Среднеранний холодоустойчивый сорт сои Иней

С.В. Зеленцов,

доктор сельскохозяйственных наук

Е.В. Мошненко,

кандидат биологических наук

Л.А. Бубнова,

младший научный сотрудник

Е.Н. Будников,

старший научный сотрудник

М.В. Трунова,

кандидат биологических наук

А.А. Ткачёва,

кандидат сельскохозяйственных наук

Г.М. Саенко,

кандидат биологических наук

С.А. Рамазанова,

кандидат биологических наук

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 275-78-45

E-mail: soya@vniimk.ru

Для цитирования: Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Бубнова Л.А., Будников Е.Н., Трунова М.В., Ткачёва А.А., Саенко Г.М., Рамазанова С.А. Среднеранний холодоустойчивый сорт сои Иней // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 160–164.

Ключевые слова: соя, холодоустойчивость, урожайность, засухоустойчивость, молекулярный паспорт.

Среднеранний сорт сои Иней получен в результате индивидуального отбора в F_4 из гибридной комбинации Белогорская $\times$ Форa на дифференцирующих фонах по признакам пониженной реакции на длину дня, холодо- и заморозкоустойчивости, засухоустойчивости. Дополнительно степень холодоустойчивости исходного материала для селекции сорта Иней оценивали криоседиментационным методом. По результатам сортоиспытания 2017–2018 гг. сорт Иней по урожайности превысил стандартный сорт Славия на 0,20 т/га. Высота растений на широте Краснодара (45°) 95–108 см. Новый сорт сои Иней отличается высокой устойчивостью к пониженным температурам воздуха и почвы, а также повышенной урожайностью в засушливых условиях. Это позволяет его возделывать в основных посевах в соеопроизводящих хозяйствах Северо-Кавказского, Центрально-Чернозёмного, Нижневолжского и

Дальневосточного регионов Российской Федерации, а также в Республиках Казахстан, Узбекистан и Кыргызстан на географических широтах от 40 до 50°.

UDC 631.52:633.853.52

A middle-early maturing cold-resistant soybean cultivar Iney.

S.V. Zelentsov, doctor of agriculture

E.V. Moshnenko, PhD in biology

L.A. Bubnova, junior researcher

E.N. Budnikov, senior researcher

M.V. Trunova, PhD in biology

A.A. Tkachyova, PhD in agriculture

G.M. Saenko, PhD in biology

S.A. Ramazanov, PhD in biology

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-78-45

E-mail: soya@vniimk.ru

Key words: soybean, cold resistance, productivity, drought resistance, molecular passport.

The middle-early maturing soybean cultivar Iney was obtained as a result of individual selection in F_4 from the hybrid combination Belogorskaya $\times$ Fora on differentiating backgrounds for traits of reduced response to day length, cold and frost resistance, drought tolerance. Additionally, we evaluated the degree of cold resistance of the parental material by a cryo-sedimentation method. According to the results of the tests of 2017–2018, the cultivar Iney exceeded the standard variety Slavia on yield by 0.20 t per ha. The height of plants at the latitude of Krasnodar (45°) is 95–108 cm. The new soybean cultivar Iney is highly resistant to lowered air and soil temperatures and differed with high yields under dry conditions. This allows it to be cultivated as a main crop in the North Caucasian, Central Chernozem, Lower Volga and Far Eastern regions of the Russian Federation, as well as in the Republics of Kazakhstan, Uzbekistan and Kyrgyzstan at geographic latitudes from 40 to 50°.

Выращивание сои в южных засушливых регионах России нередко ведётся на фоне дефицита летних осадков и запасов влаги в почве. При посеве сои в оптимальные (конец апреля – начало мая) сроки налив семян проходит в июле – августе, на фоне постепенно возрастающих дневных и среднесуточных температур воздуха и длительных почвенных засух. В результате урожайность и валовые сборы сои снижаются [1; 5; 9]. Перспективным

способом сохранения рентабельности производства сои в засушливых климатических условиях является сдвиг сроков посева сои на более ранние даты – конец марта – начало апреля. Этот приём позволяет растениям более эффективно использовать осенне-зимние запасы влаги в почве, а также обеспечивает завершение налива семян и их созревание до наступления августовских пиков позднелетних засух [4; 5; 9]. Однако очень ранние сроки посева требуют наличия у сортов сои генных комплексов, способных обеспечить активный метаболизм в условиях ранневесенних пониженных положительных температур, а также выживание растений в случае наступления ранневесенних заморозков [1; 6; 9].

