

Е. М. Фокина,
младший научный сотрудник
Всероссийский НИИ сои

А. П. Ващенко,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Приморский НИИСХ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТИПИЧНЫХ ФОРМ СОИ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

УДК 633.853.52:631.531.1

В Дальневосточном земледелии такой культуре как соя отводится одно из ведущих мест в экономике сельскохозяйственного производства. Именно эта культура в настоящий период является наиболее выгодной при ее возделывании в хозяйствах. Естественно, что селекционной работе с соей уделяется значительное внимание как во ВНИИ сои, так и других НИУ Дальнего Востока – Приморском и Дальневосточном НИИСХ, расположенных в разных природно-климатических зонах региона.

Основным методом создания исходного материала в этих НИУ является гибридизация эколого-географически отдаленных форм сои и в небольшом объеме клеточная селекция (Приморский НИИСХ) [1]. Совместными исследованиями с Биолого-почвенным институтом ДВО РАН и Институтом сои Хэйлунцзянской академии сельскохо-

зяйственных наук (КНР) начата работа по подбору пар для гибридизации на основе молекулярно-генетического анализа исходных форм.

В гибридной селекции, как правило, используются известные нам типичные по морфологическим признакам формы сои маньчжурского и корейского подвидов [2]. Гибридные сорта, полученные от скрещивания таких родительских форм, являются наиболее распространенными.

Однако среди многообразия исходных форм сои встречаются нетипичные по своим морфологическим особенностям, например, узколистные формы. В Японии их считают носителями признака устойчивости к грибным заболеваниям. Они лучше используют солнечную радиацию, и поэтому более урожайны [3]. Встречаются мутантные формы с 5-7 листочками (более мелкими) вместо трех. Известны

сорта с выраженной терминальной (верхушечной) кистью бобов. В коллекционном питомнике ВНИИ сои имеются формы с фасцированным стеблем и терминальным расположением сближенных между собой кистей бобов, с густым войлочным опушением стебля и т. д.

До настоящего времени в селекции их почти не использовали. В то же время более высокое расположение бобов на стебле фасцированных форм сои и другие полезные признаки могут представлять интерес в селекции этой культуры. Однако в какой степени нетипичные формы передают свои положительные качества гибридному потомству – неизвестно, также как и то, качественные или количественные признаки передаются в большей степени.

Что касается количественных признаков, имеющих полимерную природу, то по сообщению Брюейкера [4], их развитие сильно зависит от влияния внешних условий, отчего и возникают значительные трудности при анализе изменчивости гибридного потомства.

Учитывая это обстоятельство в селекционных исследованиях с соей для более объективной оценки необходимо использовать ряд дополнительных селекционно-генетических показателей.

Основной целью наших исследований явилось создание нового исходного материала при использовании в гибридизации нетипичных форм сои, изучение генетических параметров отдельных хозяйственно ценных признаков у гибридов и применение методов количественной генетики для решения селекционных задач.

Материал и методы. Объектом для исследования явились 16 гибридных комбинаций сои, полученных во ВНИИ сои путем прямых и обратных скрещиваний четырех нетипичных форм сои с двумя местными высокопродуктивными сортами – скороспелым сортом Соната и среднеспелым сортом Гармония. Нетипичные формы представлены мутантом сорта Смена с увеличенным до 5-7 количеством листочков в сложном листе; высокорослой линией 3652 со светлым войлочным опушением и узколанцетными листьями; линией 3785 с простой терминальной кистью на главном стебле, характеризующейся детерминантным типом роста; гибридной линией (Л15271×Л15188) – с фасцированным стеблем и верхушечным расположением соцветий.

Гибридизацию растений осуществляли по методике Малыш и Рязанцевой [5].

У гибридных растений в третьем и четвертом поколениях определяли степень T_c и частоту T_c положительных трансгрессий изучаемых признаков, для чего использовали методику Воскресенской и Шпоты [6]. Кроме трансгрессий в этих поколениях определяли наследуемость признаков (H^2) методом дисперсионного анализа [7].

Генетический сдвиг (R) признака (или реакция на отбор) при отборе определяли по формуле:

$$R = H^2 * S,$$

где H^2 – коэффициент наследуемости признака, характеризующий генетическую составляющую в общей фенотипической изменчивости;

S – селекционный дифференциал, представляющий среднюю фенотипическую величину, выраженную через отклонение величины признака отобранной группы растений от популяционной средней [8].

Полевые исследования проводились на селекционно-опытном участке ВНИИ сои в 2004-2006 гг.

Результаты и обсуждение. Наиболее важными показателями ценности гибридной популяции, как считают Мережку [9], Хасбиуллина [10], являются положительные трансгрессии, и осуществлять отбор трансгрессивных форм наиболее целесообразно в третьем-четвертом поколениях гибридов. Этим значительно сокращается объем малоценных форм в селекционных питомниках [11].

