3, отличались рыжим опушением, периодом

вегетации 98, 100 дней и урожайностью 2,63 и 2,94 т/га (+0,13; + 0,44 т/га к st) соответственно, характеризовались не высокими растениями (66 см) с хорошо выполненной верхушечной кистью (6...8 бобов), короткими междоузлиями (до 5 см), большим количеством бобов в узлах (4...6), наличием 4-семянных бобов 20...40% на растении. Масса 1000 семян всех номеров значительно превышала массу стандартного сорта Лидия и составила 165,2...183,5 г (+ 23,3...41,6 г к st).

Таблица 10 – Характеристика лучших номеров гибридов сои F₅, 2022 год

№ п/п	Происхождение	Период вегетации, дни	Урожайность, т/га		Масса 1000 семян, г	Высота, см		Пора- ж-е семян болез- нями, %	Пов- режд-е семян вредит. %
			всего	откло- - нени е от st		расте- ния	прик- репл. ниж. боба		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скороспелая группа									
1	Лидия (st)	97	2,50		141,9	70	8	7,9	5,6
2	♀ Сентябринка х ♂ {[Ам.2026 х Хэйхэ 18 (КНР)] х Ам.2130}	98	2,63	+0,13	174,6	66	12	1,8	5,6
3	♀ Сентябринка х ♂ {[Ам.2026 х Хэйхэ 18 (КНР)] х Ам.2130}	100	2,94	+0,44	183,5	66	5	1,4	6,8
4	♀ Сентябринка х ♂ {[Ам.2026 х Хэйхэ 18 (КНР)] х Ам.2130}	100	3,98	+1,48	165,2	69	9	4,0	3,9
5	♀ Ам.2449 х ♂ Статная	98	2,98	+0,48	142,6	75	13	4,6	4,8
6	♀ Ам.1170 – [(М ₄₄ х Восход) х МР] х ♂ СП д.2741/16–{Соната х [К5222 (КНР) х К8049-Evans 11х41 (Канада)]}	100	2,79	+0,19	158,1	76	9	3,2	5,5
Среднеспелая группа									
7	Даурия(st)	109	2,97		182,9	80	11	11,2	6,7
8	♀ КП д.188/16 – [Хэйхэ 40 (КНР) х Ам.2104] х ♂ Лазурная γ18 кр	115	3,64	+0,67	188,0	76	18	5,7	2,5
9	♀ Ам.2188 х ♂ Хэй 13-3419 (КНР)	115	3,93	+0,96	161,3	96	23	2,1	3,1
10	♀ Ам.2188 х ♂ Хэй 13-3419 (КНР)	112	3,42	+0,45	135,6	77	7	0,8	3,2
11	Ам.2248 х ♂ {[ИО134143- Хэйхэ 4 (КНР) х Соната] х [(Л15249 х Л15188) х К9953-Соер 4 (ЕОС)]} х Ам.2130	112	3,39	+0,42	135,3	73	6	3,8	1,7
12	♀ Ам.2449 х ♂ Статная	111	3,40	+0,43	172,0	88	16	3,5	3,4
14	♀ Ам.1170 – [(М ₄₄ х Восход) х МР] х ♂ СП д.2741/16–{Соната х [К5222 (КНР) х К8049-Evans 11х41 (Канада)]}	112	3,43	+0,46	171,5	92	9	5,3	4,4

Из гибридной комбинации простого скрещивания ♀ Ам.2449 х ♂ Статная, полученной с участием сорта и образца сои местной селекции, отобрана линия №19, с периодом вегетации 98 дней, урожайностью 2,98 т/га (+0,48 т/га к st), отличающаяся растениями полудетерминантного типа роста

с 1...3 длинными ветвями, большим количеством бобов в узлах (5...7 шт) и преобладанием 4-семенных бобов.

Поражение семян болезнями у скороспелых форм составило 1,4...4,6%, повреждение вредителями 3,9...6,8%.

В среднеспелой группе представлено 6 номеров 5 гибридных комбинаций с периодом вегетации 111...115 дней, урожайностью 3,39...3,93 т/га (+0,42...0,96 т/га к st).

Из комбинации простого скрещивания ♀ Ам.2188 х ♂ Хэй 13-3419 (КНР) выделено 2 константные формы №9 и 10.

Самая высокая урожайность, среди среднеспелых номеров 3,93 т/га (+0,96 т/га к st) отмечена у №9, характеризующегося растениями детерминантного типа роста с 1 веткой и мощным стеблем высотой 96 (+16 см к st), см., высоким прикреплением нижнего боба 23 см (+12 см к st), рыжим опушением и большим количеством 4-х семенных бобов – до 40% на растении.

Следует отметить линию № 8 комбинации ♀ КП д.188/16 – [Хэйхэ 40 (КНР) х Ам.2104] х ♂ Лазурная γ18 кр с периодом вегетации 115 дней (+6 дней к st), превышающую стандартный сорт Даурия по ряду показателей: с урожайностью 3,64 /га (+0,67 т/га к st), высотой прикрепления нижнего боба 18 см (+7 см к st), массой 1000 семян – 188,0 (+5,1 г к st). Растения данного номера характеризовались рыжим опушением, выполненной верхушкой главного стебля, короткими (4...5 см) междоузлиями и наличием 4-семенных бобов (до 20% на растении).

Поражение семян болезнями у среднеспелых форм составило 0,8...5,3%, повреждение вредителями 1,7...4,4%, что ниже показателей стандарта.

Все выделенные константные формы будут изучаться в 2023 году в контрольном питомнике, отобранные элитные растения в селекционном питомнике.

Селекционный питомник

В селекционном питомнике изучалось 579 номеров F₆ – F₁₂ поколений. По результатам фенологических наблюдений и полевых оценок в период цветения и созревания на лабораторный анализ убрано 102 линии. В таблице 11 отражена характеристика 14 лучших константных линий, селекционного питомника, выделенных по хозяйственно ценным признакам в сравнении со скороспелым стандартом Лидия (скороспелая группа), со среднеспелым сортом Даурия (среднеспелая группа).

Таблица 11 – Характеристика лучших линий сои СП, 2022 год

№ п/п	Происхождение	Период вегетации, дни	Урожайность, т/га		Масса 1000 семян, г	Высота, см		Пора- жение семян болез- нями, %	Повреж- дение семян вредите- лями, %
			всего	откло- нение от st		рас- тения	прик- реплени е ниже го боба		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скороспелая группа									
1	Лидия (st)	95	2,12		139,1	61	15	9,7	7,8
2	♀ [Иван Караманов (ДальНИИСХ) х Ам.2056] х ♂ Евгения (Ам.2102)	93	3,17	+1,05	185,3	53	7	4,7	12,1
3	♀ [K5862–№840-7-3 (Швеция) х Хэйхэ 19(КНР)] х ♂ (Л1371 х Л536) в.о.	101	3,67	+1,55	152,3	72	12	9,7	7,8
4	♀ {(М.G.uss-44 х Восход) х МР] х [L37/6 х Hodson78 (Канада)]} в.о. х ♂ И611477– №1218-4-4 (Швеция)	89	2,48	+0,36	172,9	67	8	11,6	16,1
5	♀ {(М.G.uss-44 х Восход) х МР] х [L37/6 х Hodson78 (Канада)]} в.о. х ♂ И611477– №1218-4-4 (Швеция)	98	3,24	+1,12	130,2	79	10	3,7	7,5
6	♀ {(М.G.uss-44 х Восход) х МР] х [L37/6 х Hodson78 (Канада)]} в.о. х ♂ И611477– №1218-4-4 (Швеция)	95	3,40	+1,28	168,3	60	6	8,0	16,8
7	♀ (Л15244 т.к. х Л15185 ф.с.) ф.с. х ♂ Хэйхэ 11 (КНР)	101	3,58	+1,46	136,9	56	9	3,5	5,1
8	♀ (Л1371 х Л536) в.о. х ♂ Хэйхэ 9 (КНР)	98	3,32	+1,20	140,6	59	17	2,4	5,8
Среднеспелая группа									
9	Даурия (st)	106	3,04		187,6	76	14	9,7	7,8
10	♀ М.Смены 7-л х ♂ [Ам.2055 х Хэй 2043 (КНР)]	111	4,15	+1,11	165,2	74	7	2,7	3,4
11	♀ [Хэйхэ14 (КНР) х Ам.2016] х ♂ И612821-	107	4,38	+1,34	156,3	79	21	5,4	7,2

	Альбина (Украина)								
12	♀ Соната х ♂ [K5222 (КНР) х K8049-Evans 11х41 (Канада)]	110	4,47	+1,43	173,2	88	17	5,6	9,2
13	♀ Л15244 т.к. х ♂ Л15185 ф.с	117	3,78	+0,74	139,0	88	27	2,9	10,5
14	♀ Л15271 т.к. х ♂ Л15188 ф.с	111	3,97	+0,93	105,0	96	17	0,6	0,2
15	Отб. Хэй 13-3345 (КНР)	110	3,62	+0,58	197,1	95	18	2,9	4,4
16	М.Смены 7-л	108	3,98	+0,94	162,7	78	16	2,8	3,7

В скороспелой группе представлено 7 линий с периодом вегетации 89...101 день, урожайностью 2,48...3,67 т/га (+0,36...1,55 т/га к st).

Из сложной гибридной комбинации ♀ {[(М.Г.усс-44 х Восход) х МР] х [L37/6 х Hodson78 (Канада)]} в. о. х ♂ И611477–№1218-4-4 (Швеция) выделено 3 линии №4, 5 и 6 с периодом вегетации 89, 98 и 95 дней, которые превысили урожайность стандарта на 0,36...1,28 т/га. Все три линии характеризовались сжатым кустом (в основном с двумя длинными ветвями), короткими междоузлиями. Линии №5, 6 с выполненными верхушками главного стебля, состоящими из 10 бобов, в узлах 3...5 коротких 2...3-семянных бобов, №4 – верхушкой с 1-2 бобами, в узле кисть с 7 длинными, в основном, 3-семянными бобами.

Из гибридной комбинации F₇ ♀ [Иван Караманов (ДальНИИСХ) х Ам.2056] х ♂ Евгения (Ам.2102) выделена скороспелая форма №2 с периодом вегетации 93 дня. Данная линия превысила стандарт по урожайности на 1,05 т/га за счёт более крупных семян массой 1000 семян 185,3 г (+46,2 г к st), двух длинных ветвей, прижатых к главному стеблю, выполненной верхушки, содержащей до 11 бобов, в узле до шести 2-3-семянных бобов.

Самая высокая урожайность 3,67 т/га (+1,55 т/га к st), среди скороспелых форм отмечена у линии №3 гибридной комбинации ♀ [K5862–№840-7-3 (Швеция) х Хэйхэ 19(КНР)] х ♂ (Л1371 х Л536) в.о., которая характеризовалась растениями с 2...4 ветвями, выполненной верхушкой, короткими междоузлиями, в узлах до пяти 2...4-х семянных бобов.

По ряду признаков следует отметить высокоурожайную скороспелую линию №7 комбинации двойного скрещивания ♀ (Л15244 т.к. х Л15185 ф.с.) ф.с. х ♂ Хэйхэ 11 (КНР), отличающуюся компактными растениями с повышенным ветвлением (3...5 ветвей) и преимущественно 3-4-х семянными бобами. Данная линия выделялась низким поражением семян болезнями (3,5%) и повреждением вредителями (5,1%).

В среднеспелой группе представлено так же 7 константных линий, с периодом вегетации 107...117 дней, урожайностью 3,62...4,47 т/га (+0,58...1,43 т/га к st). Все отобранные линии созрели на 1...11 дней позже стандарта Даурия.

Лучшим по продуктивности с урожайностью 4,15...4,47 т/га (+1,11...1,43 т/га к st) показаны линии №10...12 с периодом вегетации 111, 107 и 110 дней. Все три линии уступали стандарту по массе 1000 семян 165,2...173,2 г (–14,4...33,1 г к st), а №10 и по прикреплению нижнего боба (–7 см к st). Линия №12 отмечена высотой растений 88 см (+12 см к st), высоким прикреплением нижнего боба 17 см (+3 см к st). Характеризовалась растениями с 1-2 длинными, крепкими ветвями, кистью в узлах с 5-7 бобами.

Простые гибриды представлены в таблице высокоурожайными линиями №13 и 14 двух гибридных комбинаций, полученных от скрещивания форм с нетипичными признаками терминальной кисти с фасцированным стеблем. Урожайность линий составляла 3,78 и 3,98 т/га (+0,74 и +0,93 т/га к st). Обе линии характеризовались обычным морфотипом с признаками продуктивности исходных родительских форм: у №13 с очень короткими междоузлиями, в узле кисть до 2 см с 7...10 бобами в основном 2-3-семянными, на верхушке стебля до 9 бобов; у линии №14 морфотип такой же как у №13, но в узле кисть с 10...12 бобами.

Из отборов на коллекционном материале выделена константная линия №15 – Отб. Хэй 13-3345 (КНР), которая характеризовалась высокой урожайностью 3,62 т/га (+0,58 т/га к st), высокой массой 1000 семян 197,1 г (+9,5 г к st) и сравнительно высокими растениями 95 см (+19 см к st), с

высоким прикреплением нижнего боба 18 см (+4 см к st). Поражение семян болезнями у этой линии 2,9%; повреждение вредителями 4,4%, что ниже, чем у стандарта.

Из группы с нетипичными признаками выделена одна 7-листочковая среднеспелая линия №16 М.Смены 7-л с периодом вегетации 108 дней, урожайностью 3,98 т/га (+0,94 т/га к st), средней массой 1000 семян 162,7 г. Поражение семян болезнями и вредителями значительно ниже стандарта и составляло 2,8 и 3,7%.

Всего по селекционному питомнику на расщепляющихся формах отобрано 507 элитных растений различных групп спелости, в том числе 155 скороспелых, 212 среднеспелых, 140 позднеспелых.

Лучшие константные линии продолжают изучение в 2023 году в контрольном питомнике, отобранные элитные растения после обмолота и лабораторной проработки – в селекционном питомнике, отдельные формы с нетипичными признаками и типичные с высокой продуктивностью будут использоваться в гибридизации.

Изучение константных форм сои в контрольном питомнике

В КП в изучении находилось 26 номеров. По результатам фенологических наблюдений и полевых оценок в период цветения и созревания все они были убраны, с учётом лабораторного анализа выделено 15 лучших форм, из них 9 скороспелых (стандарт – скороспелый сорт Лидия) и 6 – среднеспелых номеров (стандарт – среднеспелый сорт Даурия).

Все выделенные формы отмечены комплексом или отдельными признаками, с урожайностью, превышающей стандартные сорта на 0,14...0,69 т/га, (таблица 12).

