

УДК 633.34:575.224

СОЗДАНИЕ СОРТОВ СОИ СЕВЕРНОГО ЭКОТИПА И ИНТРОДУКЦИЯ ЕЕ В НЕЧЕРНОЗЕМНУЮ ЗОНУ РОССИИ

Г.С. ЛОСЫПАНОВ, Т.П. КОБОЗЕВА, В.П. МУХИН, М.П. ГУРЕЕВА,
Л.А. БУХАНОВА, Н.В. ЗАРЕНКОВА, Е.В. БЕЛЯЕВ, Е.В. ДЕМЬЯНЕНКО

(Кафедра растениеводства, кафедра радиологии)

Приведены итоги работы по использованию радиационного мутагенеза в создании сортов сои северного экотипа. Дана оценка сортов по скороспелости, холодостойкости, симбиотичности, продуктивности, показаны возможности производственного их возделывания в Центральном Нечерноземье

Острый дефицит белка как пищевого, так и кормового ощущается во многих странах мира. Он составляет в России 600 тыс. т в год. Кризисное состояние в экономике в последнее десятилетие привело к тому, что лишь половина населения страны обеспечена минимально необходимой нормой потребления белка, дефицит которого может быть устранен за счет белка растительного происхождения, в т. ч. сои, являющейся важным его источником.

В мировом земледелии соя занимает четвертое место после пшеницы, кукурузы и риса и первое среди зерновых бобовых и масличных культур. Ее площади достигают 90 млн га, валовой сбор — более 200 млн т, а темпы роста производства опережают все другие культуры.

Основными районами соевосевия в России являются Дальний Восток, Северный Кавказ и Поволжье. Соеводство в стране переживает серьезный кризис, к настоящему моменту площади под культурой сократились до 500 тыс. га, валовой сбор — до 300 тыс. т, при средней урожайности 0,6 т/га. Тем не менее в постановлениях Правительства Российской Федерации предусмотрено дальнейшее развитие отрасли, создание инфраструктуры по ее научно-му обеспечению, переработке продук-

тов соевосевия и их реализации, признание сои стратегической культурой, использование новых сортов и технологий их возделывания, увеличение площади под соей до 2,0 млн га, в т. ч. за счет Европейского региона, освоения его более северных районов, включая северную часть Черноземной области, юг и центральную часть Нечерноземной зоны.

Известно, что ни одна культура, возделываемая человеком, не может сравниться с соей по химическому составу семян и его качеству. Суммарное содержание белка и жира в семенах некоторых сортов достигает 70%. Соевый белок превосходит стандарт ФАО/ВОЗ по аминокислотному составу и содержанию незаменимых аминокислот. При этом сбор белка с 1 га сои в 3,0 раза выше, чем с 1 га пшеницы.

Наличие в семенах микроэлементов и 12 витаминов позволяет широко использовать сою в медицине. Клетчатка, пектин, фосфолипиды сои используются как биодобавки к пище.

Уникальный состав органических, минеральных, биологически активных веществ, их функциональные свойства обуславливают многогранность и универсальность использования культуры: ассортимент кормов, приготовленных из сои, продуктов питания, медицинских препаратов, технических средств

насчитывает десятки тысяч наименований.

Велико агротехническое значение культуры, которая почти на 70% способна обеспечить себя азотом за счет симбиотической азотфиксации.

Наличие в семенах сои антипитательных веществ (ингибиторы протеаз, лектины, уреазы, гликозиды и др.) не позволяет использовать ее в сыром виде, что усложняет технологии по ее переработке и применению, однако эти вещества легко инактивируются термообработкой.

Государственная политика России в области здорового питания предусматривает широкое освоение технологий по переработке сои и включение продуктов из неё в рацион народонаселения страны.

История выращивания сои — это адаптация вида в условиях различной длины дня, температуры, влажности почвы и воздуха и других климатических параметров. Благодаря универсальной экологической пластичности соя возделывается от 46-й параллели в Южном полушарии до 56-й в Северном. Еще несколько десятилетий назад считали, что северная граница возделывания сои проходит по 53-й параллели с. ш. Многие и сейчас считают зону 52-54° с. ш. экспериментальной для ее выращивания. Тем не менее уже получены сорта, вызревающие при сумме активных температур 1700°C, что значительно расширяет ареал промышленного выращивания этой культуры.