В таблице 1 представлены показатели степени и частоты трансгрессии гибридов сои по основному признаку продуктивности – массе семян с одного растения в F_3 и F_4 .

Таблица 1 – Степень и частота трансгрессии в гибридных популяциях F_3 и F_4 по массе семян с одного растения, %

| Комбинация | F_3 | | F_4 | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | T_c | T_c | T_c | T_c |
| Соната×5-7 лист. мутант Смены | 31,6 | 32,2 | 50,3 | 42,5 |
| 5-7 лист. мутант Смены×Соната | 36,8 | 24,1 | 37,3 | 28,2 |
| Гармония×5-7 лист. мутант Смены | 51,3 | 50,0 | 44,3 | 32,5 |
| 5-7 лист. мутант Смены×Гармония | 56,8 | 13,6 | 32,8 | 26,8 |
| Соната×Л3652 | 32,9 | 31,9 | | 27,8 |
| Л3652×Соната | 29,0 | 34,2 | 26,7 | 29,1 |
| Гармония×Л3652 | 63,3 | 32,2 | 37,0 | 27,4 |
| Л3652×Гармония | 30,4 | 24,5 | 14,2 | 15,6 |
| Соната×Л3785 | 13,8 | 38,5 | 15,0 | 31,9 |
| Л3785×Соната | 30,9 | 46,1 | 44,4 | 50,1 |
| Гармония×Л3785 | 15,2 | 40,0 | 15,6 | 24,2 |
| Л3785×Гармония | 54,7 | 34,8 | 28,7 | 36,6 |
| Соната×(Л15271×Л15188) | 42,1 | 23,9 | 32,5 | 31,0 |
| (Л15271×Л15188)×Соната | 56,3 | 53,3 | 41,1 | 52,4 |
| Гармония×(Л15271×Л15188) | 49,9 | 46,9 | 19,9 | 24,1 |
| (Л15271×Л15188)×Гармония | 57,9 | 50,9 | 33,5 | 22,4 |

Анализ гибридных комбинаций в третьем и четвертом поколениях показал, что по данному признаку отмечены сравнительно высокие показатели изучаемых величин: T_c – от 15,2 до 63,3 %; T_c – от 24,1 до 53,3 %.

При этом в четвертом поколении в большинстве случаев показатели трансгрессии были ниже, чем в третьем, что, вероятно, связано с увеличением гомозиготных форм в более позднем поколении. Проявление данного признака в большинстве комбинаций контролируется серией полигенов и при снижении уровня гетерозиготности в популяции, естественно, уменьшается количество форм, превосходящих родительские, что соответствует гипотезе сверхдоминирования.

Наиболее высокие показатели трансгрессии установлены в комбинациях с раннеспелым сортом Соната. Причем в комбинациях с Л3785 (форма с терминальной кистью) и (Л15271×Л15188) (форма с фасцированным стебелем), где различия между родительскими сортами отмечались по основному признаку – продуктивности растения, лучшие результаты наблюдались при реципрокных скрещиваниях, когда сорт Соната выступал в качестве отцовской формы.

Из числа изучаемых нетипичных форм сои многолисточковый мутант сорта Смена обеспечивает наибольшее проявление трансгрессивности у гибридов как в прямых, так и обратных скрещиваниях. Несколько меньшие значения положительных трансгрессий отмечались у гибридов при скрещивании с родительской формой с фасцированной формой стебля.

Существенные различия по этому селекционно-генетическому показателю в F_4 отмечены при прямых и обратных скрещиваниях. А именно, при использовании форм, характеризующихся отличительными морфологическими признаками, такими, как многолисточковость и густота опушения, трансгрессивность у гибридов выше при прямых скрещиваниях, а при различиях по признаку продуктивности – терминальная кисть бобов, фасцированный стебель с терминальным расположением соцветий – при обратных скрещиваниях.

Фенотипическое выражение любого количественного признака – результат сложного взаимодействия между генотипом и средой. Наследуются не количественные признаки как таковые, а нормы реакции генотипа на условия окружающей среды [12]. Успех работы селекционера во многом зависит от умения выявить ценные генотипы, которые можно сравнительно легко распознать при селекционном отборе по качественным признакам, но значительно труднее по количественным, поскольку на их проявление влияют многие гены, окружающая среда и конкурентные взаимодействия самих растений в гетерогенной популяции.