Таблица 12 – Характеристика лучших константных форм сои КП, 2022 год

№ п/п	Происхождение	Период вегетации, дни	Урожайность, т/га		Масса 1000 семян, г	Высота, см		Пора- жение семян болез- нями, %	Повре- жде- ние семян вредит елями,
			всего	откло- нение от st		расте- ния	прик- реп. ниж. боба		

									%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скороспелая группа									
1	Лидия (st)	100	2,08		145,5	71	15	4,9	8,2
2	♀ [Хэйхэ 40 (КНР) х Ам.2104] х ♂ Лазурная γ18 кр	103	2,22	+0,14	201,0	68	12	4,5	6,8
3	♀ [Хэйхэ 40 (КНР) х Ам.2104] х ♂ Лазурная γ18 кр	98	2,39	+0,31	160,0	66	14	7,4	9,4
4	♀ [Хэйхэ 40 (КНР) х Ам.2104] х ♂ Лазурная γ18 кр	98	2,31	+0,23	170,4	70	14	9,9	7,4
5	♀ Ам.2343 – [(Соната х Ам.879) х (Гармония х Соната)] х ♂ Соната	103	2,51	+0,43	168,2	81	13	10,6	6,4
6	♀ Ам.2343 – [(Соната х Ам.879) х (Гармония х Соната)] х ♂ Соната	102	2,32	+0,24	163,0	63	13	2,9	7,3
7	♀ [Хэйхэ 40 (КНР) х Ам.2104] х ♂ Лазурная γ18 кр	103	2,22	+0,14	201,0	68	12	4,5	6,8
8	♀ [41-Г-08 (США) х Ам.2128] х Хэйхэ 22 (КНР)	100	2,41	+0,33	152,7	71	9	2,4	7,3
9	♀ [41-Г-08 (США) х Ам.2128] х Хэйхэ 22 (КНР)	103	2,61	+0,53	167,2	61	10	3,0	6,3
10	♀ Евгения х (Соната х Марината) ДальНИИСХ	99	2,32	+0,24	165,1	66	18	3,3	7,5
Среднеспелая группа									
11	Даурия (st)	110	2,45		185,4	81	16	10,6	7,4
12	♀ Ам.1170 – [(М ₄₄ х Восход) х МР] х ♂ СП д.2741/16–{Соната х [K5222 (КНР) х K8049-Evans 11x41 (Канада)]}	116	2,66	+0,21	132,4	91	19	4,4	1,9
13	♀ Сентябринка х ♂ {Ам.2026 х Хэйхэ 18 (КНР)} х Ам.2130}	112	2,97	+0,52	157,3	78	22	1,9	5,0
14	♀ Сентябринка х ♂ {Ам.2026 х Хэйхэ 18 (КНР)} х Ам.2130}	118	3,04	+0,59	189,3	91	27	1,9	5,6
15	♀ Грация γ18 кр – М ₆ (д.18066/16) х ♂ № 1–2014 J 72 (КНР)	114	2,87	+0,42	170,6	76	21	2,6	5,2
16	♀ Хэй 05-1818 (КНР) х ♂ [41-Г-08 (США) х Ам.2064]	114	2,85	+0,40	175,3	77	20	2,5	4,0
17	♀ Хэй 05-1818 (КНР) х ♂ [41-Г-08 (США) х Ам.2064]	116	2,91	+0,46	160,4	80	20	6,8	4,8
НСР ₀₅			0,16						
F факт.			20,7						
F теор.			1,74						

В скороспелой группе представлено 9 номеров с периодом вегетации 98...103 дня, урожайностью 2,22...2,61 т/га (+0,14...0,53 т/га к st).

Наиболее высокая урожайность, среди скороспелых форм, 2,61 т/га (+0,53 т/га к st) отмечена у линии №9, гибридной комбинации двойного скрещивания ♀ [41-Г-08 (США) х Ам.2128] х Хэйхэ 22 (КНР) с периодом вегетации 103 дня, которая характеризовалась растениями с рыжим опушением, индетерминантным типом роста, компактным не высоким (61

см) кустом с 2-3 длинными ветвями, короткими междоузлиями и большим количеством 3-семянных бобов в узлах (5...7 шт), массой 1000 семян 167,2 г (+21,7 г к st).

Из комбинации двойного скрещивания ♀ [Хэйхэ 40 (КНР) х Ам.2104] х ♂ Лазурная γ18 кр выделено 3 константные формы (№2...4) с периодом вегетации 98; 103 дня. По продуктивности отмечена форма №3, с урожайностью 2,39 т/га (+0,31 т/га к st) сформированной за счёт наличия 3-4 длинных ветвей и большого количества бобов в узлах (5...7 шт). Данная форма отличалась ярко рыжим опушением. Константная форма № 2 характеризовалась растениями со светлым опушением высотой 68 см, 1...2 ветвями, выполненной верхушкой главного стебля, короткими междоузлиями, крупными 2-3 семянными бобами. У неё отмечены и наиболее крупные семена 201,0 г (+55,5 г к st).

По ряду хозяйственно ценных признаков следует отметить константную форму №10 простой гибридной комбинации ♀ Евгения х (Соната х Марината) ДальНИИСХ, созревшую на 1 день раньше скороспелого стандарта Лидия, с периодом вегетации 99 дней, с урожайностью 2,32 т/га (+0,24 т/га к st), отличающуюся компактными невысокими (66 см) растениями, с довольно высоким прикреплением нижнего боба 18 см.

Высота растений изучаемых номеров скороспелой группы варьировала от 61 до 81 см (−10...+10 см к st), высота прикрепления нижних бобов от 9 до 18 см (−6...+3 см к st). Поражение семян болезнями составляло 2,4...10,6 %, повреждение вредителями 6,3...9,4%.

Среднеспелая группа представлена 6 номерами с периодом вегетации 112...118 дней, урожайностью 2,66...3,04 т/га, все отобранные образцы созрели позже стандартного сорта Даурия на 2...8 дней.

По урожайным данным выделена форма №14 гибридной комбинации ♀ Сентябринка х ♂ {[Ам.2026 х Хэйхэ 18 (КНР)] х Ам.2130} с периодом вегетации 118 дней, урожайностью 3,04 т/га (+0,59 т/га к st), массой 1000

семян 189,3г (+3,9 г к st). Растения высокорослые 91 см (+10 см к st), довольно высоким прикреплением нижнего боба 27 см (+11 см к st), индетерминантного типа развития с 1-2 длинными ветвями, рыжим опушением, с низким процентом поражением семян болезнями (1,9%) и незначительным повреждением семян вредителями (5,6%). Высокую урожайность 2,97 т/га (+0,52 т/га к st) показала линия № 13 этой же комбинации, которая характеризовалась компактными растениями высотой 78 см, с 1...3 ветками и хорошо выполненной верхушечной кистью, высотой прикрепления нижнего боба 22 см, средней массой 1000 семян 157,3 г.

Особый интерес представляют две константные формы №16 и 17 комбинации гибридной комбинации простого скрещивания ♀ Хэй 05-1818 (КНР) х ♂ [41-Г-08 (США) х Ам.2064] с периодом вегетации 114 и 116 дней урожайностью 2,85 (+0,40 т/га к st), 2,91 т/га (+0,46 т/га к st), среднерослыми компактными устойчивыми к полеганию растениями высотой 77 и 80 см, высотой прикрепления нижнего боба 20 см (+4 см к st), отличающиеся слабым поражением семян болезнями (2,5 и 6,8%) и повреждением вредителями (4,0 и 4,8%), соответственно.

Все выделенные константные формы будут переданы в предварительное (малое конкурсное) сортоиспытание для дальнейшего изучения в 2022 году.

Предварительное сортоиспытание

В предварительном сортоиспытании изучали 14 образцов сои различных групп спелости, характеристика которых представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристика образцов сои предварительного сортоиспытания, 2022 год

№ п/п	Название сорта, сортообразца	Период вегетации, дни	Урожайность семян сои		Масса 1000 семян, г	Содержание в семенах, %		Высота, см		Поражение семян сои болезнями, %	Повреждение семян сои вредителями, %
			т/га	± к st		белка	жира	растения	прикр. ниж. боба		
1	Лидия (st)	98	2,19	—	146,7	35,4	20,6	73	16	3,4	5,8
2	Даурия (st)	110	2,36	—	199,3	36,6	20,1	80	17	8,0	6,7
3	Алёна (st)	122	2,73	—	173,9	37,2	17,9	85	25	3,2	2,5
4	Ам.2623	107	2,25	–0,11	158,3	39,3	18,6	76	17	2,4	2,4
5	Ам.2624	106	1,86	–0,50	185,0	37,6	19,3	64	14	3,0	5,2

6	Ам.2625	104	2,40	+0,21	170,3	36,8	18,9	72	13	3,0	6,1
7	Ам.2626	108	2,23	-0,13	159,0	40,3	18,0	85	14	2,6	5,1
8	Ам.2627	110	2,13	-0,23	177,7	42,9	16,9	88	18	5,6	5,4
9	Ам.2628	105	2,18	-0,01	140,0	35,8	19,8	74	12	6,4	4,2
10	Ам.2629	109	2,42	+0,06	174,8	39,5	18,5	86	24	1,4	4,3
11	Ам.2631	109	2,44	+0,08	185,3	36,7	19,3	89	24	4,4	3,4
12	Ам.2632	108	2,53	+0,17	164,3	37,4	20,4	72	15	3,5	5,2
13	Ам.2633	104	2,39	+0,20	140,4	38,2	18,9	75	12	2,8	2,6
14	Ам.2634	108	2,35	-0,01	154,4	40,5	17,6	80	18	3,7	2,4
15	Ам.2635	118	2,29	-0,54	169,3	40,1	17,5	91	27	3,6	3,8
16	Ам.2636	108	2,95	+0,59	179,9	38,2	19,1	83	18	2,2	4,4
17	Ам.2637	117	2,52	-0,21	170,5	38,9	18,1	94	23	3,5	3,2
НСР ₀₅			0,13								
F факт.			7,28								
F теор.			1,79								

Все представленные образцы сои проходили сравнение со стандартными сортами, соответственно градации производственной классификации, принятой в Амурской области, поскольку в дальнейшем лучшие из них будут проходить Государственное сортоиспытание.

Период вегетации изучаемых образцов составил 104...118 дней, урожайность 1,86...2,95 т/га, из них 2 номера из скороспелой группы (104...105 дней), сравнивались со стандартным скороспелым сортом сои Лидия; 10 номеров среднеспелой группы (106...110 дней) – с сортом Даурия; 2 – позднеспелой группы (117...118 дней) – с сортом Алёна.

Из образцов скороспелой группы наиболее высокая урожайность 2,40 т/га (+0,21 т/га к st) отмечена у №6 – Ам.2625, созревшего позже стандарта на 6 дней, №9 – Ам.2628 с периодом вегетации 105 дней не превзошел стандарт.

Из сортообразцов среднеспелой группы 3 номера (Ам.2632, Ам.2633, Ам.2636,) показали урожайность 2,53...2,95 т/га, что выше стандарта Даурия на 0,17...0,59 т/га. Наряду с высокой урожайностью номера – Ам.2633, Ам.2636 характеризовались детерминантным и полудетерминантным типом развития растений с хорошо выполненной верхушкой главного стебля, и большим количеством бобов на растении. Сортообразец Ам.2632 отличался индетерминантным типом роста, мощным кустом с устойчивым к полеганию стеблем, бобами средних размеров. Наиболее продуктивным среди среднеспелых отмечен образец Ам.2636, созревший на 2 дня раньше

стандарта с периодом вегетации – 108 дней, превысивший его по урожайности на 0,59 т/га. Характеризовался высокими растениями (83 см), высоким прикреплением нижнего боба (18 см), короткими междоузлиями и большим количеством бобов в узлах, слабым поражением семян болезнями и вредителями.

Два среднеспелых образца сои – Ам.2629, Ам.2631 отмечены незначительной тенденцией увеличения урожайности на 0,06...0,08 т/га по отношению к стандартному сорту Даурия, 5 образцов не превзошли стандарт, показав урожайность 1,86...2,35 (–0,01...–0,50 т/га к st)

Среди образцов позднеспелой группы два номера – Ам.2635; Ам.2637 с периодом вегетации 117 и 118 день созрели раньше стандарта Алёна на 5 и 4 дня, но не превзошли его по урожайным данным.

Масса 1000 семян у изучаемых сортообразцов варьировала от 140,0 до 185,3 г. Содержание белка в семенах образцов сои составляло 35,8...42,9%. Высокое накопление белка (выше 40,0 %) отмечено у 4 образцов, однако они не превзошли стандартные сорта по урожайности. Содержание жира в семенах у образцов сои варьировало от 16,9 до 20,4%. У стандартных сортов сои – Лидия, Даурия, Алёна содержание белка в семенах составляло 35,4; 36,6 и 37,25%, содержание жира – 20,6; 20,1 и 17,9% – соответственно. Высота растений изучаемых номеров варьировала в пределах 64...94 см. Наиболее высокий стебель отмечен у сортообразцов позднеспелой группы – Ам.2635 (91 см), Ам.2637 (94 см). Высота прикрепления нижнего боба варьировала от 12 до 27 см. Наиболее высокие показатели (23...27 см) отмечены у 4 сортообразцов: Ам.2629, Ам.2631, Ам.2635, и Ам.2637.

Поражение семян сои болезнями составило 1,4...6,4 %, повреждение вредителями 2,4...6,1%. Лучшие образцы сои, выделенные по продуктивности, будут изучаться в 2023 году в КСИ, остальные отмеченные рядом положительных признаков будут использованы в качестве исходных родительских форм при создании нового гибридного материала.

Конкурсное сортоиспытание

В конкурсном сортоиспытании лучшие образцы, испытываются в течение ряда лет (3...5) в различных погодных условиях, что позволяет определить адаптивные особенности вновь создаваемых сортов и выделить из них наиболее перспективные для передачи в ГСИ.

В отчетном году в питомнике конкурсного сортоиспытания в изучении находились 17 образцов сои, разных групп спелости, отличающихся по морфологическим и хозяйственно ценным признакам.

Комплексный анализ изученного материала показал, что образцы сои сформировали урожайность 2,23...2,86 т/га при периоде вегетации 97...123 дня. В результате 2 номера с периодом вегетации 97 дня сравнивали со стандартным скороспелым сортом сои Лидия, 13 номеров с периодом вегетации 106...115 дней – со среднеспелым сортом сои Даурия, 2 образца с периодом вегетации 122 и 123 дня – с позднеспелым сортом сои Алёна (таблица 14).

Таблица 14 – Характеристика образцов сои КСИ, 2022 год

№ п/п	Название сорта, сортообразца	Период вегетации, дни	Урожайность семян сои		Масса 1000 семян, г	Содержание в семенах, %		Высота, см		Поражение семян сои болезнями, %	Повреждение семян сои вредителями, %
			т/га	отклонение от st		белка	жира	растения	прикр. нижн. боба		
1	Лидия (st)	97	2,12	–	157,0	35,6	20,3	70	17	6,3	6,1
2	Даурия(st)	109	2,52	–	184,3	36,5	20,3	78	20	9,1	6,1
3	Алёна (st)	119	2,67	–	169,9	36,6	19,3	82	29	3,5	1,6
4	Ам.2454	115	2,68	+0,16	195,7	37,9	18,0	85	22	3,6	4,3
5	Ам.2463	97	2,26	+0,14	210,6	37,5	20,2	70	15	6,5	6,2
6	К-14/2017	123	2,73	+0,06	206,9	39,2	16,9	86	29	4,3	2,7
7	Ам.2484	97	2,23	+0,11	160,3	35,5	19,0	71	23	7,7	4,0
8	Ам.2502	114	2,65	+0,13	169,3	39,1	18,3	75	22	3,9	2,3
9	КС №2/18	122	2,65	–0,02	196,1	40,3	16,9	89	26	2,2	3,1
10	П-2 №7/18	111	2,86	+0,34	164,3	36,8	18,8	74	23	2,9	2,5
11	Ам.2522	108	2,67	+0,15	155,4	38,3	18,0	77	15	1,1	7,1
12	Ам.2524	108	2,70	+0,18	173,1	35,8	19,2	81	20	8,5	5,1
13	Ам.2531	107	2,53	+0,01	149,6	35,4	21,2	67	15	5,2	6,5
14	Ам.2534	109	2,51	–0,01	168,0	36,4	20,2	90	27	2,6	6,9
15	Ам.2537	115	2,30	–0,37	160,1	35,2	20,4	83	20	4,8	3,8
16	Ам.2543	114	2,46	–0,06	180,1	37,1	20,0	80	28	1,2	3,8
17	Ам.2550	113	2,76	+0,24	227,4	39,7	19,1	79	22	8,4	5,9
18	Ам.2555	106	2,72	+0,20	207,0	38,6	19,4	67	15	9,1	4,5
19	Ам.2556	106	2,69	+0,17	197,4	37,4	18,4	68	15	8,7	2,8
20	Ам.2566	113	2,78	+0,26	212,0	39,4	18,6	76	21	5,6	3,5
НСР ₀₅			0,14								
F факт			8,62								
F теор.			1,98								

В скороспелой группе оба номера Ам.2463, Ам.2484 отмечены превышение над стандартом по урожайности на 0,11 и 0,14 т/га. В среднеспелой 8 образцов (Ам.2554 П-2 №7/18, Ам.2522, Ам.2524, Ам.2550, Ам.2555, Ам.2556, Ам.2566) показали урожайность 2,53...2,86 т/га (+0,15...0,34 т/га к st), 2 номера (Ам.2502 и Ам.2531) отмечены тенденцией увеличения урожайности по отношению к стандарту на 0,01 и 0,13 т/га. В позднеспелой группе образец К-14/2017 отмечен тенденцией увеличения урожайности по отношению к позднеспелому стандарту на 0,06 т/га, образец КС №2/18 показал урожайность 2,65 т/га, что на 0,02 т/га ниже стандарта Алёна.