Попытки интродукции сои в Европейскую часть России предпринимались еще в начале прошлого столетия. В 60-е гг. под руководством Н. А. Майсурына на кафедре растениеводства ТСХА были созданы сорта сои для Центрального Черноземья, районированные в Тамбовской обл.: Тимирязевская 1 и Тимирязевская 144. Эти работы были продолжены под руководством Г.С. Посыпанова и тогда же впервые была разработана модель сорта сои се-

верного экотипа — умозрительная концепция, выражающая видение будущего сорта, т. е. совокупность его морфологических, урожайных и технологических свойств для конкретных условий и целей. В соответствии с моделью сорт северного экотипа должен характеризоваться холодостойкостью, детерминантным типом роста, иметь компактный с минимальным ветвлением куст, равномерно расположенные непоникающие листья, короткий вегетационный период на широте Москвы, нерастянутый период цветения и созревания и заканчивать вегетацию при сумме активных температур не более 1700°C.

Предпочтение было отдано детерминантным формам, рост которых прекращается в период цветения, а на верхушке главного стебля образуется хорошо развитая цветочная кисть. При определенных условиях они могут успешно конкурировать с индетерминантными по продуктивности. Создание в Швеции ультраскороспелых сортов сои детерминантного типа серии «Fiskeby» позволило распространиться культуре на широте 54°.

Первым этапом наших исследований явилось проведение агроэкологических испытаний коллекции сои ВИР: более 600 образцов и форм из 14 стран мира: Швеции, Югославии, Чехословакии, Венгрии, Болгарии, Польши, Германии, Румынии, США, Канады, Молдавии, Грузии, Украины, России (ВНИИ масличных культур и ВНИИ сои), в результате которых были выделены сорта, перспективные для дальнейшей работы. Установлено, что лишь незначительная часть коллекции в отдельные годы вызревает в условиях Московской обл. Прежде всего это сорта шведской селекции группы Бравелла, Фискеби и Шведская 856. Однако их существенным недостатком в наших условиях является низкорослость (25~30 см), низкое прикрепление бобов (3-4 см), растрескиваемость бобов при созревании и семян при об-

молоте. При этом основная масса продуктивных бобов (до 70%) у них оказалась ниже 15 см, что при комбайновой уборке ведет к существенной потере урожая [1]. Среди сортов Дальнего Востока наиболее перспективными оказались Северная 5, Северная 2, Аврора, Восток селекции ВНИИ сои и сорт Приморская 494 селекции Приморской государственной селекционной станции, однако они вызревали не во все годы.

До настоящего времени главным ограничивающим признаком продвижения сои в более северные регионы является скороспелость. Была предпринята попытка выделить генотипический фактор, контролирующий продолжительность вегетации у сои и установить его связь с другими признаками. Имеются данные о существовании генной пары, контролирующей высоту растений, выявлена ее связь с продолжительностью периода вегетации. Установлено, что раннеспелость растений часто связана с низкорослостью и детерминируется рецессивным геном *s*, который определяет развитие невысокого, компактного, сравнительно раннеспелого растения [2].

В целом же генетика признака продолжительность периода вегетации очень сложна, так как признак существенно зависит от условий, в которых выращивают сорт. Кроме того, у сои, являющейся короткодневной культурой, он регулируется генами чувствительности к длине светового дня. Набор этих генов определяет общую продолжительность и соотношение этапов вегетации того или иного сорта в данной географической точке. Известно не менее 9 локусов, контролирующих период вегетации и реакцию на фото-периодизм у сои. При изучении мировой коллекции ВИР М.А. Вишнякова [2] указывает на наличие у некоторых сортов рецессивных аллелей *e1*, *e2* и *e5*, которые контролируют раннее цветение и созревание, что, по-видимому, может означать ослабление реакции на длину дня. Аллели *e3* и *e4* контро-

лируют отсутствие реакции на длину дня и раннее созревание. По мнению М.А. Вишняковой, многие современные сорта, возделываемые в сравнительно высоких широтах (52—56° с. ш.) несут рецессивные аллели *e1*, *e2*, *e3*, *e4*, *e5*. При длине дня менее 13,5 ч эти гены не экспрессируются.

