

## ЭФФЕКТ ГЕТЕРОЗИСА ПО КОМПЛЕКСУ ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДОВ F1 СОИ В УСЛОВИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Козьякова Т.Н., Демидова С.Ю.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова».  
e-mail: vniiss@mail.ru

**Аннотация.** В условиях полевого опыта изучены степень и характер проявления гетерозиса у гибридов F1 сои, полученных от скрещивания сортов отечественной и зарубежной селекции. Установлена закономерность наследования количественных признаков сои, и отобраны перспективные рекомбинанты.

**Ключевые слова:** селекция, гибридизация, сорт, соя.

Гетерозис — сложное биологическое явление, использование которого в селекции зернобобовых культур позволяет оптимально сочетать такие хозяйственно-полезные признаки, как продуктивность, крупноплодность, устойчивость к болезням, раннеспелость и т.д. [1]. Реализация гетерозиса в количественных признаках — одна из актуальных проблем морфогенеза растений [2]. Генетическая и морфологическая сущность гетерозиса до конца не изучена. Одним из характерных свойств сложных признаков является наличие у них широких пределов фенотипической изменчивости [3].

Гибридная мощь (сила), или гетерозис — это явление превосходства гибридов первого поколения (F1) в сравнении с исходными родительскими формами. Оно проявляется по многим признакам при скрещивании разных сортов растений, а также линий, которые сначала создают для получения гибридных семян из лучших сортов, отвечающих требованиям данного климатического района. При отборе линий оцениваются качества, которые необходимо получить у будущего гибридного потомства. Значительная их часть бракуется из-за тех или иных отрицательных свойств. Полученные таким образом межлинейные гибриды первого поколения оценивают по эффекту гетерозиса, отбирают линии, дающие лучшие комбинации, и затем размножают их в больших масштабах для производства гибридных семян. Чем больше линий создано, тем быстрее можно отыскать лучшие гибридные комбинации с необходимым сочетанием свойств, дающих при скрещивании высокий эффект

гетерозиса. При получении гибридных семян исходные линии с наибольшим эффектом гетерозиса при скрещивании высевают рядами, чередуя материнские и отцовские формы. Во втором и последующих поколениях гетерозис обычно затухает [4].

Возможности эффективного отбора у культур самоопылителей были в значительной мере исчерпаны уже в начале XX века, вследствие чего метод гибридизации стал основным. Это положение полностью распространяется и на культуру сои [5]. Ученые ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова работают над созданием селекционного материала методом половой гибридизации с использованием разнообразных форм скрещиваний и последующими отборами из гибридных комбинаций. В 2021 г. группа селекции культур зерносвекловичного севооборота проводила исследования сои в полевых условиях. Опыты закладывали на выровненном по плодородию и рельефу участке. Предшественником служила озимая пшеница. Культуру возделывали по общепринятой для зоны агротехнике [7].

Погодные условия в период «посев — цветение» были благоприятными для формирования репродуктивных органов растений. В апреле выпало 67,3 мм осадков, мае — 40,3 мм. Образование бутонов и цветение проходило при нормальной влажности почвы, выпадении 24,4 мм осадков, относительной влажности воздуха 75,0–83,0 %, температуре 23–25 °С.

Селекционную работу по сое проводили по полной схеме: коллекционный питомник, питомник скрещиваний, гибридные питомники F1 и F2, селекционные питомники 1 и 2 года, контрольный питомник, малое предварительное сортоиспытание, предварительное сортоиспытание и конкурсное сортоиспытание. Посев выполняли кассетной сеялкой СКС-6-10, агрегатируемой с трактором Т-16М. Учетная площадь деланки — 1,12 и 2,25 м<sup>2</sup>.

В коллекционном питомнике детально изучали образцы сои отечественной и зарубежной селекции по ряду хозяйственно-ценных признаков. Лучшие сорта

были вовлечены в скрещивание в качестве одной из родительских форм: Амазонка, Волма, Воронежская 31, Казачка, Кордоба, Ланцетная, Лидер 1, Лиссабон, Малага, Мезенка, Мерлин, Навигатор, Припять.