Масса 1000 семян у образцов сои варьировала от 160,1 до 227,4 г. Следует отметить 5 номеров с наиболее крупными семенами – Ам.2663 (210,6 г), К14/2017 (206,9 г), Ам.2550 (227,4 г), Ам.2555 (207,0 г) и Ам.2566 (212,0 г).

Высота растений образцов КСИ в текущем году составляла 67...90 см, высота прикрепления нижних бобов – 15...29 см. По данным признакам – наиболее высокие показатели отмечены у трех образцов – К 14/2017 – 86/29 см, КС №2/18 – 89/26 см, Ам.2534 – 90/27 см.

Содержание белка в семенах у изучаемых номеров составляло 35,2...40,3 %. У стандартных сортов Лидия, Даурия и Алёна показатели содержания белка составляли 35,6; 36,5 и 36,9 %. Содержание жира в семенах изучаемых образцов сои варьировало в пределах 16,9...21,2 %, у стандартов 19,3...20,3%. Поражение семян болезнями по образцам составляло от 1,1 до 9,1 %, повреждение вредителями – от 1,6 до 7,1 %, что является незначительной величиной.

В период массового цветения в условиях естественного инфекционного фона была проведена фитопатологическая оценка образцов сои по устойчивости к грибным и бактериальным болезням, распространенным в регионе – бактериозу (*Pseudomonas glycineum* Coerper), септориозу (*Septoria glycinies* Hemmi), церкоспорозу (*Cercospora sojina* Hara.), пероноспорозу

(*Peronospora manshurica* Naum.), филлостектозу (*Phyllosticta soyaecola* Macc) и корневой гнили (*Fusarium*).

Анализ результатов оценки распространения бактериоза на листьях растений сои позволил установить, что степень поражения по образцам составляла 2,0...10 %, все изучаемые номера отмечены как высокоустойчивые. Интенсивность развития септориоза носило более массовый характер, чем другими грибным патогенами (5,0...17 %), однако все образцы проявили устойчивость и высокую устойчивость к данному заболеванию. Поражение церкоспорозом по образцам варьировало от 3,0...18,5%, филлостиктозом – от 0 до 3,5% (высокая устойчивость), корневыми гнилями от 2,0 до 8,5% (высокая устойчивость). По результатам испытания текущего года, учитывая показатели продуктивности устойчивости к болезням и сочетание хозяйственно ценных признаков, выделены 9 лучших образцов сои, которые продолжают изучение в 2023 г в питомнике КСИ. Отдельные образцы будут использованы в качестве исходных родительских форм при создании нового гибридного материала.

В рамках работ по созданию и внедрению селекционных достижений использованы приобретенные основные средства.

Для обеспечения продовольственной безопасности и увеличения производства оригинальных семян были приобретены трактор К 742 и плуг полунавесной оборотный (ППО 8-40-01), Вектор-410 (РСМ-101) и посевной комплекс (SH-8200/АТ-8), что позволило в осенний период дополнительно обработать 200 гектар земли сельскохозяйственного назначения с целью увеличения посевных площадей питомников сельскохозяйственных культур высших репродукций в 2023 году. С помощью нового комбайна уже в уборочную кампанию 2022 г. была произведена уборка первичных питомников новых сортов сои в сжатые сроки, без потерь качества и количества семенного материала.

Посевной комплекс в 2023 году позволит провести посев питомников размножения семян высших репродукций на большей площади в оптимальные агротехнические сроки.

Выводы

1. Методом внутривидовой искусственной гибридизации создан новый селекционный материал по 12 комбинациям, получено 109 гибридных семян F_0 . Методом естественной гибридизации проведены межвидовые и внутривидовые скрещивания по 6 комбинациям.

2. В процессе изучения 77 потомств 14 гибридных комбинаций сои F_1 было убрано 69 растений, из которых получено 9578 семян для посева в 2023 году в питомнике F_2 . Анализ гибридов и исходных родительских форм позволил выявить 5 доноров хозяйственно ценных признаков, стабильно передающих положительные качества гибридному потомству.

3. По итогам оценки 82 потомств (7201 растений) 12 гибридных комбинаций F_2 , отобрано 214 элитных растений, в том числе 42 – скороспелых, 121 – среднеспелых, 51 – позднеспелых, отличающихся по морфологическим и хозяйственно полезным признакам.

4. В процессе исследований 145 номеров 8 комбинаций гибридов сои F_3 , отобрано 143 элитных растения, в том числе 61 – скороспелое, 50 – среднеспелых, 32 – позднеспелых, которые существенно отличались по фенотипу и превышали по продуктивности исходные родительские формы.

5. В питомнике гибридов F_4 изучалось 326 номер 9 гибридных комбинаций выделено 11 лучших номеров, с периодом вегетации 99...108 дней, урожайностью 2,81...4,19 т/га (+0,29...1,37 т/га к st), отобрано 137 элитных растений.

6. Из 318 номеров 13 гибридных комбинаций изученных в питомнике гибридов F_5 , отобрано 149 элитных растения, выделено 11 константных форм с периодом вегетации 98...115 дней и урожайностью 2,63...3,93 т/га, превышающих стандартные сорта на 0,13...1,48 т/га.

7. В процессе изучения 579 номеров сои, селекционного питомника $F_6 - F_{12}$ поколений отобрано 507 элитных растения, выделено 14 константных линий с периодом вегетации 89...117 дней и урожайностью 2,48...4,47 т/га, превысивших стандартные сорта Лидия и Даурия на 0,36...1,55 т/га.).

8. Из 26 номеров сои контрольного питомника выделено 15 образцов сои с периодом вегетации 98...118 дней и урожайностью 2,22...3,04 т/га (+0,14...0,59 т/га к st), из них 7 форм проявили комплексную устойчивость к болезням и вредителям.

9. По результатам изучения 14 образцов сои предварительного сортоиспытания с периодом вегетации 104...118 дней, урожайностью 1,86...2,95 т/га, выделено 6 номеров с комплексом положительных признаков, превышающих стандарты, которые продолжают изучение в 2023 г.

10. При изучении 17 образцов сои конкурсного сортоиспытания с периодом вегетации 97...123 дня, урожайностью 2,23...2,86 т/га с содержанием в семенах белка 35,2...40,3 % выделено 9 образцов, которые продолжают изучение в 2023 г.

3 Проведение научных исследований по маркированию генетических систем дикой и культурной сои для обеспечения создания адаптивных сортов

3.1 Маркирование генетических систем форм дикой и сортов культурной сои дальневосточной селекции с помощью микросателлитов ДНК для выявления степени их генетического родства

В настоящее время в связи со стремительным развитием ДНК технологий белковые маркеры оказались практически вытесненными из популяционной генетики изучением полиморфизма на уровне ДНК, позволяющим тестировать генетическую изменчивость не только на уровне продуктов экспрессии гена, но и на уровне генома. Полиморфные последовательности ДНК используются для маркирования генов, участков хромосом, генома, особей, популяций и видов в решении различных задач, в том числе и для селекции [26, 27].

В рамках проведения научных исследований 2022 года по маркированию генетических систем дикой и культурной сои для обеспечения создания адаптивных сортов исследовано с использованием SSR-праймеров 6 сортов сои дальневосточной селекции и две формы дикой сои. В качестве молекулярных маркеров использовали одиннадцать микросателлитных локусов (*Satt681*, *Sat_263*, *Satt141*, *Satt181*, *Satt1*, *Satt2*, *Satt5*, *Satt9*, *Soypr1*, *Soygy2* и *Soyhsp176*). Во всех сортах культурной и формах дикой сои отсутствовал межсортовой полиморфизм по локусу *Sat_263*. Остальные используемые локусы были полиморфными.

Результаты ПЦР-анализа исследуемых образцов позволили выявить всего 37 аллелей для 11 исследуемых SSR-локусов. Число аллелей на локус варьировало от 1 до 8. Максимальное число аллелей у локуса *Satt9* – 8, минимальное количество аллелей равно 1 у локуса *Sat_263*. Для локусов *Satt181* и *Satt5* обнаружено 5 и 4 аллеля соответственно. По 3 аллеля выявили у локусов *Satt1*, *Satt2*, *Soypr1*, *Soygy2*, *Soyhsp176* и *Satt681* (таблица 15).

Таблица 15 – Оценка уровня генетического разнообразия SSR-локусов

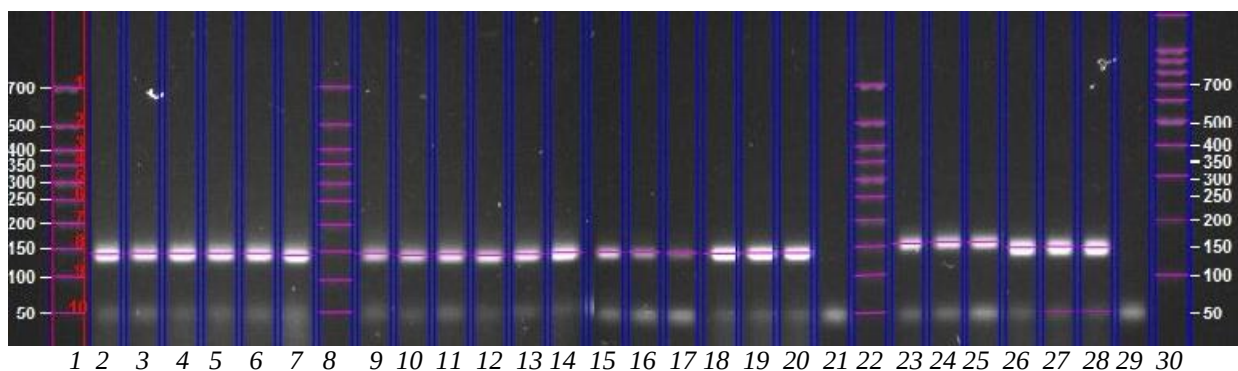
Локус	Молекулярная масса (п.н)	Количество аллелей, n_a	Эффективное число аллелей, n_e	Индекс полиморфного информационного содержания, PIC
<i>Satt1</i>	108-154	3	1,68	0,41
<i>Satt2</i>	138-154	3	2,13	0,53
<i>Satt5</i>	150-187	4	2,29	0,56
<i>Satt9</i>	120-212	7	6,40	0,84
<i>Soypr1</i>	158-196	3	2,91	0,66
<i>Soygy2</i>	152-200	3	2,18	0,53
<i>Soyhsp176</i>	115-126	3	1,68	0,41
<i>Satt681</i>	200-244	3	2,13	0,53
<i>Sat_263</i>	136	1	1,00	0,00
<i>Satt141</i>	148-135	2	1,28	0,22
<i>Satt181</i>	170-225	5	4,57	0,78
Среднее	-	3,73	2,56	0,50

Среднее число аллелей на локус составило 3,73. Одним из показателей, характеризующих информативность локуса, является эффективное число аллелей. Этот показатель характеризует выявленные аллели по частоте их встречаемости в изучаемой выборке генотипов. Количество выявленных аллелей будет равно количеству эффективных, если частоты их встречаемости одинаковы. Для исследуемых образцов этот показатель варьировал от 1 (*Sat_263*) до 6,40 (*Satt9*). Несмотря на высокое число обнаруженных аллелей по локусу *Satt9*, эффективными являются только 4 из 8. Среднее эффективное число аллелей на локус составило 2,56.

Другим важным показателем информативности микросателлитных локусов является индекс полиморфного информационного содержания PIC. Этот показатель, характеризует дискриминационную силу локуса не только по количеству выявленных аллелей, но так же и по относительным частотам их встречаемости [28]. Встречаемость редких аллелей меньше влияет на значение PIC, чем аллели, встречающиеся с высокими частотами. Значения PIC варьируют от 0 до 1. PIC приближается к единице, если локус имеет много аллелей с приблизительно равной частотой встречаемости, и равен 0, если локус мономорфный. Для изученных нами SSR-локусов PIC варьирует от 0 (*Sat_263*) до 0,84 (*Satt9*) (таблица 3). Как выше отмечено, по локусу

Sat263 в этой выборке не обнаружено полиморфных аллелей, поэтому PIC равен нулю. У локуса *Satt141* индекс полиморфности самый низкий – 0,22. Среднее значение индекса полиморфного информационного содержания для изученной группы сортов составило 0,50.

Аллели SSR-локусов представлены на электрофореграммах фрагментами ДНК разной молекулярной массы. На рисунке 1 показаны электрофореграммы результатов амплификации ДНК исследуемых сортов сои дальневосточной селекции и форм дикой сои по локусу *Satt2*. В результате амплификации получили межсортовую полиморфную картину распределения фрагментов ДНК трех аллелей этого локуса (B_{138} , B_{146} , B_{154}) (таблица 4). В сортах амурской селекции Гармония, Соната, Китросса, а также дикой сое из Амурской области КЗ-6337 и сорте приморской селекции Приморская-96 выявлен аллель B_{146} , Сорт Алена амурской селекции и сорт Батя хабаровской селекции содержат аллель B_{138} , и только дикая соя КХ из Хабаровского края содержит аллель B_{154} с повышенной молекулярной массой.



Дорожки фрагменты ДНК сортов (2-4 – Гармония, 5-7 – Соната, 9-11 – Китросса, 12-14 – Приморская-96, 15-17 – Батя), 18-20 – Алена, 23-25 – дикая соя КХ, 26-28 – КЗ-6337, 21, 29 – контрольный образец, 1, 8, 22, 30 – маркеры молекулярных масс (DNA Ladder, 100+ bp)

Рисунок 1 – Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК сортов сои дальневосточной селекции и форм дикой сои по локусу *Satt2*

Дискриминационные возможности этой маркерной системы были оценены для исследуемых шести образцов сои дальневосточной селекции и

форм дикой сои. По результатам обработки подготовлены схемы электрофореграмм для оформления эталонных генетических паспортов сортов (приложение, таблица А.1, рис. А.1).

В итоге для каждого сорта на основании выявленного набора аллелей микросателлитных локусов составлены молекулярно-генетические паспорта или так называемые «генетические формулы генотипов», представленные в таблице 16. Большими буквами латинского алфавита обозначен код локуса, а нижний индекс – аллельное состояние данного локуса.

Результаты обработки полученных данных свидетельствуют о генетической однородности образцов амурской селекции Гармония Соната, которые различались только по одному локусу *Satt181* (M₂₁₈ и M₂₀₈). Для сорта Китросса также выявлено отличие по локусу *Satt181* (M₂₂₅) и дополнительно – по локусу *Satt9* (D₁₇₆). Для остальных исследуемых сортов культурной и форм дикой сои были получены уникальные наборы аллелей, различающихся по нескольким локусам. Для сорта Алёна амурской селекции выявлены отличия по 7 локусам из 11. Сорт Батя (хабаровской селекции) отличился от сорта Приморская-96 по 6 локусам. Но самые значительные отличия выявлены для исследованных форм дикой сои, где только по 3 локусам из 11 исследованных обнаружено сходство (E₁₇₈, K₁₃₅, M₁₇₀).

Таблица 16 – Молекулярно-генетические формулы 8 генотипов сои Дальневосточного региона, полученные путем микросателлитного анализа.