Создание форм, превосходящих родительские по скороспелости, становится возможным с использованием радиационного мутагенеза, впервые примененном на сое А.К. Лещенко в 1931 г. В 60-е гг. радиационным мутагенезом широко пользовались селекционеры как наиболее доступным и наименее трудоемким. Облучали семена районированных сортов и перспективных линий однократно или многократно. Скрещивали сорта с мутантами и мутанты между собой. Этот метод в селекции сои занимает особое место еще и потому, что из-за мелких, легко ранимых цветков, искусственная гибридизация у этой культуры сильно затруднена.

Нами были облучены семена и вегетирующие растения 5 сортов. Облучение семян проводили в институте биофизики МЗ СССР на установке ЭГО-4 и в институте микробиологии и эпидемиологии МЗ СССР имени Н.Ф. Гамалеи на установке ЭКУ-1, ЭКУ-2 в диапазоне доз от 5 до 500 Гр и диапазоне мощностей-дозы от 0,1 до 10,0 Гр/мин. Источником излучения служил изотоп ⁶⁰Со. Облучение растений проводили на гамма-поле в МОВИР. При этом проделана большая работа по оценке радиочувствительности семян и вегетирующих растений. Определены летальные, сублетальные и эффективные дозы гамма-облучения для получения полезных мутаций. Установлены наиболее приемлемые этапы органогенеза при облучении вегетирующей сои.

Было выявлено, что малые дозы до 40 Гр не вызывают видимых изменений в растениях, выросших из облученных семян. Дозы выше 40 Гр приводили к снижению лабораторной и

полевой всхожести, увеличению стерильности растений, замедлению их роста и развития, снижению продуктивности, повышению изреживаемости посева. Дозы более 120 Гр оказывали сильное угнетающее действие, при этом лишь единичные растения сохраняли жизнеспособность, продуктивность их была минимальной.

Наибольший выход мутаций получен в диапазоне доз 40-100 Гр при облучении семян и 10-20 Гр при облучении растений, при этом число и спектр мутаций увеличивался по мере повышения дозы.

В результате отборов, проведенных в M_2 и более поздних поколениях, создана коллекция ультраскороспелых форм сои, превосходящих исходные сорта по скороспелости, созревающие в условиях Московской обл. за 80-120 дней при сумме активных температур 1700-2000°C, с потенциалом продуктивности до 3,0 т/га, содержанием белка в семенах до 46,0%, жира — до 20%. Коллекция передана в ВИР и селекционные учреждения, включена в селекционный процесс и положила начало созданию сортов сои северного экотипа.

В период с 1993 по 2006 г. впервые в мире были созданы и районированы в Центральном районе Нечерноземной зоны новые ультраскороспелые, высокотехнологичные сорта сои северного

экотипа зернового направления с потенциальной урожайностью 2,5-3,5 т/га, содержанием белка в семенах до 42%, жира — до 20%, обладающие повышенной симбиотичностью, адаптированные к длинному дню, созревающие за 90-120 дней при сумме активных температур не более 1700-2000°C не позднее 1-й декады сентября (таблица).

Обоснованы северные границы возделывания культуры, изучены ее биологические особенности. Установлено, что северная граница возделывания сортов Касатка и Светлая в любой по метеорологическим условиям год проходит по северной границе Смоленской, Московской и Ивановской обл., сортов Магева и Окская — по северной границе Рязанской, Тульской, Брянской обл.

Уточнены сроки, способы посева и нормы высева, обеспечивающие оптимальную плотность ценоза в посевах сои и в конечном итоге максимальную его продуктивность. Доказано, что сою северного экотипа можно высевать одновременно с горохом, а именно в последнюю пятidineвку апреля — первую декаду мая в связи с высокой холодостойкостью всходов и устойчивостью их к кратковременным заморозкам до -6°C.

Изучены особенности азотного питания у сои, доказано преимущество симбиотрофного типа питания над ав-

Характеристика сортов северного экотипа

Показатель	Сорта*			
	Магева	Окская	Светлая	Касатка
Продолжительность вегетационного периода, дни	до 115	до 120	до 100	до 100
Сумма активных температур за период всходы — полная спелость, °С	1800	2000	1750	1700
Холодостойкость всходов, °С	до -6	до -4	до -6	до -6
Потенциальная урожайность, т/га	3,1	3,5	3,5	2,8
Содержание в семенах, %:				
белка	41	40	42	42
жира	19	20	18	18
Высота растений, см	75	80	70	70
Высота прикрепления нижних бобов, см	14	15	13	13

* Авторы сортов: Г.С. Посыпанов, М.П. Гуреева, Т.А. Фомина, Е.И. Филянова, В.П. Михалева.

