

УДК 633.853.52.631.52

© 2011

**В. М. Лукомец, А. В. Кочегура, С. В. Зеленцов** доктора  
сельскохозяйственных наук

*Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени*

*В. С. Пустовойта Российской академии сельскохозяйственных наук*

## **СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ УЛУЧШЕНИЕ СОИ НА ЮГЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ (обзор)**

*На основе структурного рекомбиногенеза гомологичных хромосом у автополиплоидов сои при их мультивалентной конъюгации и асимметричном кроссинговере, вызывающем генетические рекомбинации признаков у возвратных диплоидов (реплоидов), разработана методика, позволяющая получать формы сои с редкими или отсутствующими в естественном генофонде вида признаками.*

*Разработаны теория и практическая реализация создания высокопродуктивных сортов сои путём передачи от родительской формы, несущей полуплетальную мутацию, накопленного комплекса компенсирующих генов (ККГ) и закрепление его в гомозиготном потомстве, а также эффективная методика отбора линий в гибридных популяциях, обеспечивающая повышение продуктивности вновь создаваемых ККГ-сортов сои.*

**Ключевые слова:** *Соя, урожайность, продуктивность, сорта, вегетационный период, гибридизация, опыление.*

Европейский юг России на широтах 43—46° северной широты благоприятен для возделывания сои. Сумма эффективных температур до 3200°C обеспечивает успешное вызревание в этом регионе сортов сои 2 и 3 групп созревания, однако, на большинстве площадей выращиваются сорта не более 1 группы созревания. Несмотря на обилие тепла главным погодным фактором, лимитирующим получение высоких и стабильных по годам урожаев сои, является дефицит влаги во второй половине лета, совпадающий с критическими по водопотреблению фазами цветения и налива бобов. По этой причине урожаи сои на юге европейской части России варьируют в широком пределе и главной задачей селекции является создание сортов, адаптированных к воднодефицитному стрессу [1].

В последние годы для возделывания на юге европейской России используются сорта сои с вегетационным периодом 90—100 дней (группа 00), 105—110 дней (группа 0) и 115—120 дней (группа 1). Сорта 00 и 0 групп используются как сорта продолжительного срока сева. Они позво-

ляют высевать сою непрерывно в течение 80 дней, начиная с 20 апреля и заканчивая 10 июля. Используя эти сорта возможно выращивание сои в качестве основной культуры, а также при посеве второй культурой после уборки кормовых культур или озимого ячменя. В настоящее время в производстве используются раннеспелые сорта Лира и Славия (00 группа), Дельта и Альба (0 группа).

Сорта 1-й группы созревания в условиях юга России занимают в общей посевной площади сои 70—80 %. Период вегетации этих сортов обеспечивает получение максимально возможных урожаев семян и проведение уборки сои во второй третьей декадах сентября, что исключает применение десикации и искусственной послеуборочной досушки, а также позволяет использовать сою в качестве предшественника озимых колосовых культур. Во ВНИИМК выведены и предлагаются для широкого использования сорта сои 1-й группы созревания Лань, Вилана, Рента и Парма.

Среди всех сортов сои самым распространённым в южно-европейском регионе России является сорт Вилана. В последние годы сорт высевается на площади 100—120 тысяч гектаров или на 50—60 % всех площадей, отводимых под сою. Сорт характеризуется высоким потенциалом урожайности и, одновременно, повышенной устойчивостью к засухе. В благоприятном по количеству осадков 2004 году в Краснодарском крае при выращивании по обычной технологии урожайность семян сорта Вилана на площади 114 гектаров составила 4,63 т/га. В 2008 году при выращивании в рисовых чеках (без полива) сорт Вилана на площади 30 га сформировал урожайность семян 5,51 т/га.

Анализ урожайности сортов сои конкурсного сортоиспытания ВНИИМК за период с 1961 по 2010 годы показывает, что в селекции этой культуры достигнут существенный генетический прогресс. Средняя продолжительность периода вегетации сортов сои в результате селекции сократилась со 136 дней (в 1971—1975 годы) до 103 дней (в настоящее время). Наряду с сокращением вегетационного периода произошло существенное увеличение урожайности семян. Так, если в среднем в 1961—1965 годах сорта сои, изучавшиеся в конкурсном сортоиспытании, имели урожайность семян 1,21 т/га, то в последние три года этот показатель увеличился до 2,31 т/га. Следовательно, современные сорта сои на 91 % урожайнее по сравнению с сортами начального периода. Расчёты показывают, что прирост урожайности за 49 лет селекционно-генетического улучшения сои составил 1,89 % в год или 22,9 кг.