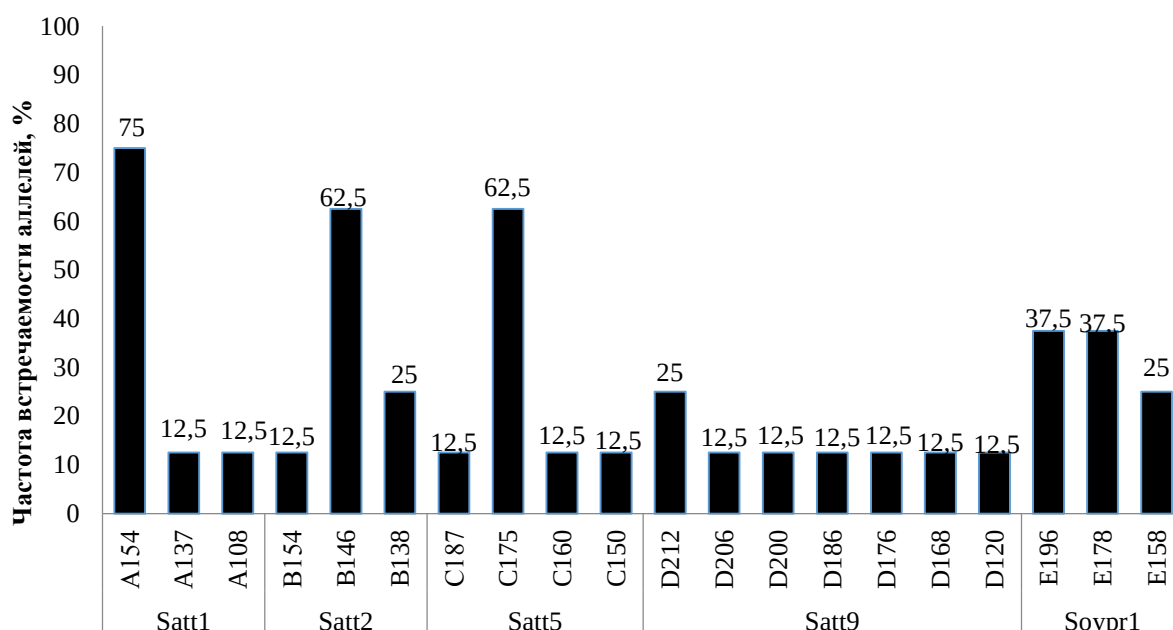
Сорт	Формула*
Гармония	A ₁₅₄ B ₁₄₆ C ₁₇₅ D ₂₁₂ E ₁₉₆ F ₁₅₂ H ₁₁₅ J ₂₄₄ K ₁₃₅ L ₁₈₇ M ₂₁₈
Соната	A ₁₅₄ B ₁₄₆ C ₁₇₅ D ₂₁₂ E ₁₉₆ F ₁₅₂ H ₁₁₅ J ₂₄₄ K ₁₃₅ L ₁₈₇ M ₂₀₈
Китросса	A ₁₅₄ B ₁₄₆ C ₁₇₅ D ₁₇₆ E ₁₉₆ F ₁₅₂ H ₁₁₅ J ₂₄₄ K ₁₃₅ L ₁₈₇ M ₂₂₅
Алёна	A ₁₅₄ B ₁₃₈ C ₁₅₀ D ₁₆₈ E ₁₅₈ F ₂₀₀ H ₁₁₅ J ₂₀₀ K ₁₃₅ L ₁₈₇ M ₁₈₅
Батя	A ₁₅₄ B ₁₃₈ C ₁₇₅ D ₂₀₆ E ₁₇₈ F ₂₀₀ H ₁₂₀ J ₂₄₄ K ₁₃₅ L ₁₈₇ M ₂₀₈
Приморская-96	A ₁₅₄ B ₁₄₆ C ₁₇₅ D ₂₀₀ E ₁₅₈ F ₁₅₂ H ₁₁₅ J ₂₄₄ K ₁₃₅ L ₁₈₇ M ₁₈₅
Дикая соя ХК	A ₁₃₇ B ₁₅₄ C ₁₈₇ D ₁₂₀ E ₁₇₈ F ₁₅₂ H ₁₂₆ J ₂₂₅ K ₁₃₅ L ₁₈₇ M ₁₇₀
КЗ-6337	A ₁₀₈ B ₁₄₆ C ₁₆₀ D ₁₈₆ E ₁₇₈ F ₁₇₂ H ₁₁₅ J ₂₀₀ K ₁₃₅ L ₁₄₈ M ₁₇₀

*Примечание: код локуса: A – *Satt1*, B – *Satt2*, C – *Satt5*, D – *Satt9*, E – *Soypr1*, F – *Soygy2*, H – *Soyhsp176*, J – *Satt681*, K – *Sat_263*, L – *Satt141*, M – *Satt181*.

Для всех выявленных аллелей по каждому локусу были вычислены

частоты их встречаемости в изученной выборке сортов сои дальневосточной селекции и форм дикой сои (рис.2 а, б).

а



б

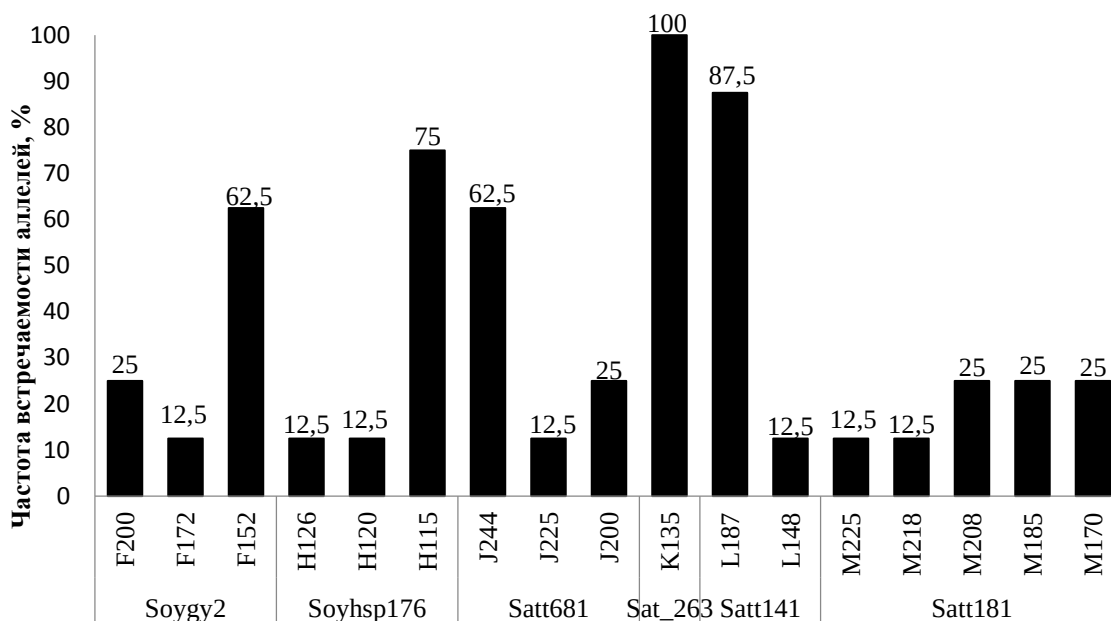


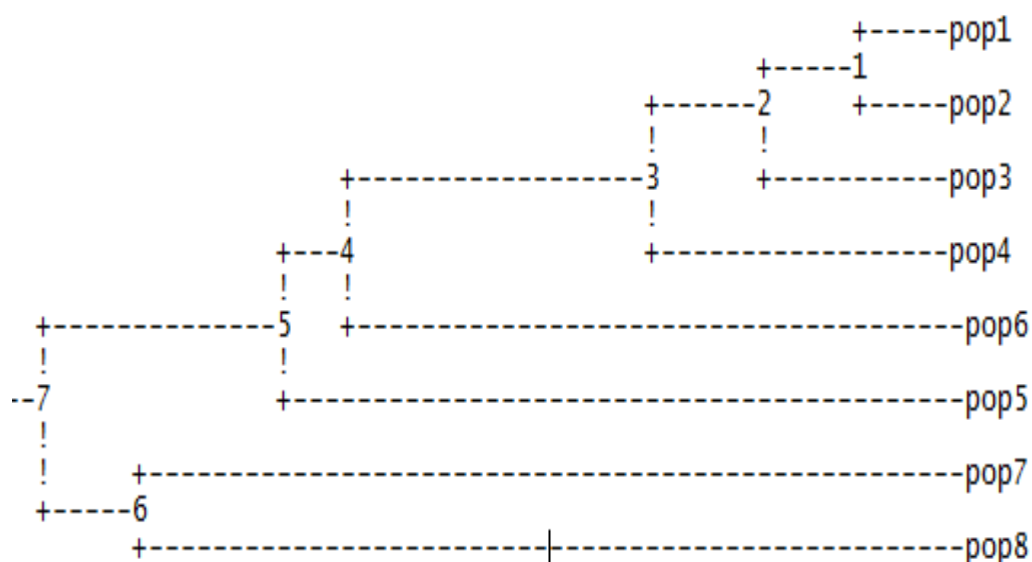
Рисунок 2 – Частота встречаемости аллелей локусов *Satt1*, *Satt2*, *Satt5*, *Satt9*, *Soypr1*(а); *Soygy2*, *Soyhsp176*, *Satt181*, *Satt681*, *Satt141*, *Sat_263* (б) сортов сои дальневосточной селекции и форм дикой сои

У восьми локусов *Satt1*, *Satt2*, *Satt5*, *Soygy2*, *Soyhsp176*, *Satt681*, *Sat_263* и *Satt141* выявлены аллели с частотой встречаемости более 50%. Это аллели – A₁₅₄ (75 %), B₁₄₆ (62,5 %), C₁₇₅ (62,5 %), F₁₅₂ (62,5 %), H₁₁₅ (75,0 %),

J₂₂₄ (62,5 %), K₁₃₅ (100 %) и L₁₈₇ (87,5 %). Такая высокая встречаемость некоторых аллелей свидетельствует об относительной генетической близости сортов дальневосточной селекции. Наряду с этим можно предположить, что аллели, наиболее распространенные у исследованных сортов, могли характеризовать общий тип растения сои, к получению которого стремились селекционеры в процессе их создания.

На основании полученных данных далее была проведена оценка степени генетического родства изученных генотипов сои и статистическая обработка полученных данных с применением пакета программы POPGENE.

На основе анализа бинарной матрицы произвели расчет генетической идентичности (GI) и генетического расстояния (GD) исследуемых сортов дальневосточной селекции и диких форм сои (приложение, таблица А.2). Для визуализации обнаруженных генетических дистанций была построена дендрограмма методом невзвешенного попарно-группового анализа (UPGMA) (рисунок 3).



pop 1 – Гармония, pop 2 – Соната, pop 3 – Китросса, pop 4 – Приморская-96,
pop 5 – Батя, pop 6 – Алена, pop 7 – Дикая ХК, pop 8 – КЗ-6337

Рисунок 3 – Дендрограмма генотипов сои дальневосточной селекции и форм дикой сои

Используя полученные результаты, далее была проведена оценка степени генетического родства изученных генотипов сои Дальневосточного региона, и статистическая обработка полученных данных с применением пакета программы POPGENE. Анализ полученного иерархического дендрита позволил выделить в выборке исследованных генотипов сои два основных кластера. В кластер I вошли культурные сорта сои, в кластер II – дикие формы. Кластер I можно разделить еще на два субкластера: в один вошли сорта амурской селекции и приморский сорт Приморская 96, а в другой сорт сои амурской селекции Алена и хабаровской селекции сорт Батя.

3.2 Анализ семян сортов сои дальневосточной селекции и форм дикой сои на наличие синтетических ДНК-конструкций (фрагменты 35S промотора и NOS терминатора).

Для продовольственного обеспечения быстрорастущего населения планеты необходимы высокоурожайные сорта сельскохозяйственных культур, которые были бы обогащены питательными веществами и устойчивы к различным экологическим и биотическим стрессам [29]. В настоящее время, чтобы получить новый сорт с интересующими характеристиками используют генетическую инженерию, для создания трансгенных растений [30]. Обязательным компонентом генома трансгенных растений присутствующих на мировом рынке, независимо от того, какие гены встраиваются в растение, являются 35S промотор и NOS терминатор, которые представляют собой универсальные маркеры, позволяющие выявить генетические вставки для любых сортов или видов сельскохозяйственных растений. ПЦР анализ позволяет открыть, например, вставку гена *cp-4* (глифосата), трансгенной сои, устойчивой к гербициду Roundup, ген соевого белка лектина, ген кукурузного белка зеина и другие.

Сущность метода идентификации ГМО линий сои методом ПЦР с гибридизационно-флуоресцентной детекцией в режиме реального времени (Real Time PCR) – заключается в проведении ПЦР в эппендорфах с

использованием специфичных праймеров, меченных флуоресцентными красителями, с целью выявления участка видоспецифичной ДНК сои и части генно-инженерной конструкции, специфичной для генома тестируемого сорта.

Количественный анализ ГМО в растительном материале представляет собой расчёт отношения количества ДНК определенной конструкции к общему количеству ДНК исследуемого сорта, качественный анализ ГМО отображает наличие трансгенов. Используемые готовые тест-системы позволяли проводить две независимые реакции в одной пробирке: одна идентифицирует ДНК исследуемого растения, вторая направлена на детекцию генно-модифицированной последовательности, которые фиксируются с помощью специфических зондов (флуорофоров).

На рисунке 4 представлены графики кривых плавления относительно выбранного флуорофора, полученные в ходе амплификации заданных фрагментов: 35S-промотора и NOS-терминатора, а также выделенных фрагментов ДНК из исследуемых шести сортов сои. Положительный контроль ROX (NOS) и FAM (35S) устремлены вверх. Выделенные фрагменты ДНК не превышали пороговых значений – 0,1 % от общего количества ДНК и представлены на графике в виде горизонтальных линий.

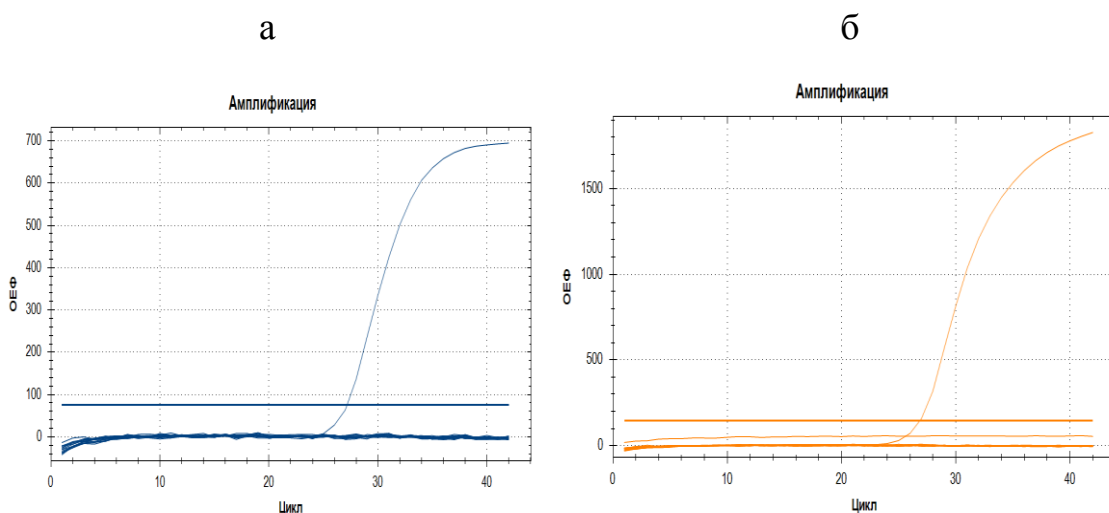


Рисунок 4 – Графики после амплификации выделенных фрагментов ДНК сортов сои дальневосточной коллекции, полученные с использованием набора реагентов «АмплиСенс® ГМ Планта-1-FL» (ООО «АмплиСенс»): Флуорофор FAM – 35S (а), Флуорофор ROX – NOS (б)

Посредством применения тест-систем, было установлено, что проанализированные ДНК сортов сои не дали положительной реакции на генетически модифицированные конструкции. При амплификации образцов ДНК сои с применением тест-систем «Соя/35S+FMV/NOS скрининг» по каналу *HEX* (соя) определена положительная динамика, что свидетельствует о наличии ДНК сои во всех исследуемых образцах (рисунок 5).