В опыте изучали гибриды первого поколения (F1) от десяти гибридных комбинаций скрещивания, полученных в 2020 г.:

- № 1 (Амазонка х Волма),
- № 2 (Лидер 1 х Воронежская 31),
- № 3 (Воронежская 31 х Ланцетная),
- № 4 (Мезенка х Кордоба),
- № 5 (Припять х Лиссабон),
- № 6 (Амазонка х Малага),
- № 7 (Кордоба х Навигатор),
- № 8 (Мерлин х Воронежская 31),
- № 9 (Казачка х Припять),
- № 10 (Мерлин х Волма).

Растения высевали в гибридном питомнике вместе с родительскими формами в качестве стандартов. Для исследований брали по 5 растений родительских форм и по 5 растений гибридов. Каждое потомство гибридного поколения F1 и их родительские формы оценивали по морфологическим признакам и элементам продуктивности растений в лабораторных условиях: (длина стебля, количество продуктивных узлов, количество бобов на растении, количество семян с растения, количество семян в бобе, количество бобов на 1 продуктивный узел, масса 1000 семян, масса семян с растения).

В исследованиях большое внимание уделяли оценке степени и характеру проявления гетерозиса у гибридов F1. По элементам продуктивности устанавливали степень его проявления. Различают истинный гетерозис ( $\Gamma_{ист.}$ ) – способность растений F1 превосходить по конкретному признаку или их комплексу лучшую из родительских форм [8]. Его определяют в процентах по формуле Омарова Д.С. (1975). Гипотетический (средний) ( $\Gamma_{гип.}$ ) гетерозис определяется в процентах по отношению к средней выраженности данного признака у родительских форм ( $P_{ср.}$ ). Конкурсный гетерозис ( $\Gamma_{кон.}$ ) позволяет судить о практической ценности данной гибридной комбинации и показывает, насколько процентов гибриды F1 превосходят лучший районированный сорт или гибрид [7].

При оценке степени проявления гетерозиса большое значение имеет изучение степени наследования количественного признака, которую определяют по коэффициенту доминирования. Он характеризует степень фенотипического проявления одного или нескольких доминантных генов, детерминирующих развитие данного количественного признака, и показывает, во сколько раз величина признака у гибридов первого поколения превышает его среднее значение у растений родительских форм и чем обусловлено проявление гетерозиса [6]. При анализе гибридов степень доминирования (H) вычисляли по формуле Гриффинга (1956).

Анализ гибридов первого поколения позволяет выявить характер наследования признаков, на основе которых формируется продуктивность растений. С помощью математико-статистических методов генетического анализа можно установить типы действия генов, детерминирующих признак, выбрать направления и методы селекции и на этой основе формировать исходный материал. В связи с этим изучение генетики количественных признаков сои является весьма актуальным направлением и имеет большое теоретическое и практическое значение.

По изучаемым признакам наблюдались различные типы наследования. В исследованиях у семи гибридов (№№ 1–3, 5, 8–10) длина стебля сверхдоминировала. Степень доминирования колебалась от 1,0 до 23,0. У гибрида № 7 отмечена гибридная депрессия (когда степень доминирования меньше -1) –  $H = -0,8$ , а у № 8 установлено полное доминирование –  $H = 1,00$ .

Наибольшее количество продуктивных узлов (30,6–35,6 шт/растение) формировалось у двух гибридов – № 1 и № 7, а минимальное (14,4 шт/растение) определено у гибрида № 8. По количеству продуктивных узлов на растении доминирование проявилось в семи случаях (№№ 1–3, 5, 7, 9–10) –  $H = 0,4–53,0$ .

У шести гибридов (№№ 1–3, 5–6, 9) отмечено сверхдоминирование ( $H = 1,2–3,0$ ) по количеству бобов на 1 продуктивный узел, у гибрида № 9 наблюдали полное доминирование, гибрид под № 10 имел промежуточную величину ( $H = 0,50$ ).