Для выявления признаков, обеспечивающих современным сортам сои повышенную адаптивность к выращиванию в условиях юга России (хорошее увлажнение в мае-июне и засуха в июле-августе), проведено изучение их в сравнении сортами, созданными в 70—80-е годы прошлого столетия [2]. Фактически полученная в среднем за 5 лет урожайность совре-

менных сортов 1 группы созревания Вилана и Рента составила 288 и 270 г/м<sup>2</sup>, у сортов предшествующего периода селекции Кубань и ВНИИМК 3895 – 216 и 228 г/м<sup>2</sup> соответственно. Эти данные свидетельствуют о различной степени адаптивности сортов сои к складывающимся условиям выращивания.

В процессе сравнения установлено, что характерной особенностью современных сортов является умеренный вегетативный рост в период до наступления цветения. Медленно растущие растения экономно расходуют влагу на вегетативный рост в начале вегетации, тем самым резервируют её для формирования и налива бобов. Несмотря на сниженные темпы накопления вегетативной массы в начальный период современные сорта 1 группы созревания характеризуются коротким периодом прохождения стадий «VC–R1», в результате чего у них первые цветки на растениях образуются уже через 40—41 день после появления всходов. У менее адаптивных «старых» сортов, имеющих такой же вегетационный период, во все годы наблюдений стадия R1 наступает позже современных сортов на 6—11 дней.

Важным селекционным признаком, обеспечивающим адаптивность сортов сои к выращиванию при недостаточном увлажнении, является увеличенная продолжительность фазы цветения. Установлено, что у современных адаптивных сортов сои образование цветков на растениях продолжается в течение 37—40 дней, в то время как у сортов предыдущего периода селекции эта фаза длится 22—33 дня.

Выявлена отрицательная связь между урожайностью семян и площадью листовой поверхности растений. Причины такой связи заключаются в том, что уменьшение ассимилирующей поверхности снижает расход пластических веществ на построение тканей листа и дыхание, снижает коэффициент транспирации (за счёт сокращения площади испаряющей поверхности), а также уменьшает конкуренцию между вегетативными и генеративными органами за продукты фотосинтеза и воду. При этом уменьшение листовой поверхности не ухудшает запасающих функций листа. У высокоурожайных, но менее облиственных сортов сои, отмечено закономерное утолщение листовых пластинок, о чём свидетельствует их удельная поверхностная плотность.

Признаками адаптивного типа растения сои, предназначенного для выращивания на юге европейской части России, также является увеличенная до 100—115 см высота растений, сопряжённая с глубоко проникающей корневой системой. Наиболее чётко связь урожайности семян с высотой растений проявляется в годы с дефицитом осадков в критические фазы. Анализ большого количества селекционных линий и сортов показал, что корреляция между урожайностью семян и высотой растений в засушливые

годы составляет +0,72, а при оптимальном увлажнении связь между признаками несущественна (-0,18...-0,31).

Основным методом создания исходного материала для селекции сои во ВНИИМК является межсортовая гибридизация. Скрещивания проводятся по разработанной методике с использованием частичной кастрации. Удача скрещиваний в среднем по годам составляет от 9,4 до 31,2 %. В зависимости от комбинации родительских форм завязываемость бобов при искусственном опылении цветков варьирует от 0 до 90 %.

Во ВНИИМК проведены исследования по изучению явления естественного перекрестного опыления у сои и его практическому использованию для получения гибридных растений культуры в селекционных целях. При анализе большого количества экспериментального материала установлено, что величина естественной гибридизации у сои на юге европейской части России составляет от 0,04 до 0,58 %. В процессе исследований выявлены биотические и абиотические факторы, влияющие на величину ауткроссинга, разработаны схема подбора родительских компонентов на основе генетических маркеров и организационная схема питомника направленного переопыления. Для выявления гибридных растений сои, полученных в результате естественного перекрёстного опыления, предложен эффективный лабораторный экспресс-метод [3].