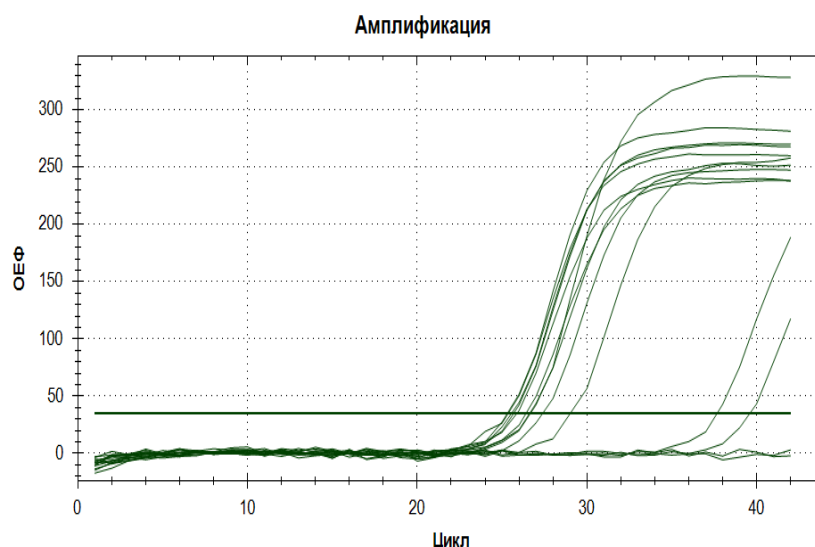


Рисунок 5 – Графики после амплификации выделенных фрагментов ДНК сортов сои дальневосточной коллекции, полученные с использованием набора реагентов: «Сорб-ГМО-А» (ООО «Синтол»), Флуорофор *HEX* – Соя

Выводы:

1. Для всех исследованных сортов культурной и форм дикой сои были выявлены идентификационные наборы аллелей для каждого локуса (*Satt1*(A_{154} , A_{154} , A_{154}), *Satt2* (B_{138} , B_{146} , B_{154}), *Satt5* (C_{150} , C_{160} , C_{175} , C_{187}), *Satt9* (D_{120} , D_{168} , D_{178} , D_{186} , D_{200} , D_{206} , D_{212}), *Soypr1* (E_{158} , E_{178} , E_{196}), *Soygy2* (F_{152} , F_{172} , F_{200}), *Soyhsp176* (H_{115} , H_{120} , H_{126}), *Satt681* (J_{200} , J_{225} , J_{244}), *Sat_263* (K_{135}), *Satt141* (L_{148} , L_{187}) и *Satt181* (M_{170} , M_{185} , M_{208} , M_{218} , M_{225})).
2. Среди образцов культурной сои различия наблюдали по двум и более локусам (кроме сорта Гармония: $A_{154}B_{146}C_{175}D_{212}E_{196}F_{152}H_{115}J_{244}K_{135}L_{187}M_{218}$ и Соната: $A_{154}B_{146}C_{175}D_{212}E_{196}F_{152}H_{115}J_{244}K_{135}L_{187}M_{208}$).

3. Для каждого генотипа на основании полученного набора аллелей микросателлитных локусов составлены молекулярно-генетические паспорта и были подготовлены схемы электрофореграмм для оформления эталонных генетических паспортов исследованных сортов.

4. Полученные результаты в ходе проведения амплификации, свидетельствуют о том, что в ходе ПЦР-анализа ни в одном из исследуемых сортов сои генетически модифицированной конструкции (35S-промотора и NOS-терминатора) не было выявлено.

5. Исследованные сорта сои Дальневосточного региона (Гармония, Соната, Китросса, Приморская-96, Батя, Алена) не являются трансгенными.

4 Сравнительная оценка удельной активности ферментов, их множественных форм и биохимического состава семян сои

4.1 Биохимические показатели семян сои

Наиболее важными биохимическими показателями семян сои можно считать массовую долю белка и масла [31]. Проанализировав биохимический состав исследуемых образцов, было выявлено повышенное содержание белка в сорте амурской селекции Китросса и в дикой сое Хабаровского края ($46,80 \pm 0,01$ и $46,63 \pm 0,01$ % соответственно) (приложение, таблица Б.1). Следует также отметить повышенное содержание белка в семенах дикой сои Амурской области КЗ-6337 ($41,43 \pm 0,01$ %) и сорте Алена амурской селекции ($41,83 \pm 0,01$ %).

Выявлены значительные изменения по содержанию количества масла в исследуемых образцах. Максимальное содержание масла, почти в 2 раза выше, чем у остальных исследуемых образцов, отмечено в семенах дикой сои КЗ-6337 из Амурской области ($38,15 \pm 0,01$ %), а минимальное в семенах дикой сои Хабаровского края ($11,04 \pm 0,01$ %). В других исследуемых сортах сои показатель масла варьировал в пределах от $17,32 \pm 0,01$ до $20,44 \pm 0,01$ %. Различия по содержанию в растительных образцах белка и масла в пределах 5% являлось достоверным, так как погрешность методов определения этих биохимических показателей составляло порядка 10%.

Содержание ненасыщенных ВЖК, в частности олеиновой и линоленовой кислот, значительно варьировало. В результате анализа установили значительное повышение олеиновой кислоты в семенах сои Китросса ($27,53 \pm 0,01$ %), в то время как минимум ее установлен в семенах формы дикой сои ХК ($16,24 \pm 0,11$ %). Причем в сорте Китросса отмечено увеличение линоленовой кислоты в среднем на 30 % относительно других исследуемых образцов, что связано с защитными механизмами, в которых участвует эта кислота [32].

Одновременно с этим содержание насыщенных карбоновых кислот (стеариновой и пальмитиновой), снизилось в семенах сои сорта Китросса

($3,57 \pm 0,00$ % и $9,19 \pm 0,01$ % соответственно), а максимум выявлен в сортах Соната ($3,86 \pm 0,00$ % и $9,62 \pm 0,01$ %) и Приморская 96 ($9,19 \pm 0,01$ % и $9,55 \pm 0,00$ % соответственно). Следует отметить, что концентрации пальмитиновой и стеариновой кислот в исследуемых образцах находились приблизительно на одном уровне и изменения наблюдались только в десятых долях.

Установлено повышенное содержание линоленовой и олеиновой кислот в сорте сои Китросса, что соотносится с повышением белка, и согласуется с литературными данными [33].

Анализ высших жирных кислот показывает увеличение концентрации линолевой кислоты по всем исследуемым образцам, что подтверждают ранее проведенные нами исследования [34]. Особенно следует отметить сорт сои амурской селекции Гармония и дикую сою ХК, где содержание линолевой кислоты составило $52,05 \pm 0,00$ % и $52,48 \pm 0,01$ % соответственно.

Для улучшения качества масла необходимо, чтобы в семенах сои было больше олеиновой, и меньше линоленовой кислот [35, 36]. В ходе проведенных исследований выявили, что в семенах сорта Китросса содержание олеиновой кислоты значительно повышалось, а линоленовой увеличилось, но в меньшей степени относительно среднего повышения, то есть качество масла улучшится, если вводить данный сорт в селекционный процесс. Причем заметим, что в данном сорте установлено максимальное содержание белка.

Таким образом, по биохимическим показателям следует выделить сорт Китросса амурской селекции, который характеризуется высоким содержанием белка ($46,80 \pm 0,02$ %), олеиновой ($27,53 \pm 0,01$ %) и линоленовой кислот ($11,79 \pm 0,01$ %). Следует отметить, форму дикой сои КЗ-6337 (Амурская область), где установлено максимальное содержание масла ($38,15 \pm 0,01$ %).

4.2 Удельная активность и множественные формы ферментов в семенах сои

Оксидоредуктазная активность

Растения сталкиваются с многочисленными биотическими стрессами и неблагоприятными условиями окружающей среды. Они реагируют на эти стрессы через морфологические, биохимические и молекулярные механизмы [37]. Воздействие стрессов окружающей среды на растения приводит к образованию АФК. Эти токсичные молекулы могут воздействовать на белки, дезоксирибонуклеиновую кислоту и липиды, вызывая окислительные повреждения в растительной клетке [38]. Уровни АФК в клетках находятся под контролем генома. АФК вырабатываются как в ходе метаболических процессов, так и в условиях стресса и снижаются антиоксидантной системой. Антиоксиданты могут быть низкомолекулярными (аскорбиновая кислота, каротиноиды, токоферол, глутатион, флавоноиды и алкалоиды) и высокомолекулярными (ферменты). Ферментативная антиоксидантная система состоит из ферментов супероксиддисмутазы (СОД, ЕС 1.15.1.1), каталазы (КАТ, ЕС 1.11.1.6), пероксидазы (ПОД, ЕС 1.11.1.7), полифенолоксидазы (ПФО, ЕС 1.10.3.1) (СОД) и других ферментов класса оксидоредуктаз [39].

Результаты анализа удельной активности СОД показали, что практически все семена обладали высокой удельной активностью (от $84,59 \pm 0,25$ до $156,04 \pm 5,79$ ед./мг белка), кроме сортов амурской селекции – Алена, Соната и Гармония, которые имели средние показатели удельной активности (от $43,76 \pm 4,37$ до $47,16 \pm 4,61$ ед./мг белка) (рисунок 6А).

Анализ удельной активности КАТ показал, что в семенах сои только два сорта обладали высокой удельной активностью – сорт Алена и форма дикой сои КЗ-6337 ($185,25 \pm 1,08$ и $201,79 \pm 7,2$ ед./мг белка соответственно), самое низкое значение активности среди исследуемых сортов сои было обнаружено у сорта Гармония ($40,07 \pm 3,84$ ед./мг белка) (рисунок 6Б).

Остальные сорта показали средние значения удельной активности – от $60,63 \pm 4,50$ до $108,43 \pm 0,42$ ед./мг белка.

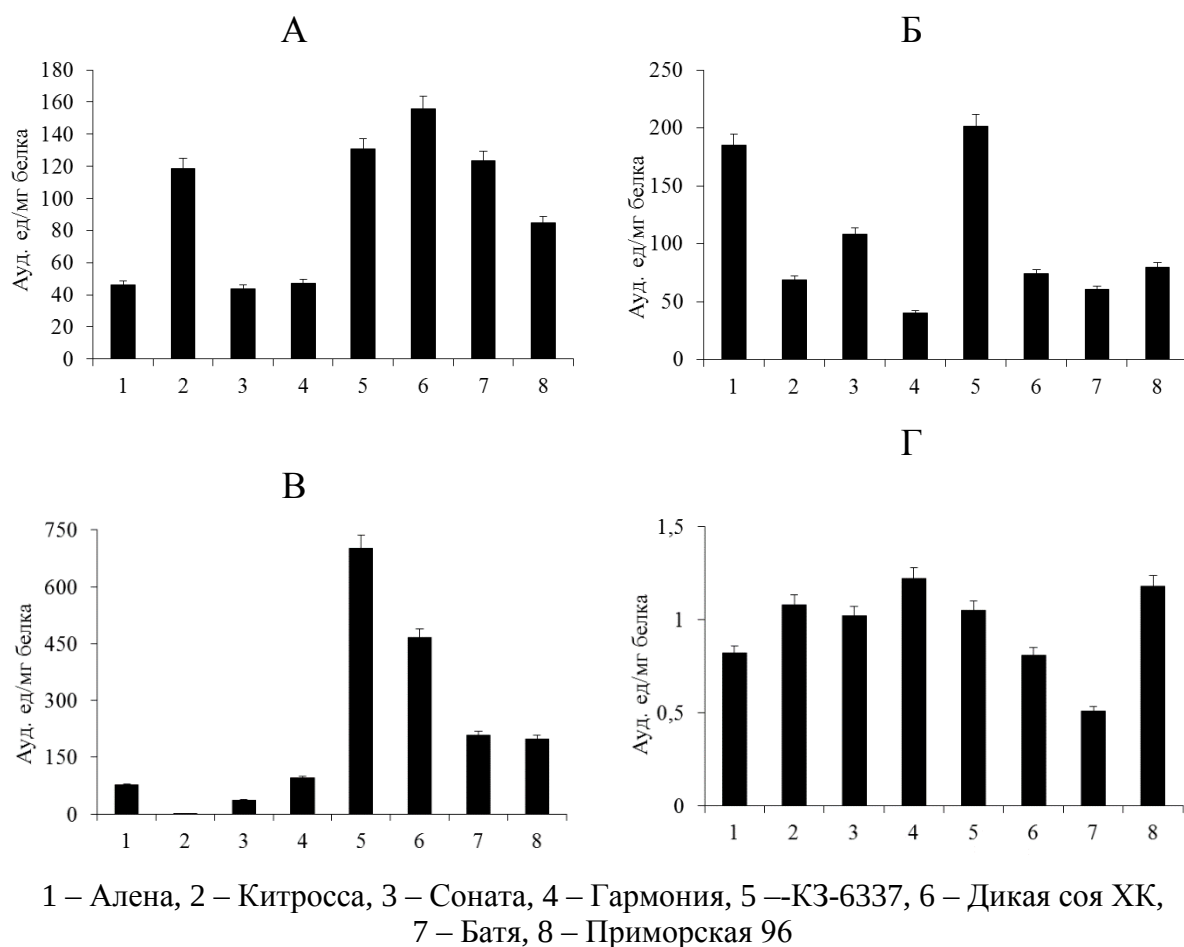
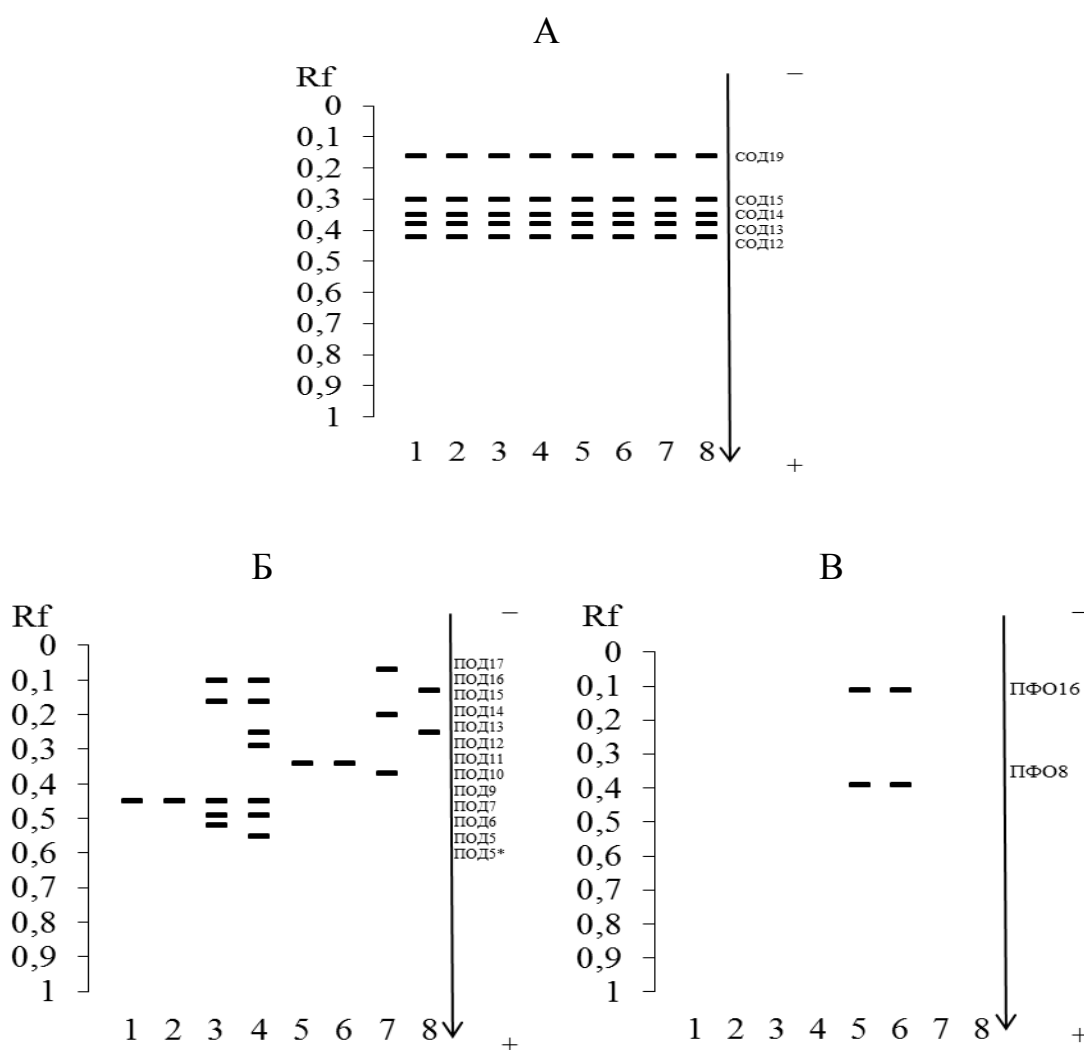


Рисунок 6 – Удельная активность оксидоредуктаз (супероксиддисмутазы (А), каталазы (Б), пероксидазы (В) и полифенолоксидазы (Г)) семян сортов сои дальневосточной селекции и форм дикой сои

Изучение удельной активности ПОД в семенах сои показало, что сорта диких форм сои имеют высокую удельную активность ($701,42 \pm 103,5$ и $465,39 \pm 60,32$ ед./мг белка), сорта Батя 15 и Приморская-96 имеют средние показатели удельной активности ($207,5 \pm 3,03$ и $198,2 \pm 3,91$ ед./мг белка соответственно) (рисунок 6В). Сорта Алена, Соната и Гармония обладают ниже средней удельной активностью ПОД ($76,39 \pm 2,14$; $36,5 \pm 0,58$; $95,10 \pm 4,55$ ед./мг белка соответственно), а сорт Китросса показал самую низкую удельную активность – $1,80 \pm 0,12$ ед./мг белка.