Даже простейшее расщепление по одной паре аллелей может быть полностью скрыто вариацией, вызванной средой. В этих условиях в составе общей изменчивости следует определить долю, обусловленную генотипом, с одной стороны, и влиянием среды, с другой, т. е. для проведения более эффективного отбора, наряду с показателями трансгрессии, необходимо определение коэффициента наследуемости (H^2), характеризующего генетическое состояние признака в популяции. Зная показатель наследуемости продуктивности одного растения, и используя величину селекционного дифференциала, можно определить генетический сдвиг от отбора по определенному признаку, а так же величину значения при отборе, для получения более высокой продуктивности в последующих поколениях [8].

В наших исследованиях генетический сдвиг от

отбора по массе семян с одного растения оказался выше в тех комбинациях, в которых зафиксированы высокие значения селекционно-генетических параметров (табл. 2).

По мнению ряда исследователей [10, 13, 14], отбор лучших по фенотипическим признакам организмов при высокой их наследуемости дает сильный генетический сдвиг потомства в направлении отбора. При низкой наследуемости признака происходит практически полный возврат к средним величинам исходного поколения. Это явление подтверждается нашими исследованиями (см. табл. 2).

Анализируя полученные результаты, можно устранить ожидаемые средние величины признаков в последующих поколениях при определенной программе отбора и определить, какие линии следует отбирать, чтобы получить повышение продуктивности.

На основе полученных результатов в пятом поколении были отобраны константные линии, превышающие стандарты по ряду признаков, которые изучались в селекционном питомнике. Всего было выделено 379 константных форм. Анализ данных по урожаю и биометрических показателей позволили выделить 60 линий, превосходящих стандартные сорта по продуктивности и ряду хозяйственно ценных признаков. Скороспелую группу составили 29 номеров, превышающих стандарты по урожайности от 12,5 до 49,7%, с периодом вегетации от 87 до 100 дней, большинство из них имеют в качестве родительской формы также скороспелый сорт Соната. Основное количество константных форм выделено в комбинациях сортов Соната и Гармония с многолисточковым мутантом сорта Смена (5-7 листьев). Необходимо отметить, что в этих комбинациях при прямых скрещиваниях получено больше константных форм, превышающих стандарты.

В гибридных комбинациях с участием источников признаков «терминальная кисть» и «фасцированный стебель» уровень гомозиготности был заметно ниже, и поэтому константных форм было выделено значительно меньше.

Среднеспелая группа представлена 31 номером с периодом вегетации от 101 до 113 дней, превышающим стандартный сорт Гармония по урожайности на 11,2-34,8 %. Основную часть данной группы составляют комбинации, созданные при участии форм с терминальной кистью (Л3785) и фасцированным стеблем (Л15271×Л15188).

Заключение. Проведенные исследования по включению в гибридизацию ряда нетипичных форм сои показали положительные результаты.

Наиболее высокая трансгрессивность гибридов по отношению к родительской форме отмечена у многолисточкового мутанта сорта Смена. Из изучаемых местных районированных сортов более высокие показатели положительных трансгрессий получены при использовании в скрещиваниях раннеспелого сорта Соната. Несколько меньшие значения этого показателя выявлены, когда одной из

родительских форм является фасцированная форма.

ВАСХНИЛ, ВИР. – Л., 1972. – 189 с.

3. Ващенко А. П. Селекция сои в Японии / А. П.

Таблица 2 – Реакция на отбор по массе семян с одного растения

| Комбинация | Среднее значение признака | | Селекционный дифференциал, г/раст. | Коэффициент наследуемости | Генетический сдвиг (теоретический), г/раст. | Величина значения признака при отборе, г/раст. |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---|--|
| | в популяции, г/раст. | в отборочной группе растений, г/раст. | | | | |
| Соната*5-7 лист. мутант Смены | 10,6 | 13,8 | 3,2 | 0,34 | 1,10 | 14,9 |
| 5-7 лист. мутант Смены*Соната | 10,2 | 12,3 | 2,1 | 0,29 | 0,61 | 12,9 |
| Гармония*5-7 лист. мутант Смены | 12,6 | 14,2 | 1,6 | 0,27 | 0,43 | 14,6 |
| 5-7 лист. мутант Смены*Гармония | 12,2 | 13,9 | 1,7 | 0,27 | 0,45 | 14,4 |
| Соната*Л3652 | 9,7 | 12,9 | 3,2 | 0,20 | 0,64 | 12,3 |
| Л3652*Соната | 10,3 | 11,5 | 1,2 | 0,31 | 0,37 | 11,9 |
| Гармония*Л3652 | 12,8 | 13,2 | 0,6 | 0,25 | 0,15 | 13,4 |
| Л3652*Гармония | 11,2 | 12,7 | 1,5 | 0,27 | 0,41 | 13,1 |
| Соната*Л3785 | 9,3 | 11,9 | 2,6 | 0,33 | 0,85 | 12,8 |
| Л3785*Соната | 9,9 | 12,9 | 3,0 | 0,34 | 1,02 | 13,9 |
| Гармония*Л3785 | 10,3 | 12,5 | 2,2 | 0,19 | 0,41 | 12,9 |
| Л3785*Гармония | 12,1 | 13,9 | 1,8 | 0,22 | 0,39 | 14,3 |
| Соната*(Л15 271*Л15188) | 9,8 | 12,1 | 2,3 | 0,30 | 0,69 | 12,8 |
| (Л15271*Л15188)*Соната | 10,4 | 13,6 | 3,2 | 0,35 | 1,12 | 14,7 |
| Гармония*(Л15271*Л15188) | 10,8 | 13,1 | 2,3 | 0,17 | 0,39 | 13,5 |
| (Л15271*Л15188)*Гармония | 11,9 | 14,4 | 2,5 | 0,26 | 0,65 | 15,1 |