Количество бобов на растении является важным признаком продуктивности. По гибридам оно варьировало от 21,8 до 73,2 бобов с наибольшим количеством у номеров 1, 5, 9–10. Степень доминирования этого признака изменялась от 1,5 до 21,3, то есть наблюдалось сверхдоминирование. Проявление гетерозиса определили у шести гибридов (№№ 1–3, 5, 9–10), так как отмечено превышение данного показателя продуктивности у гибридных растений над более многоплодным родителем. У номеров 7, 8 отмечена гибридная депрессия –  $H = -0,4$  и  $-0,8$  соответственно.

В значительной мере продуктивность растения зависит от количества семян в бобе. В исследованиях у родительских форм оно колебалось от 1,8 до 2,4 шт/боб, а у гибридов F1 – от 1,4 до 1,9 шт/боб. Наибольшие значения озерненности бобов установлены у гибридов №№ 2–3, 5, 10. Доминирование отсутствовало ( $H = 0$ ) у номеров 6, 8–10, что свидетельствует об аддитивном взаимодействии аллельных генов. Степень доминирования этого признака изменялась от гибридной депрессии до полного доминирования, которое у гибрида № 3 составило  $H = 1,0$ .

На продуктивность также оказывает влияние количество семян с растения. Родительские сорта значительно различались по этому признаку. Максимальные показатели зафиксированы у Мезенки (90,6 шт.), Амазонки (97,8 шт.), Кордобы (139,4 шт.), Мерлин

(93,2 шт.), а минимальные – у Волмы (34,8 шт.), Малаги (35,8 шт.). У пяти гибридных комбинаций наблюдали гетерозис ( $H = 1,3-6,7$ ).

Масса зерен с одного растения у гибридов F1 колебалась от 3,2 до 11,2 г. У шести гибридов (№№ 1–3, 5, 9–10) проявилось сверхдоминирование или гетерозис ( $H = 1,1-10,2$ ). У гибридов под номерами 6 и 7 отмечена гибридная депрессия ( $H = -0,2$  и  $-0,7$  соответственно).

Масса 1000 семян является важным показателем оценки сортов и зависит от генетических особенностей, метеорологических факторов и других причин. В наших исследованиях по этому признаку у родительских сортов отмечено значительное различие – от 82,6 до 100,0 г. Высокой массой 1000 семян обладали сорта: Амазонка (100,0 г), Малага (97,2 г); относительно низкой – Кордоба (82,6 г), Мезенка (83,7 г).

Сверхдоминирование или гетерозис наблюдался у всех гибридов ( $H = 2,0-14,8$ ), кроме № 6, у которого установлены промежуточные значения степени доминирования ( $H = 0,8$ ).

Конкурсный гетерозис показывает, насколько процентов гибриды F1 превосходят лучший районированный сорт Мезенка (стандарт). Шесть из них превышали его по признаку «количество бобов с 1 растения» – от 5,1 до 70,2 %. Лишь у четырех гибридов (№№ 4, 6–8) конкурсный гетерозис был отрицательным ( $\Gamma_{\text{кон.}} = -25,6- -49,3$  %).

Конкурсный гетерозис проявился у четырех гибридов: по количеству семян с 1 растения – от 3,1 до 14,1 %; по массе семян с 1 растения – от 19,7 до 47,4 %; по массе 1000 семян – от 23,5 до 32,7 %; по числу бобов на 1 продуктивный узел – от 14,3 до 33,3 %.

По числу продуктивных узлов эффект конкурсного гетерозиса был у трех гибридов в пределах 31,8–57,5 %, а гибрид № 6 имел отрицательный эффект –  $\Gamma_{\text{кон.}} = -17,7$  %. По длине стебля у всех 10 гибридов отмечался отрицательный эффект ( $\Gamma_{\text{кон.}}$  колебался от  $-1,5$  до  $-16,1$  %).