Удельная активность ПФО в семенах исследуемых сортов сои изменялась незначительно – от $0,81 \pm 0,01$ до $1,22 \pm 0,07$ ед./мг белка, кроме сои сорта Батя, где показатель составил всего $0,51 \pm 0,05$ ед./мг белка (рисунок 6 Г, приложение, таблица Б.2).

При анализе контрольных схем энзимограмм оксидоредуктаз семян сои было выявлено 5 форм СОД, 13 форм ПОД и 2 формы ПФО (рисунок 7, приложение, рисунок В.1). Следует отметить, что множественных форм каталаз в исследуемых образцах выявлено не было, а формы ПФО были обнаружены только в семенах дикой сои.



1 – Алена, 2 – Китросса, 3 – Соната, 4 – Гармония, 5 – КЗ-6337, 6 – Дикая соя ХК,
7 – Батя, 8 – Приморская 96

Рисунок 7 – Схемы энзимограмм оксидоредуктаз супероксиддисмутазы (А), пероксидазы (Б) и полифенолоксидазы (В)) семян сортов сои
Стрелка – направление электрофореза от катода к аноду

Гидролитическая активность

Интерес к ферментам гидролитического комплекса, обусловлен рядом причин, одна из которых – возникновение и развитие патологического процесса в тканях растений. Согласно литературным данным, рибонуклеаза (РНКаза) (К.Ф. 3.1) и кислая фосфатаза (К.Ф. 3.1.3.2) представляют собой ферменты с широкой субстратной специфичностью [40].

Эффективным механизмом предотвращения проникновения фитопатогенов в растение и их размножение, является подавление активности гидролаз специфическими ингибиторами белков [41, 42]. Эти ингибиторы дезактивируют чужеродные ферменты вторгающихся микроорганизмов и повышают устойчивость растений за счет снижения интенсивности деградации их собственными ферментами [43].

Анализ удельной активности рибонуклеазы (РНКазы) в исследуемых семенах сои выявил, что показатели удельной активности практически находились на одном уровне (от $0,087 \pm 0,011$ до $0,13 \pm 0,02$ ед./мг белка), кроме сорта Китросса амурской селекции, где активность РНКазы была в два раза выше остальных образцов ($0,24 \pm 0,02$ ед./мг белка) (рисунок 8А).

При анализе удельной активности эстераз, было отмечено, что только в двух сортах (Алена и Китросса) была повышенная активность ($0,150 \pm 0,002$; $0,118 \pm 0,005$ ед./мг белка), в остальных семенах сортов она была в пределах средних значений (от $0,052 \pm 0,004$ до $0,095 \pm 0,003$ ед./мг белка) (рисунок 8Б).

При изучении удельной активности кислых фосфатаз было зафиксировано, что в сортах Алена, Китросса, Гармония и Приморская-96 была высокая удельная активность среди исследуемых сортов сои (от $0,108 \pm 0,002$ до $0,131 \pm 0,001$ ед./мг белка) (рисунок 8В). В остальных сортах сои показатели значений были на среднем уровне, от $0,060 \pm 0,005$ до $0,088 \pm 0,001$ ед./мг белка.

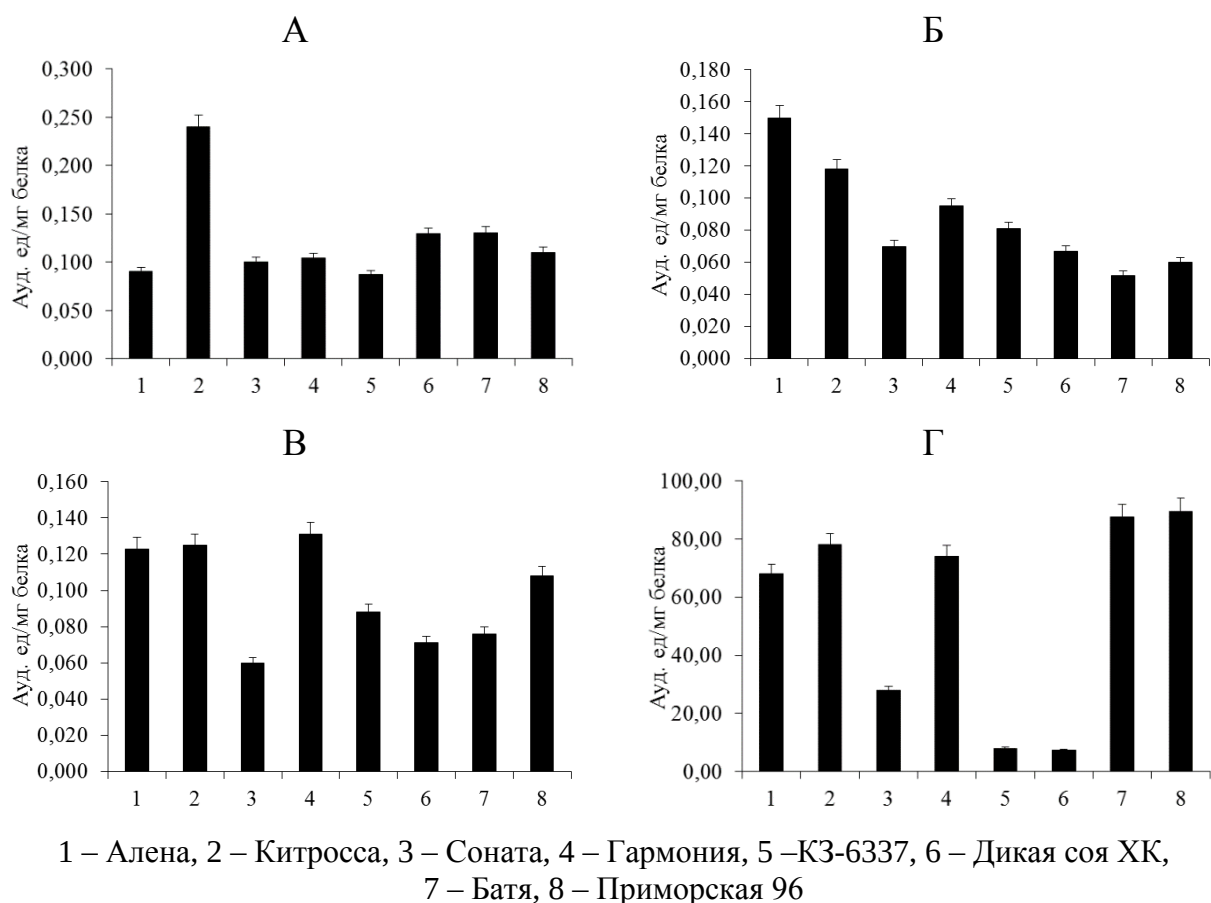
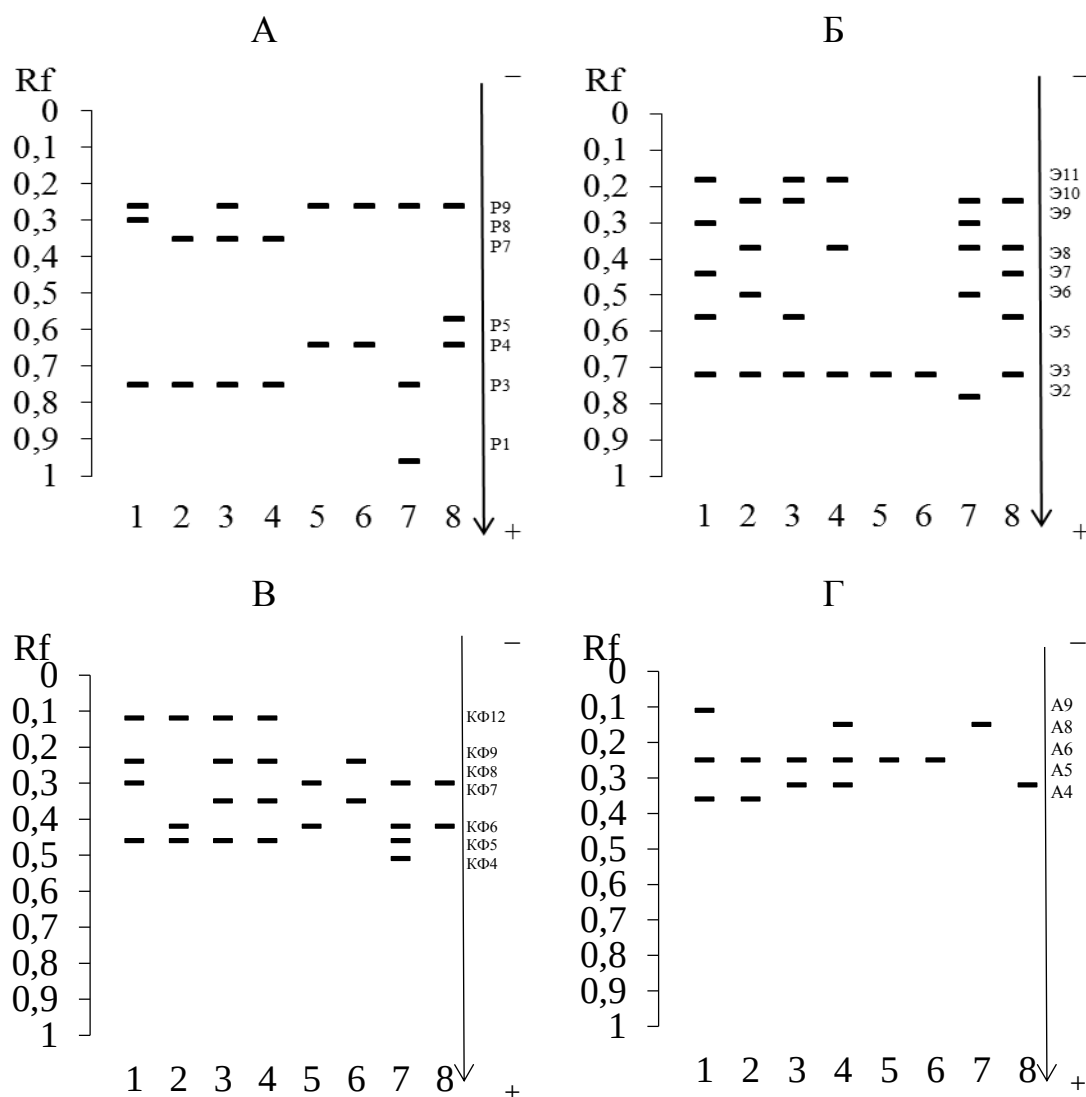


Рисунок 8 – Удельная активность гидролаз (РНКаза (А), эстераз (Б), кислых фосфатаз (В) и амилаз (Г)) семян сортов сои

Результаты удельной активности амилаз исследуемых семян сои показали, что в сортах дикой сои КЗ-6337 и ХК, была низкая удельная активность ($8,000 \pm 0,103$ и $7,200 \pm 0,093$ ед./мг белка, соответственно), а в сорте Соната было отмечено удельная активность со средним значение – $28,00 \pm 0,01$ ед./мг белка (рисунок 8Г). В остальных сортах удельная активность была высокой, по сравнению с другими сортами (от $67,98 \pm 1,17$ до $89,57 \pm 0,2$ ед./мг белка) (приложение, таблица Б.3).

Изучение контрольных схем энзимогамм гидролаз семян сои позволило выявить 7 форм РНКаза, 9 форм эстераз, 7 форм кислых фосфатаз и 5 форм амилаз (рисунок 9, приложение, рисунок В.2).



1 – Алена, 2 – Китросса, 3 – Соната, 4 – Гармония, 5 – КЗ-6337, 6 – Дикая соя ХК,
7 – Батя, 8 – Приморская 96

Рисунок 9 – Схемы энзимогамм гидролаз (РНКаз (А), эстераз (Б), кислых фосфатаз (В) и амилаз (Г)) семян сортов сои
Стрелка – направление электрофореза от катода к аноду

В рамках работ по проведению научных исследований по маркированию генетических систем дикой и культурной сои для обеспечения создания адаптивных сортов использован приобретённый набор оборудования, отвечающего современным требованиям проведения исследований в области биотехнологии.

Для проведения оценки выживаемости выращенного клеточного материала, полученного в результате гибридизационных или биотехнологических подходов, приобретена климатическая камера ((Термолюминостат) КС-200 СПУ)), предназначенная для моделирования разнообразных агрессивных условий окружающей среды, с целью тестирования резистентных характеристик растения к абиотическому стрессу. В дальнейшем в камерах подобного типа планируется проверять адаптационные возможности клеточных культур или проростков новых сортов сои, с целью отбора наиболее подходящих образцов. Для количественной оценки параметров выживаемости будет произведено морфологическое исследование с использованием микроскопа серии Axio Lab.A1. Система визуализации данного оборудования позволит проводить морфометрическую оценку клеточных культур, для предоставления оснований на проведение дальнейших полевых исследований.

Также на базе лаборатории биотехнологии используется спектрофотометр ПЭ-5400УФ (ООО «ЭКРОСХИМ», Россия) для определения активности ферментов класса оксидоредуктаз (супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза и полифенолоксидаза) и класса гидролаз (рибонуклеаза, эстераза, кислая фосфатаза и амилаза). Данный набор ферментов является маркерами стресса, вызванного инфекцией либо условиями среды, в будущем расширение общего количества исследуемых биомолекул позволит создавать тест-системы для точной идентификации патофизиологических процессов, что ускорит селекционный процесс, ввиду возможности отбора сортов наиболее устойчивых и подходящих по биохимическим тест-панелям.

С целью совершенствования навыков владения современными биотехнологическими методами поддержки селекционного процесса с 28 февраля по 12 марта 2022 года сотрудниками лаборатории биотехнологии Бондаренко О.Н. и Пензиным А.А. на базе ИЦиГ СО РАН (г. Новосибирск)

был пройден курс повышения квалификации на направлению «Биотехнология в селекции растений. Начальный уровень».

Выводы:

1. Методами колориметрии, спектрофотометрии и энзим-электрофореза установлена высокая удельная активность оксидоредуктаз в семенах образцов дикой сои Амурской области ($A_{уд} \text{ (СОД)} = 130,74 \pm 8,44$ ед/мг белка; $A_{уд} \text{ (КАТ)} = 201,79 \pm 7,20$ ед/мг белка; $A_{уд} \text{ (ПОД)} = 701,42 \pm 103,5$ ед/мг белка; $A_{уд} \text{ (ПФО)} = 1,05 \pm 0,10$ ед/мг белка) и Хабаровского края ($A_{уд} \text{ (СОД)} = 156,04 \pm 5,79$ ед/мг белка; $A_{уд} \text{ (ПОД)} = 465,39 \pm 60,32$ ед/мг белка; $A_{уд} \text{ (ПФО)} = 0,81 \pm 0,01$ ед/мг белка), что соотносится с небольшим количеством (по 1 или 2) множественных форм всех исследуемых ферментов и позволяет рекомендовать их к использованию в адаптивной селекции.

2. Повышенная удельная активность гидролазного комплекса установлена для сорта сои амурской селекции Китросса ($A_{уд} \text{ (РНКаза)} = 0,24 \pm 0,02$ ед/мг белка; $A_{уд} \text{ (Э)} = 0,118 \pm 0,005$ ед/мг белка; $A_{уд} \text{ (КФ)} = 0,125 \pm 0,002$ ед/мг белка; $A_{уд} \text{ (А)} = 78,09 \pm 1,26$ ед/мг белка), что свидетельствует о повышенных метаболических процессах и, как следствие, высоком адаптивном потенциале сорта.

3. По биохимическим показателям, с применением метода диффузного отражения в ближней инфракрасной области с использованием анализатора «FOSS NIRSystems 5000» (Швеция), установили, что сорт Китросса амурской селекции характеризуется высоким содержанием белка ($46,80 \pm 0,02$ %), oleиновой ($27,53 \pm 0,01$ %) и линоленовой кислот ($11,79 \pm 0,01$ %).

4. Максимальное содержание масла ($38,15 \pm 0,01$ %) установлено в семенах формы дикой сои КЗ-6337 (Амурская область).

5. Высокий полиморфизм установлен для ферментов ПОД (13), Э (9), РНКаз (7) и КФ (7).