При применении в расчетах коэффициента наследуемости и селекционного дифференциала наиболее высокие величины теоретического генетического сдвига и значения признака продуктивности при отборе в последующих поколениях получаются также при использовании в скрещиваниях многолисточковой формы сои и формы с фасцированным стеблем.

В результате исследований выделено 29 скороспелых номеров сои, превышающих стандарт – сорт Соната по урожайности на 12,5-49,7%, и 31 номер, характеризующийся среднеспелостью и высокой урожайностью (на 11,2-34,8% выше стандарта – сорта Гармония), что имеет большое значение для Приамурья.

Отобранные высокоурожайные номера сои будут изучаться на заключительных этапах селекционного процесса.

Таким образом, использование нетипичных форм сои при гибридизации позволило в F₅ выделить константные номера, превосходящие стандартные сорта по продуктивности, лучшие из которых будут изучаться в 2008 г. в контрольном питомнике.

Литература

1. Фисенко П. П. Изучение варибельности хозяйственно-ценных признаков соматональных линий сои, созданных методом культуры ткани путем эмбриогенеза / П. П. Фисенко, Н. И. Хохлова, Л. А. Дега, М. В. Ромашова // Пути повышения ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства Дальнего Востока: сб. науч. тр. / РАСХН, ДВ НМЦ, ПриморНИИСХ. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – С. 59-73.

2. Определение видов и разновидностей сои: методические указания / [сост. Н. И. Корсаков];

Ващенко, Ю. П. Мякушко // Сельское хоз-во за рубежом. Растениеводство. – 1970. – № 5. – С. 41-43.

4. Брюбейкер Д. Л. Сельскохозяйственная генетика / Д. Л. Брюбейкер. – М.: Колос, 1966. – 222 с.

5. Малыш К. К. Некоторые вопросы биологии сои, связанные с методикой гибридизации / К. К. Малыш, Т. П. Рязанцева // Тр. Амурской с.-х. опыт. стан. – Хабаровск, 1968. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 39-48.

6. Воскресенская Г. С. Трансгрессии признаков и гибридов Brassica и методика количественного учета этого явления / Г. С. Воскресенская, В. И. Шпота // Доклады ВАСХНИЛ. – 1967. – № 7. – С. 18-20.

7. Рокицкий П. Ф. Введение в статистическую генетику / П. Ф. Рокицкий. – Минск, 1974. – 448 с.

8. Ала А. Я. Генетика количественных признаков сои / А. Я. Ала // Науч.-техн. бюл. ВНИИ сои. – Новосибирск, 1976. – Вып. 5. – С. 6-23.

9. Мережко А. Ф. Проблема доноров в селекции растений / А. Ф. Мережко. – СПб., 1994. – 126 с.

10. Хасбиуллина О. И. Изучение сортов – источников высокой продуктивности сои и их донорских свойств для использования в селекции / О. И. Хасбиуллина // Автореф. дис...канд. с.-х. наук. – Тимирязевский, 2005. – 25 с.

11. Репьев С. И. Вика посевная – *Vicia sativa* L. (Классификация, исходный материал, методы селекции) / С. И. Репьев // Дис. в форме науч. докл... д-ра биол. наук. – Л., 1991. – 49 с.

12. Гуляев Г. В. Генетика / Г. В. Гуляев. – М.: Колос, 1971.

13. Ала А. Я. Генетическое изучение веса и числа семян гибридов сои / А. Я. Ала // Науч. тр. / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1976. – С. 54-56.

14. Дамаскин Д. П., Мику М. Г. Эффективность отбора по признакам продуктивности у гибридов сои / Д. П. Дамаскин, М. Г. Мику // Результаты селекционно-генетических исследований полевых культур: Сб. научн. ст. / МСХ СССР, Кишиневский СХИ. – Кишинев, 1984. – С. 69-73.