В качестве исходного материала для селекции во ВНИИМК также используются возвратные диплоиды (реплоиды), полученные в результате искусственной полипоидизации. В процессе исследования этой проблемы разработаны основные положения теории полиплоидной рекомбинации генома, основанные на структурном рекомбиногенезе гомологичных хромосом у автополиплоидов сои при их мультивалентной конъюгации и предполагаемом ассиметричном кроссинговере, вызывающем генетически детерминированные изменения в фенотипе возвратных диплоидов (реплоидов) по морфологическим и биохимическим признакам. Экспериментально получены реплоиды, отличающиеся от исходных форм по качественным (количество листочков в сложном листе сои, окраска створок боба, цвет опушения и венчика цветка, характер ветвления) и по количественным признакам (вегетационный период, высота растений, размеры бобов и семян и их масса). У отдельных полиплоидов и реплоидов были обнаружены очень редкие для сои признаки – 5-листочковость и упрощённый лист, состоящий из одной или двух листовых пластинок. Особый интерес представляет использование реплоидов при селекции на улучшение биохимического состава семян, в том числе по содержанию белка, трипсинингибирующей активности и жирнокислотному составу масла [4].

В последние годы во ВНИИМК теоретически обоснован и практически используется эффективный способ селекционно-генетического улучшения сои по продуктивности, основанный на использовании уникальных ро-

дательских форм, имеющих в генотипе комплекс компенсирующих генов (ККГ). Основными элементами используемого способа являются поиск и идентификация источников ККГ, а также схема работы с гибридным материалом, обеспечивающая достижение суммарного положительного эффекта этого комплекса на фоне отсутствия ККГ-образующей полуплетальной мутации в гомозиготном потомстве [5].

Идентификация источников ККГ сои проводится в 2 этапа: 1 – цитогенетический анализ по наличию нарушений в митотическом цикле; 2 – гибридологический анализ при вовлечении в скрещивания предварительно выбранных сортообразцов. Установлено, что морфологически не проявляющаяся скомпенсированная полуплетальная мутация оказывает дестабилизирующее действие на отдельные стадии митотического цикла и у сортообразцов-источников ККГ частота нарушений митотического цикла может достигать 15—25 % от общего числа соматических клеток, находящихся в стадии метафазы и анафазы. Для подтверждения принадлежности предварительно выделенных сортообразцов к источникам ККГ используется гибридологический анализ. Заключение делается по проявлению полуплетальных рецессивных мутаций на фоне нормальной жизнеспособности и отсутствия явных признаков угнетения. Такое сочетание свидетельствует о наличии у сортообразца активного ККГ-комплекса, эффективно нейтрализующего полуплетальную мутацию. Для использования в селекции во ВНИИМК выделены три сортообразца, обладающих ККГ-эффектом.

Для получения исходного материала для селекции источники ККГ скрещиваются с неродственными сортами того же вида, адаптированными к местным условиям произрастания. В поколении  $F_1$  исходная рецессивная гомозиготная мутация *ll* переходит в гетерозиготное состояние и фенотипически не проявляется, а одинарный, но скоординированный блок ККГ оказывает аддитивное положительное влияние на гибридный организм, обеспечивая повышенную жизнеспособность (мощный гетерозис). При пересеве в гибридных поколениях  $F_2$ - $F_5$  отбираются растения только одного фенотипического класса с положительными трансгрессиями по признакам ККГ-модели до достижения гомогенности. С использованием нового способа создан обширный селекционный материал, на основе которого выведены высокопродуктивные сорта сои: Вилана, Рента, Дельта и другие.

#### **Библиографический список**

1. Баранов В. Ф., Кочегура А. В., Лукомец В. М. Соя на Кубани. – Краснодар, 2009. – 321 с.
2. Кочегура А. В., Мирошниченко М. В. Признаки адаптивности растений сои к условиям недостаточного увлажнения / Масличные культуры. НТБ ВНИИМК. – Краснодар. – 2007. – Вып. № 2 (137). – С. 84—87.

3. *Кочегура А. В., Трембак Е. Н.* О спонтанном перекрёстном опылении у сои / Селекция и семеноводство. – М., «Колос». – 1997. – № 4. – С. 19.

4. *Зеленцов С. В.* Полиплоидная рекомбинация генома как фактор формообразования у высших растений. – Электронный журнал «Исследовано в России», 35, 357—370, 2002. – [Электронный ресурс]. – URL <http://zhurnal.apc.relarn.ru/articles/2002/035pdf>. - (дата обращения: 10. 04. 2011).

5. *Зеленцов С. В., Кочегура А. В., Мошненко Е. В.* Генетическое улучшение сои с использованием комплекса компенсирующих генов. / В сб.: «Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005—2010 гг.» – Краснодар, 2004. – С. 67—73.