Заключение

В процессе проведенных научно-исследовательских работ в реализацию мероприятий по проведению научных исследований и разработке новых технологий в области селекции, выполняемых за счет внебюджетных средств, все поставленные задачи на 2022 год выполнены в полном объеме, что подтверждается полученными результатами проведенных мероприятий. В частности, согласно плана-графика реализации мероприятий, соответствующих программе создания и развития центра, генетическая коллекция сортов и сортообразцов культурной и дикой сои пополнена на 22 единицы.

В процессе выполнения работ, направленных на пополнение генетической коллекции сортов и сортообразцов культурной и дикой сои 3 генетические коллекции сои, из которых выделены лучшие номера, для последующего включения в скрещивания. Создан новый гибридный материал по 18 комбинациям. На всех этапах селекционного процесса в разных питомниках ($F_1 \dots F_4$), СП, КП, ПСИ КСИ – исследованы гибридные популяции, линии, константные формы сои, выделены элитные растения различной архитектоники и образцы, превышающие стандартные сорта по продуктивности и ряду хозяйственно-ценных признаков, которые будут дальше последовательно изучаться во всех звеньях селекционного процесса.

В рамках проведения научных исследований по маркированию генетических систем дикой и культурной сои для обеспечения создания адаптивных сортов методом ПЦР-анализа с использованием одиннадцати микросателлитных локусов с повышенным полиморфизмом были идентифицированы 8 сортов культурной сои и 2 формы дикой сои дальневосточной селекции и составлены их генетические формулы, построена UPGMA-дендрограмма и выявлена степень генетического родства исследуемых сортов и форм сои для молекулярно-генетической паспортизации.

Детекция сортов сои дальневосточной селекции, на наличие генетически модифицированных конструкций методом ПЦР в реальном времени не дала положительной реакции на генетически модифицированную ДНК, в связи, с чем исследованные сорта сои Дальневосточного региона (Гармония, Соната, Китросса, Приморская-96, Батя, Алена) являются не трансгенными.

При изучении энзиматической активности сортов и форм сои дальневосточного региона, установлена высокая удельная активность оксидоредуктаз для образцов дикой сои Амурской области и Хабаровского края, и повышенная удельная активность гидролазного комплекса для сорта амурской селекции Китросса. Отмечено сходное низкое количество (по 1 или 2) множественных форм исследуемых ферментов в семенах дикой сои. Высокий полиморфизм установлен для ферментов ПОД (13), Э (9), РНКаз (7) и КФ (7).

По биохимическим показателям выделен сорт сои Китросса, который характеризуется высоким содержанием бека ($46,80 \pm 0,02$ %), олеиновой ($27,53 \pm 0,01$ %) и линоленовой кислот ($11,79 \pm 0,01$ %). Максимальное содержание масла ($38,15 \pm 0,01$ %) установлено у формы дикой сои КЗ-6337 (Амурская область).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями: ГОСТ 12044-93. – 2011. – Введ. 1994–06–0. – М.: Стандартиформ, 2011. – 55 с.
2. ДНК-Экстран-3 Набор реагентов для выделения геномной ДНК из растений. Синтол, EX-513-100. – 2021.
3. Morgante M. Genetic mapping and variability of seven soybean simple sequence repeat loci / M. Morgante, A. Rafalski, P. Biddle, S. Tingey, A.M. Olivieri // Genome. – 1994. – Vol. 37. – № 5. – P. 763–769. – DOI: 10.1139/g94-109.
4. Абугалиева С.И. ДНК-фингерпринтинг сортов сои Казахстана с использованием SSR маркеров / С.И. Абугалиева, Л.А. Волкова, А.А. Нурланова, А.С. Жанпеисова, Е.К. Турусбеков // Биотехнология. Теория и практика. – 2013. – № 3. – С. 26–34. – DOI: 10.11134/btp.3.2013.4.
5. Bisen A. SSR analysis of 38 genotypes of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genetic diversity in India / A. Bisen, D. Khare, P. Nair, N. Tripathi // Physiol. Mol. Biol. Plants. – 2015. – Vol. 21. – № 1. – P. 109–115. – DOI: 10.1007/s12298-014-0269-8.
6. Рамазанова С.А. Идентификация сортов сои (*Glycine max* L.) с использованием микросателлитных локусов ДНК / С.А. Рамазанова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – № 2(166). – С. 63-67.
7. Kujane K. Genetic diversity analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes making use of SSR markers / K. Kujane, M.M. Sedibe, A. Mofokeng // Australian Journal of Crop Science. – 2019. – Vol. 13. – № 7. – P. 1113–1119. – DOI: 10.21475/ajcs.19.13.07.p1638.
8. Zhong C. Fine Mapping, Candidate Gene Identification and Co-segregating Marker Development for the Phytophthora Root Rot Resistance Gene

RpsYD25 [Electronic resource] / C. Zhong, S. Sun, X. Zhang, C. Duan, Z. Zhu // *Frontiers Genetics*. – 2020. – Vol. 11. – Article 799. – DOI: 10.3389/fgene.2020.00799. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2020.00799/full> (дата обращения: 2022.11.21).

9. Рамазанова С.А. Оптимизация технологии генотипирования сои на основе анализа полиморфизма SSR-локусов ДНК / С.А. Рамазанова, А.С. Коломыцева // *Масличные культуры*. – 2020. – №1 (181). – С. 42–48. – DOI: 10.25230/2412-608X-2020-1-181-42-48.

10. Информация о продукте. БиоМастер HS-Taq ПЦР-Color (2×) [Электронный ресурс] – URL: https://biolabmix.ru/upload/iblock/12c/produkt_MHC010.pdf (дата обращения: 21.11.2022).

11. Гучетль С.З. Подбор информативных праймеров и оптимальных условий ПЦР для проведения SSR-анализа геномной ДНК сои селекции АОС ВНИИМК / С.З. Гучетль, С.С. Фролов, Е.С. Кузнецова // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. – 2018. – №3 (175). – С. 28–33. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-3-175-28-33.

12. Backeljau T. Multiple UPGMA and Neighbor-joining Trees and the Performance of Some Computer Packages / T. Backeljau, L. De Bruyn, H. De Wolfe, K. Jordaens [et al.] // *Molecular Biology and Evolution*. – 1996. – Vol. 12. – № 2. – P. 309–313. – DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a025590.

13. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.

14. Мокроносов А.Т. Малый практикум по физиологии растений / А.Т. Мокроносов. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 184 с.

15. Иваченко Л.Е. Методы изучения полиморфизма ферментов сои / Л.Е. Иваченко [и др.]. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2008. – 142 с.

16. Борисова Г.Г. Методы оценки антиоксидантного статуса растений: учеб. –метод, пособие / Г.Г. Борисова [и др.]. –Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2012. – 72 с.
17. Van Aspern K. A study of housefly esterases by means of a sensitive colorimetric method / K. Van Aspern // *Journal of Insect Physiology*. – 1962. – Vol. 8. – P. 401–406. – DOI: 10.1016/0022-1910(62)90074-4.
18. Rassel W.E. The precipitation of polyribonucleotides with magnesium salte and etanol / W.E. Rassel // *The Journal of biological chemistry*. – 1963. – Vol. 238. – № 9. – P. 3053–3057. – DOI: 10.1016/ S0021-9258(18)51864-0.
19. Lowry O.H. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O.H. Lowry, N.J. Resebrought, A.L. Farr, R.J. Randall // *J. Biol. Chem.* – V. 193. – № 1. – 1951. – P. 265–275. DOI: 10.1016/s0021-9258(19)52451-6.
20. Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии: учеб. пособие для студентов биологических специальностей вузов / Г.А. Кочетов. – Изд. 2–е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1980. – 272 с.
21. Низкий С.Е. Особенности калибровочных уравнений для ИК-сканеров при определении аминокислотного состава белков сои / С.Е. Низкий, Г.А. Кодирова, Г.В. Кубанкова // *Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук*. – 2020. – № 4(212). – С. 131–135. – DOI: 10.37102/08697698.2020.212.4.021.
22. Левитес Е.В. Генетика изоферментов растений / Е.В. Левитес. – Новосибирск: Наука, 1986. – 145 с.
23. Wendel J.L. Visualization and interpretation of plant isozymes / J.L. Wendel, N.F. Weeden; eds. D.E. Soltis and P.S. Soltis // *Isozymes in plant biology*. – Portland: Dioscorides Press, 1989. – P. 5–45. – DOI: 10.1007/978-94-009-1840-5_2.
24. Иваченко Л.Е. Ферменты как маркеры адаптации сои к условиям выращивания: монография / Л.Е. Иваченко. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2011. – 192 с.

25. Лаврентьева С.И. Влияние агроэкологических условий выращивания на рибонуклеазную активность сои: монография / С.И. Лаврентьева, М.В. Якименко. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. – 128 с.
26. Jaisval P. Gramene: Development and integration of trait and gene ontologies for rice / P. Jaisval, D. Ware, J. Ni, K. Chang [et al.] // Comparative and functional genomics. – 2002. – Vol. 3. – P.132–136. – DOI: 10.1002/cfg.156.
27. Мухина Ж.М. Молекулярные маркеры и их использование в селекционно-генетических исследованиях / Ж.М. Мухина, Е.В. Дубина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. — № 66. – С. 386–496.
28. Сиволап Ю.М. RAPD–анализ молекулярно–генетического полиморфизма подсолнечника (*Helianthus annuus*) / Ю.М. Сиволап, А.Е. Солоденко, В.В Бурлов // Генетика. – 1998. – №2. – С. 37–43.
29. Kumar K. Genetically modified crops: current status and future prospects / K. Kumar, G. Gambhir, A. Dass, A.K. Tripathi [et al.] // Planta. – 2020. – Vol. 251. – № 4. – P. 91. – DOI: 10.1007/s00425-020-03372-8.
30. ПЦР в реальном времени / Д.В. Ребриков [и др.]; под ред. д.б.н. Д.В. Ребрикова – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 223 с.
31. Абилова Г.А. Влияние салицилата натрия на физиолого-биохимические показатели проростков пшеницы при действии тяжелых металлов / Г.А. Абилова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2020. – Т. 10. – № 2(33). – С. 274–283. – DOI: 10.21285/2227-2925-2020-10-2-274-283.
32. Ohlrogge J. Lipid biosynthesis / J. Ohlrogge, J. Browse // The Plant Cell. – 1995. – Vol. 7. – P. 957–970. – DOI: 10.1105/tpc.7.7.957.
33. Masum A. Identification of quantitative trait loci (QTL) underlying protein, oil, and five major fatty acids' contents in soybean / A. Masum, L. Shiming, B. Melanie [et al.] // American Journal of Plant Sciences. – 2014. – Vol. 5. – P. 158–167.

34. Лаврентьева С.И. Биохимический состав семян и проростков сои, зараженных *Septoria glycines* НЕММИ / С.И. Лаврентьева, О.Н. Тарасова, В.А. Кузнецова, Кубанкова Г.В. [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 6. – С. 38–42.
35. Takagi Y. High linolenic acid mutant in soybean induced by X-ray irradiation / Y. Takagi // Jpn. J. Breed. – 1989. – Vol. 39. – P. 403–409.
36. Takagi Y. Inheritance of high oleic acid content in the seed oil of soybean mutant M 23 / Y. Takagi // Theor. Appl. Genet. – 1996. – Vol. 92. – P. 179–182.
37. Zainul-Abidin N. Investigating the awareness and application of sustainable construction concept by Malaysian developers / N. Zainul-Abidin // Habitat International. – 2010. – Vol. 34. – P. 421–426. – DOI: 10.1016/j.habitatint.2009.11.011.
38. El-Yazied A.A. Melatonin Mitigates Drought Induced Oxidative Stress in Potato Plants through Modulation of Osmolytes, Sugar Metabolism, ABA Homeostasis and Antioxidant Enzymes [Electronic resource] / A.A. El-Yazied, M.F.M. Ibrahim, M.A.R. Ibrahim, I.N. Nasef [et al.] // Plants. – 2022. Vol. 11. № 9. Article 1151. – DOI: 10.3390/plants11091151. – URL: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/9/1151/htm> (дата обращения: 2022.11.21).
39. Zafra A. Identification of novel superoxide dismutase isoenzymes in the olive (*Olea europaea* L.) pollen [Electronic resource] / A. Zafra, A.J. Castro, J. Alche // BMC Plant Biol. – 2018. Vol. 18. № 114. – DOI: 10.1186/s12870-018-1328-z. – URL: <https://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-018-1328-z> (дата обращения: 2022.11.21).
40. Wang Y. Classification and expression diversification of wheat dehydrin genes / Y. Wang, H. Xu, H. Zhu [et al.] // Plant Science. – 2014. – Vol. 214. – P. 113–120.
41. Mosolov V.V. Participation of proteolytic enzymes in the interaction of plants with phytopathogenic microorganisms / V.V. Mosolov, T.A. Valueva // Biochemistry. – 2006. – Vol. 71. – № 8. – P. 838-845.

42. Revina T.A. Protein trypsin inhibitor from potato tubers / T.A. Revina, G.V. Kladnitskaya, N.G. Gerasimova [et al.] // Biochemistry. – 2010. – Vol. 75. – № 1. – P. 36–40.

43. Valencia-Jiménez A. Activity of alpha-amylase inhibitors from *Phaseolus coccineus* on digestive alpha-amylases of the coffee berry borer / A. Valencia-Jiménez, J. W. Arboleda Valencia, M.F. Grossi-de-Sá // Journal of agricultural and food chemistry. – 2008. – Vol. 56. – № 7. – P. 2315–2320.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маркирование генетических систем форм дикой и сортов культурной сои дальневосточной селекции с помощью микросателлитов ДНК

Таблица А.1 – Полиморфизм микросателлитных локусов ДНК 8 генотипов сои

№	Наименование сорта	Наименование локуса, размер продуктов амплификации (п.н.)										
		<i>Satt1</i>	<i>Satt2</i>	<i>Satt5</i>	<i>Satt9</i>	<i>Soypr1</i>	<i>Soygy2</i>	<i>Soyhsp17</i> ₆	<i>Satt681</i>	<i>Sat_263</i>	<i>Satt141</i>	<i>Satt181</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>H</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>
1	Гармония	154	146	175	212	196	152	115	244	135	187	218
2	Соната	154	146	175	212	196	152	115	244	135	187	208
3	Китросса	154	146	175	176	196	152	115	244	135	187	225
4	Приморская-96	154	146	175	200	158	152	115	244	135	187	185
5	Батя	154	138	175	206	178	200	120	244	135	187	208
6	Алена	154	138	150	168	158	200	115	200	135	187	185
7	Дикая соя ХК	137	154	187	120	178	152	126	225	135	187	170
8	6337-КЗ	108	146	160	186	178	172	115	200	135	148	170