тотрофным в условиях, благоприятных для симбиоза.

С применением эксклюзивных методик и сосудов Г.С. Посыпанова [3] изучен начальный рост корней и процесс инфицирования корневых волосков клубеньковыми бактериями, процесс формирования симбиотического аппарата сои на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны в зависимости от влагообеспеченности. Определены характер размещения клубеньков по корневой системе, их величина и форма, изучен процесс изменения их активности с учетом окраски и содержания в них леггемоглобина.

Доказана необходимость подбора комплиментарной пары макро- и микросимбионта для максимального использования возможностей симбиотической азотфиксации. Проведена оценка перспективных штаммов клубеньковых бактерий коллекции ВНИИСХ микробиологии и ВНИИ сои. Установлено, что соя в условиях Нечерноземья при инокуляции активным, вирулентным комплиментарным сорту штаммом клубеньковых бактерий способна на 70-80% обеспечивать себя азотом за счет азотфиксации. Определена эффективность применения бактериальных удобрений в зависимости от сорта и метеорологических условий года.

Выявлена роль матрикальной разнокачественности семян в формировании урожайности сои и технологических свойств получаемой продукции. Показано, что семена, сформированные на центральных ярусах растений, обладают большим потенциалом качества, а выросшие из них растения характеризуются значительным потенциалом продуктивности и устойчивости к стресс-факторам.

Проведена оценка биологически активных веществ в полевых условиях с целью повышения устойчивости сои к стрессовым факторам, доказана перспективность их применения с целью сокращения вегетационного периода и

повышения устойчивости посевов к стрессовым воздействиям. В частности, использование хлорфлорама при нанесении на семена сои позволяет ускорить созревание на 4-6 дней без снижения продуктивности посева; предпосевная обработка семян аллелостимом и фузикокином способствует усилению симбиотической и фотосинтетической деятельности посева, увеличивая содержание белка в семенах и его сбор с единицы площади.

Изучены состав, вредоносность и степень распространения вредителей и болезней на посевах сои, разработаны меры борьбы с ними. Установлено, что в новых районах соеяния наиболее распространенным вредителем сои является клубеньковый долгоносик. В отдельные годы его численность может достигать порога вредоносности и приводит к существенному недобору урожая. В связи с тем, что соя является новой для Нечерноземной зоны культурой поражаемость посевов болезнями невелика. В отдельные годы наблюдается очаговое поражение сои вирусом огуречной мозаики на фоне фузариозного увядания.

Определен видовой состав сорной растительности в посевах сои и подобраны гербициды для максимального уничтожения сорняков.

Изучено влияние водно-воздушного и пищевого режима почвы и метеорологических условий на рост, развитие и продукционный процесс сортов северного экотипа с целью совершенствования технологии их возделывания в Нечерноземной зоне Российской Федерации.

Усовершенствована система удобрения, обработки почвы и уборки сои на семена в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации.

Разработаны инновационные, ресурсосберегающие, экологически безопасные технологии ее возделывания в новом регионе на основе использования биологического азота, позволяющие

получать с единицы площади до 3,5 т зерна, до 1,0 т высокоценного сбалансированного по аминокислотам белка и до 0,4 т жира.

Проведенные исследования свидетельствуют о возможности и необходимости расширения ареала возделывания сои до 56° с.ш. и перспективности использования сортов северного экотипа на зерно с целью решения белковой проблемы, увеличения разнообразия и стабилизации продукционного процесса в растениеводстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кобозева Т.П.* Использование радиационного мутагенеза в создании исходных форм для селекции сои. Автореф. канд. дисс. М., 1990. — 2. *Вишнякова М.А.* Генетическая коллекция сои ВИР и возможности ее использования в селекции // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005-2010 гг. Краснодар: ГНУ ВНИИМК имени В.С. Пустовойта, 2004. С 33-45. — 3. *Посыпанов Г.С.* Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.: ВО «Агропромиздат», 1991.

SUMMARY

Soyabean is a high-proteined crop. It is important in solution of protein problem. The northern ecotype crops were created. It allows to grow soyabean in the central Region of Russia.