Гипотетический гетерозис у изучаемых гибридов по количеству бобов на 1 растении изменялся от 16,5 до 152,7 % с максимальным показателем у гибрида № 5, а минимальным – у № 6.

Средний гетерозис по количеству семян с одного растения установлен в пределах 49,6–99,6 %. Самое высокое значение наблюдали у гибрида № 5, самое низкое – у № 1.

По массе семян с 1 растения эффект гетерозиса ( $\Gamma_{\text{гип.}}$ ) сильно проявился у шести гибридов и варьировал от 58,5 до 141,9 %; по массе 1000 семян – от 3,0 до 25,3 %. По длине стебля он установлен у шести гибридов и колебался от 12,1 до 45,6 %. Однако у номеров 4 и 8 отмечали соответственно  $\Gamma_{\text{гип.}} = -17,2$  % и  $\Gamma_{\text{гип.}} = -25,6$  %. Это свидетельствует о том, что они не превысили средний показатель обоих родителей.

Гипотетический гетерозис у гибридов F1 в целом по признаку количества продуктивных узлов изменялся от 19,5 до 71,6 %. Наиболее высокий показатель (100 %) был у гибридов под номерами 1 и 2.

В среднем гипотетический гетерозис по числу зерен в бобе составил 2,7 %. Лишь № 10 имел  $\Gamma_{\text{гип.}} = 0$  %, то есть он приравнялся к среднему значению обоих родителей.

По числу бобов на один продуктивный узел гипотетический гетерозис выявлен у семи гибридов и составил 5,9–47,6 %.

Таким образом, у гибридов F1 наблюдается большой диапазон распределения показателей по гипотетическому гетерозису по таким признакам, как количество продуктивных узлов, масса семян с 1 растения и т.д.

Эффект истинного гетерозиса проявился у шести гибридов F1: по признаку масса семян с одного растения  $\Gamma_{\text{ист.}}$  колебался от 5,1 до 112,2 %; по количеству продуктивных узлов – от 20,2 до 104,0 %; по количеству бобов с одного растения – от 15,4 до 118,9 %; по количеству семян – от 1,4 до 73,6 %; по числу бобов на один продуктивный узел – от 5,3 до 10,7 %; по длине стебля – от 1,6 до 28,9 %.

По массе 1000 семян истинный гетерозис наблюдался у всех гибридов (от 3,4 до 16,5 %), кроме № 6, который имел отрицательный  $\Gamma_{\text{ист.}} = -0,3$  %.

По числу зерен в бобе два гибрида (№№ 3, 10) приравнялись к лучшей родительской форме ( $\Gamma_{\text{ист.}} = 0$  %).

В результате исследований установлено, что семенная продуктивность родительских форм варьировала в пределах 3,2–11,5 г/растение. Высокопродуктивными оказались гибриды Амазонка, Кордоба, Мерлин.

У гибридов F1 масса зерна с 1 растения составляла 3,2–11,2 г. Лучшие результаты показали образцы под номерами 1, 2, 5, 9–10.

Степень доминирования в гибридах F1 изменялась от гибридной депрессии до сверхдоминирования. Так, по длине стебля у шести гибридов наблюдалось сверхдоминирование ( $H = 2,0-23,0$ ), у одного – полное ( $H = 1,0$ ), у трех – отрицательное ( $H = -1,3- -4,7$ ). По количеству семян в бобе у одного гибрида отмечено полное доминирование, у четырех оно отсутствовало; по массе 1000 семян – у одного гибрида промежуточное доминирование ( $H = 0,8$ ), у девяти гибридов наблюдалось сверхдоминирование ( $H = 1,4-14,8$ ).

У шести гибридов проявилось сверхдоминирование по количеству семян с 1 растения ( $H = 1,3-6,7$ ), у одного гибрида – полное доминирование. По количеству бобов на одном растении наблюдался гетерозис у семи гибридов –  $H = 1,5-21,3$ , лишь у двух гибридов установлено неполное отрицательное доминирование ( $H = -0,4$  и  $-0,8$ ); по количеству продуктивных узлов – у 7 гибридов ( $H = 1,8-53,0$ ). По количеству бобов на

один продуктивный узел у одного гибрида установлено полное доминирование, у одного – промежуточная величина ( $H = 0,50$ ), у пяти – проявилось сверхдоминирование ( $H = 2,0-3,0$ ).