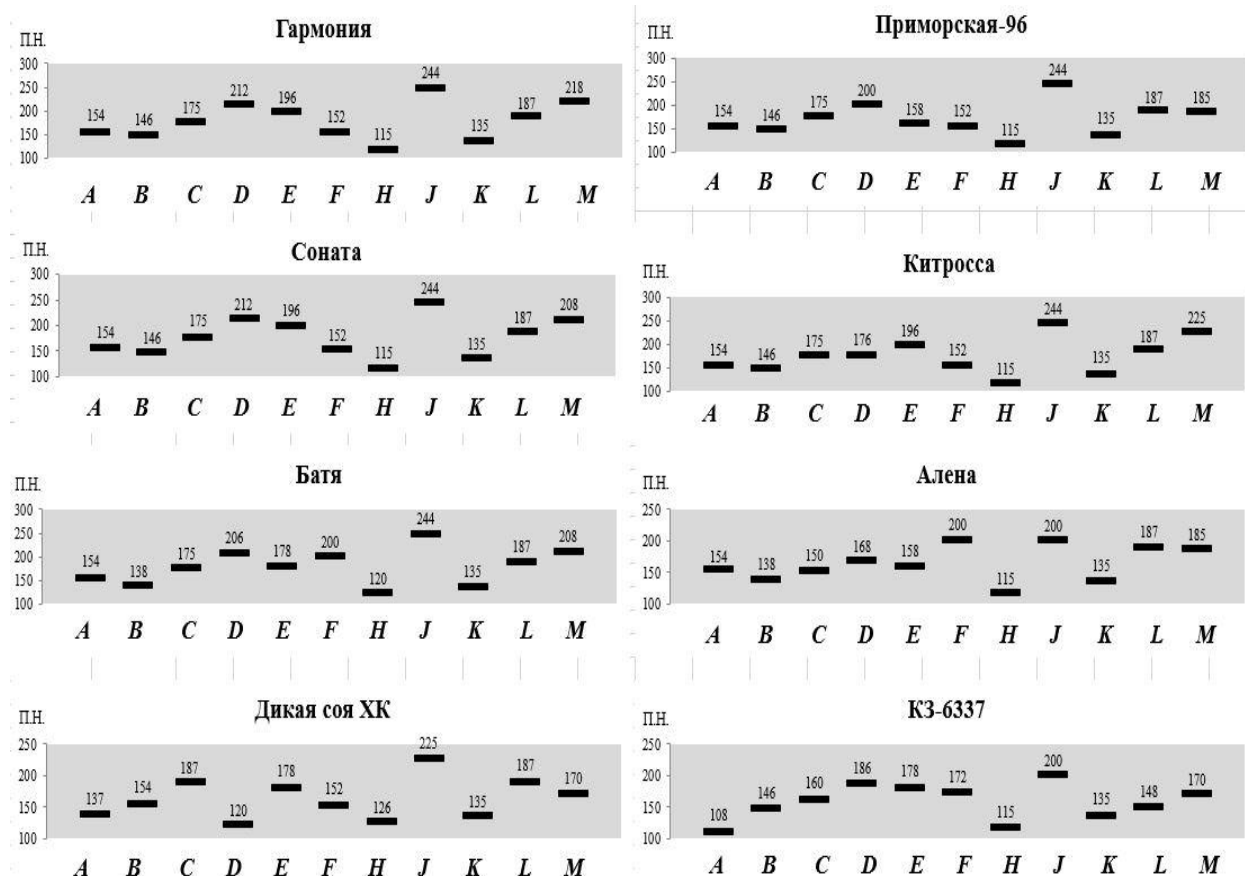


Рисунок А.1 – Электрофореграммы продуктов амплификации ДНК сортов сои дальневосточной селекции и форм дикой сои по локусам A – *Satt1*, B – *Satt2*, C – *Satt5*, D – *Satt9*, E – *Soypr1*, F – *Soygy2*, G – *Sat43*, H – *Soyhsp176*, I – *138ct04*, J – *Satt681*, K – *Sat_263*, L – *Satt141*, M – *Satt181*

Таблица А.2 – Генетическая идентичность (GI) (над диагональю) и генетические расстояния (GD) (под диагональю) исследуемых форм дикой и сортов культурной сои

pop ID	1	2	3	4	5	6	7	8
1	****	0.9459	0.8919	0.8378	0.6757	0.6757	0.6216	0.6216
2	0.0556	****	0.8919	0.8378	0.7297	0.6757	0.6216	0.5676
3	0.1144	0.1144	****	0.8378	0.6757	0.6757	0.6216	0.5676
4	0.1769	0.1769	0.1769	****	0.6757	0.7838	0.6216	0.6216
5	0.3920	0.3151	0.3920	0.3920	****	0.6216	0.5676	0.4595
6	0.3920	0.3920	0.3920	0.2436	0.4754	****	0.5676	0.6216
7	0.4754	0.4754	0.4754	0.4754	0.5664	0.5664	****	0.6216
8	0.4754	0.5664	0.5664	0.4754	0.7777	0.4754	0.4754	****

Примечание: *pop* 1 – Гармония, *pop* 2 – Соната, *pop* 3 – Китросса, *pop* 4 – Приморская-96, *pop* 5 – Батя, *pop* 6 – Алена, *pop* 7 – Дикая ХК, *pop* 8 – КЗ-6337

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Биохимический состав семян сои и активность ферментов

Таблица Б.1 – Биохимические показатели семян сои дальневосточной селекции и диких форм сои, $\bar{X} \pm S\bar{x}$, %

Сорт	Белок	Масло	ВЖК				
			пальмитиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	линоленовая
1	2	3	4	5	6	7	8
Алена	41,83±0,01	18,27±0,01	9,48±0,00	3,71±0,00	25,68±0,00	51,63±0,00	9,93±0,01
Китросса	46,80±0,02	17,32±0,01	9,19±0,01	3,57±0,00	27,53±0,01	51,57±0,00	11,79±0,01
Соната	34,08±0,01	20,43±0,01	9,62±0,01	3,86±0,00	17,73±0,00	51,64±0,00	6,52±0,02
Гармония	36,52±0,02	20,44±0,01	9,56±0,00	3,83±0,00	18,78±0,02	52,05±0,00	6,68±0,01
Батя	39,03±0,01	19,26±0,01	9,55±0,00	3,64±0,00	20,38±0,06	51,77±0,00	9,95±0,01
Приморская-96	35,72±0,01	20,31 ±0,00	9,55±0,00	3,87±0,00	19,10±0,06	51,47±0,00	6,79±0,01
КЗ-6337	41,43±0,01	38,15±0,01	9,48±0,01	3,7±0,00	16,43±0,06	51,43±0,00	9,96±0,02
Дикая соя ХК	46,63±0,01	11,04±0,01	9,54±0,00	3,49±0,00	16,24±0,11	52,48±0,01	7,65±0,02

* – различия статистической достоверности ($p \leq 0.5$)

Продолжение приложения Б

Таблица Б.2 – Биохимические показатели оксидоредуктазного комплекса семян сортов сои

Название сорта	СОД		Каталаза		Пероксидаза		ПФО	
	А _{уд} , ед/мг белка	МФ	А _{уд} , ед/мг белка	МФ	А _{уд} , ед/мг белка	МФ	А _{уд} , ед/мг белка	МФ
Алена	46,10±0,13	5	185,25±1,08	0	76,39±2,14	1	0,82±0,06	0
Китросса	118,85±0,22	5	68,91±4,14	0	1,80±0,12	1	1,08±0,09	0
Соната	43,76±4,37	5	108,43±0,42	0	36,50±0,58	5	1,02±0,03	0
Гармония	47,16±4,61	5	40,07±3,84	0	95,10±4,55	7	1,22±0,07	0
КЗ-6337	130,74±8,44	5	201,79±7,20	0	701,42±103,5*	1	1,05±0,10	2
Дикая соя КХ	156,04±5,79	5	74,29±7,23	0	465,39±60,32*	1	0,81±0,01	2
Батя	123,37±4,03	5	60,63±4,50	0	207,50±3,03	3	0,51±0,05	0
Приморская-96	84,59±0,25	5	79,79±3,42	0	198,20±3,91	2	1,18±0,07	0

Примечание: * – различия статистической достоверности ($p \leq 0,5$); МФ – множественные формы.

Продолжение приложения Б

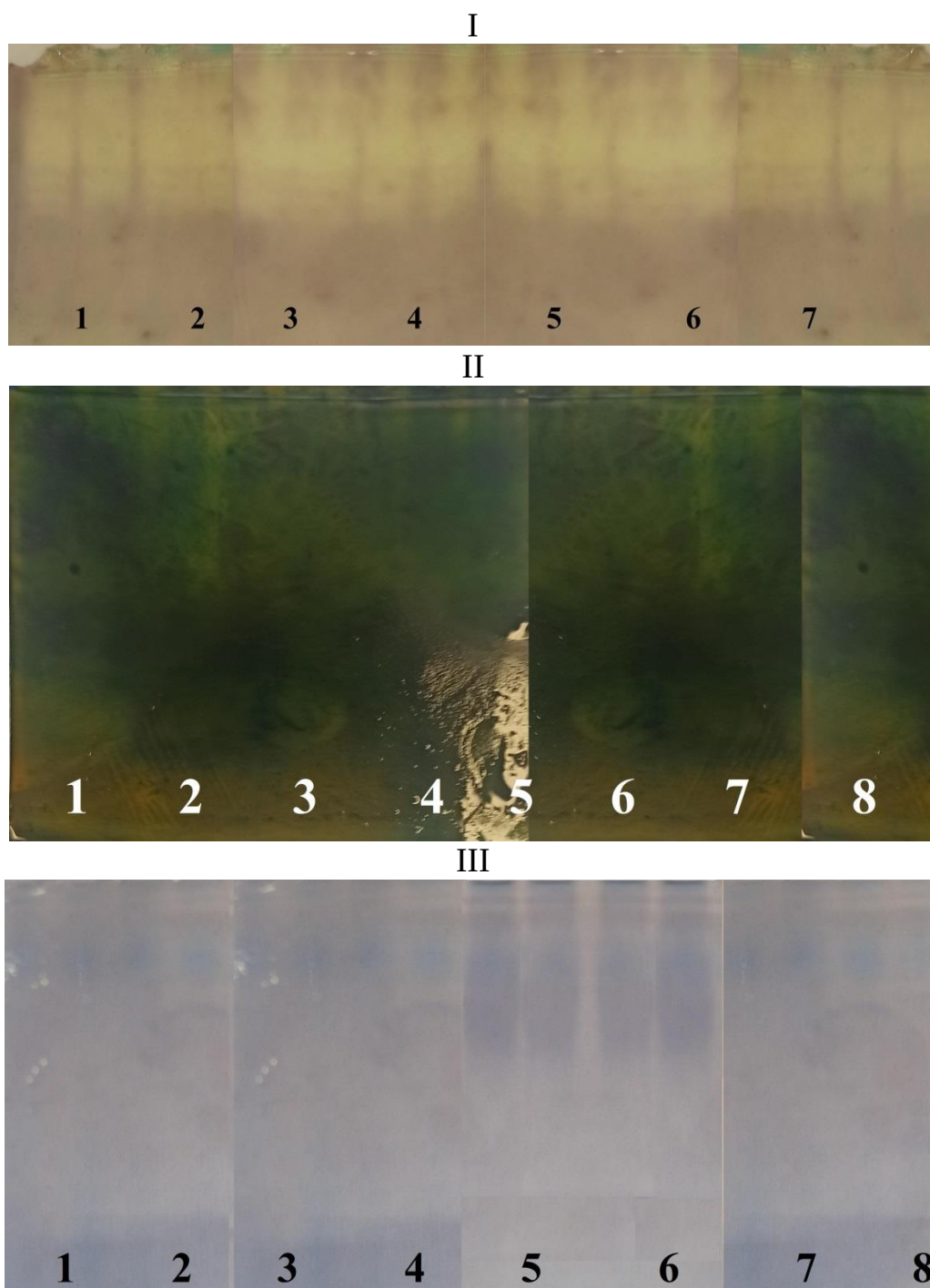
Таблица Б.3 – Биохимические показатели гидролазного комплекса семян сортов сои

Название сорта	РНКаза		Эстераза		Кислая фосфатаза		Амилаза	
	Ауд ед/мг белка	МФ	Ауд ед/мг белка	МФ	Ауд ед/мг белка	МФ	Ауд ед/мг белка	МФ
Алена	0,09±0,01	3	0,150±0,002	5	0,123±0,002	4	67,98±1,17	3
Китросса	0,24±0,02	2	0,118±0,005	4	0,125±0,002	3	78,09±1,26	2
Соната	0,10±0,02	3	0,07±0,12	4	0,060±0,005	4	28,00±0,01	2
Гармония	0,104±0,004	2	0,095±0,003	3	0,131±0,001	4	74,08±1,66	3
6337-КЗ	0,087±0,011	2	0,081±0,001	1	0,088±0,001	2	8,00±0,103	,1
Дикая соя - 31	0,129±0,012	2	0,067±0,004	1	0,071±0,008	2	7,20±0,093	1
Батя	0,13±0,02	3	0,052±0,004	5	0,076±0,004	4	87,66±0,38	1
Приморская 96	0,11±0,02	3	0,060±0,002	5	0,108±0,002	2	89,57±0,20	1

Примечание: * – различия статистической достоверности ($p \leq 0,5$); МФ – множественные формы.

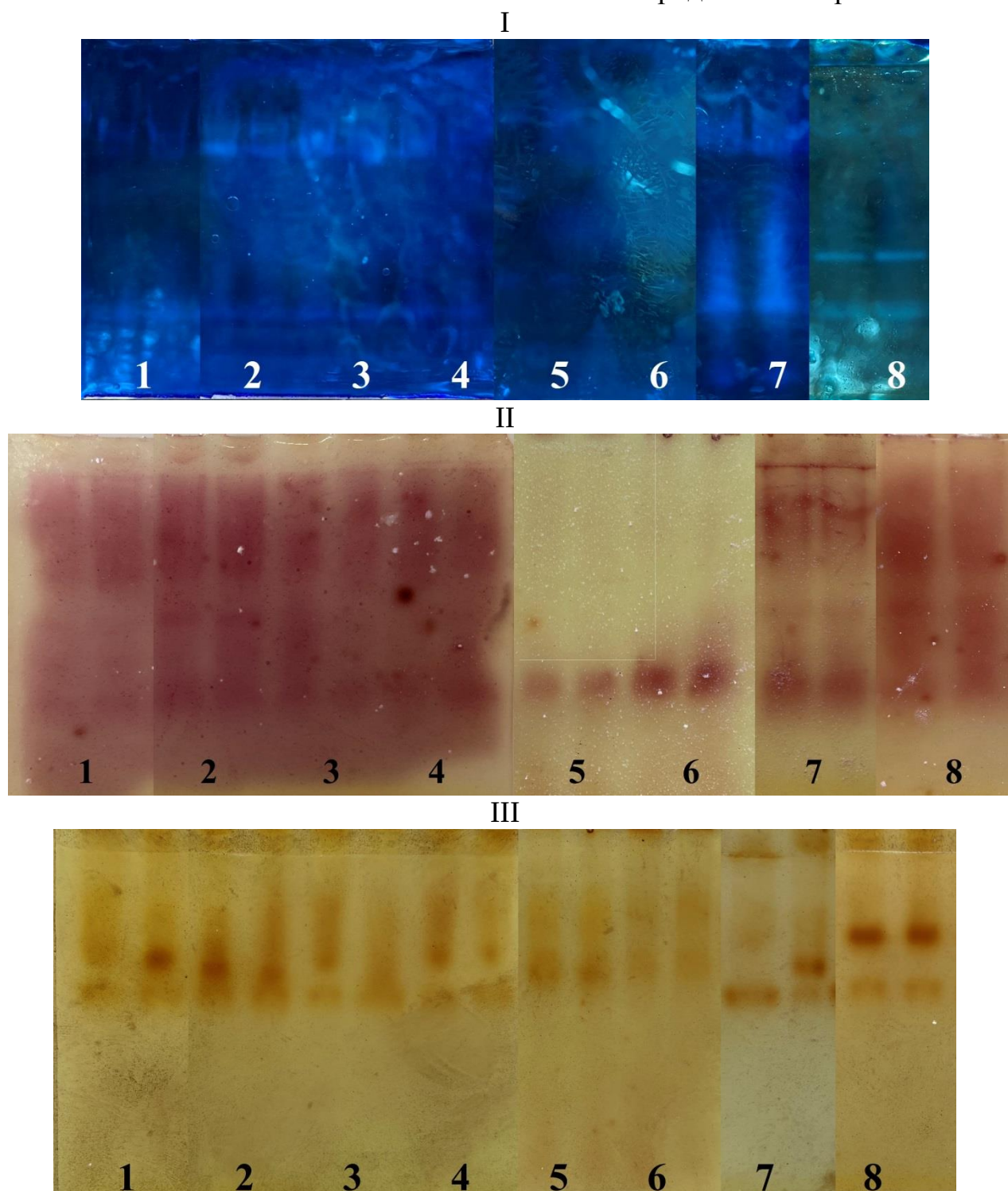
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Энзимограммы ферментов семян сои дальневосточной селекции и форм дикой сои



1 – Алена, 2 – Китросса, 3 – Соната, 4 – Гармония, 5 – 6337-КЗ, 6 – Дикая соя 31,
7 – Батя 15, 8 – Приморская-96

Рисунок В.1 – Энзимограммы оксидоредуктаз (супероксиддисмутазы (I), каталазы (II), полифенолоксидазы (III)) семян сортов сои



1 – Алена, 2 – Китросса, 3 – Соната, 4 – Гармония, 5 – 6337-КЗ, 6 – Дикая соя 31,
7 – Батя 15, 8 – Приморская-96

Рисунок В.2– Энзимограммы гидролаз (рибонуклеаза (I), эстераза (II),
кислая фосфатаза (III)) семян сортов сои