Таким образом, в результате селекционной работы выделены гибриды F1: № 1 (Амазонка х Волма), № 2 (Лидер 1 х Воронежская 31), № 3 (Воронежская 31 х Ланцетная), № 5 (Припять х Лиссабон), № 9 (Казачка х Припять), № 10 (Мерлин х Волма), сочетающие высокую продуктивность с хозяйственно-ценными признаками и представляющие собой перспективный селекционный материал.

### Список использованной литературы

1. Задорин, А.Д. Вопросы физиологии селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур / А.Д. Задорин, В.С. Сидоренко. - Орел, 2001. - С. 83-88.

2. Шевченко, В.А. Технология производства продукции растениеводства / В.А. Шевченко, О.А. Раскутин, Н.В. Скороходова, Т.П. Кобзева. - Москва, 2004. - 381 с.

3. Казаков, Г.И. Технология возделывания гороха / Казаков Г.И., Кутилкин В.Г. // Зерновое хозяйство. - 2002. - № 2. - 10 с.

4. Антонов, И.В. Влияние систем основной обработки почвы их урожайности и качество зерна / И.В. Антонов // Главный агроном. - 2005. - № 11. - С. 39-40.

5. Макашева, Р.Х. Генетика гороха / Р.Х. Макашева, В.В. Хангильдин // Генетика культурных растений. - Л., 1990. - С. 15-80.

6. Макашева, Р.Х. Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые / Р.Х. Макашева, В.В. Хангильдин // Основные направления и методы селекции гороха. - Л., 1990. - С. 59-73.

7. Амелина, К.В. Изучение различных морфотипов гороха, как исходного материала для селекции / К.В. Амелина // Инновации в свеклосахарном производстве. Сб. научн. трудов, посвященный 90-летию ГНУ ВНИИСС РАСХН. - Воронеж, 2012. - С. 148-156.

8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

### The effect of heterosis on the complex of economic and biological characteristics in F1 soybean hybrids in the conditions of Voronezh Region

Kozyakova T.N., Demidova S.Yu.

*Summary. Under the conditions of field experience, the degree and nature of heterosis in F1 soybean hybrids obtained from cross breeding of domestic and foreign breeding varieties was studied. A pattern of inheritance of quantitative traits of soybean has been established and promising recombinants have been selected.*

**Key words:** selection, hybridization, variety, soybean.



## VIII СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ ЗЕРНО РОССИИ – 2024

21-22 ФЕВРАЛЯ 2024 г. / СОЧИ



### ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ

- Экспорт зерна и продуктов его переработки
- Качество зерна. Технологии улучшения и повышения урожайности
- Развитие транспортной инфраструктуры — условия и тарифы
- Инфраструктура зернового комплекса — строительство элеваторов, портов
- Круглый стол «Органическое земледелие и выращивание зерновых»
- Обзор российского зернового рынка
- Новые технологии в системе выращивания зерновых
- Сельхозтехника для посева и уборки зерновых
- Проблемы и пути реализации зерна

### АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководители ведущих агрохолдингов и сельхозорганизаций, производители зерна, предприятия по переработке и хранению зерна, операторы рынка зерна, трейдеры, ведущие эксперты зернового рынка, финансовые, инвестиционные компании и банки.

По вопросам выступления и спонсорства:  
+7 (988) 248-47-17

По вопросам делегатского участия:  
+7 (909) 450-36-10  
+7 (960) 476-53-39

E-mail: [events@agbz.ru](mailto:events@agbz.ru)

Регистрация на сайте:  
[events.agbz.ru](http://events.agbz.ru)



Российская агрокомпания А.В. ИНН 2312053993  
ОГРН ИП 512312000019