В целом, сорта сои с повышенной холодо- и заморозкоустойчивостью имеют широкий потенциальный ареал распространения. Однако до 2019 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ был включён только один холодоустойчивый сорт сои Славия селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, способный выдерживать неоднократные ранневесенние заморозки до минус 5 °C [4; 7; 8]. Для повышения эффективности селекционной программы в этом направлении нами были изучены внутренние физиолого-биохимические механизмы сои, обеспечивающие устойчивость к отрицательным температурам, на основе которых был разработан новый цитоколлоидный (криоседиментационный) метод выделения источников повышенной заморозкоустойчивости [1; 7; 8].

В 2010 г. в гибридной популяции F₄ Белогорская × Фора было выделено элитное растение, потомство которого в период 2011–2012 гг. проходило комплексную оценку на дифференцирующих фонах по признакам пониженной реакции на длину дня, заморозкоустойчивости и засухоустойчивости. В 2013 г. с использованием криоседиментационного метода из нерасщепляющихся потомств гибридной комбинации Белогорская × Фора был вы-

делен холодо- и заморозкоустойчивый сортообразец сои Д-2845 [7]. В последующие годы этот сортообразец проходил комплексную оценку на продуктивность и другие хозяйственно ценные признаки.

С 2017 г. сформированная из сортообразца Д-2845 нерасщепляющаяся и фенотипически выровненная линия сои Л-796/17 проходила оценку в питомниках предварительного и конкурсного сортоиспытания, где было установлено, что по основным хозяйственно ценным признакам она не уступает высокоурожайному холодоустойчивому сорту-стандарту Славия. Урожайность среднеранней линии сои Л-796/17 в конкурсном сортоиспытании в среднем за два года (2017–2018 гг.) превысила этот показатель у сорта-стандарта Славия на 0,2 т/га (табл. 1). В 2018 г. под коммерческим названием «Иней» эта линия была передана на Государственное сортоиспытание.

Таблица 1

Характеристика среднераннего сорта Иней (линия Л-796/17)

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Краснодар, 2017–2018 гг.

Сорт	Вегетационный период, сут.	Урожайность, т/га		Среднее
		2017 г.	2018 г.	
Иней	112	2,69	2,54	2,62
Славия	113	2,51	2,32	2,42
Отклонение от стандарта	-1	+0,18	+0,22	+0,20
НСР ₀₅	–	0,20	0,18	–

Вегетационный период нового сорта на широте Краснодара (45°), в зависимости от метеоусловий года, варьировал от 110 до 114 суток и в среднем за 2017–2018 гг. составил 112 суток.

Высота растений сорта Иней на широте Краснодара от 95 до 108 см. Во влажные годы и на более высоких географических широтах (48–50°) высота растений может увеличиться до 110–125 см. Нижние бобы при оптимальной густоте стояния растений (350–

450 тыс. раст./га) располагаются на высоте 14–16 см от поверхности почвы (рис. 1).

Рисунок 1 – Растение сорта Иней

Тип развития куста по международному классификатору UPOV и классификатору ВНИИМК тип роста растений сорта Иней от полудетерминантного до индетерминантного с удлинённым периодом цветения, завершающимся в период начала налива семян в бобах нижних узлов (код типа роста – SD4) [3].

На географических широтах $45 \pm 2^\circ$ фенотип растений сорта Иней, по внутривидовой классификации сои ВНИИМК, соответствует среднестебельному сорто-типу – *ss. medicaulis* Zel. et Koch. северокавказской эколого-географической группы маньчжурского подвида сои *spp. manshurica* (Enken) Zel. et Koch. На более высоких широтах ($48\text{--}50^\circ$), из-за удлинённого фотопериода, фенотип сорта Иней может приобретать признаки мощного сорто-типа – *ss. atlanta* Zel. et Koch. На более южных широтах ($38\text{--}42^\circ$) фенотип растений сорта Иней будет приближаться к раннему сорто-типу – *ss. praecox* (Enk.) Zel. et Koch. [2].

Окраска опушения растений серая. Окраска венчика цветка фиолетовая. В температурных и фотопериодических условиях Краснодарского края лепесткопарус окрашен интенсивно, почти равномерно. Лепестки-вёсла светло-пурпурные,

широко расставленные, в верхней части загнутые в сторону продольной оси симметрии цветка. Лепестки-лодочки синепурпурной окраски, плотно сомкнутые. В стадии полного раскрытия цветка полностью закрывают вскрывшиеся пыльники с созревшей пыльцой (рис. 2).

Рисунок 2 – Окраска и форма лепестков цветка сорта Иней

Окраска бобов от бежевой до светлоричичевой. Семена среднего размера, округло-удлинённые. Семенная оболочка жёлтая, в оптимальных условиях созревания без пигментации. Рубчик семени серый, в зависимости от положения на растении от почти бесцветного (в нижнем ярусе) до интенсивно окрашенного в верхнем ярусе (рис. 3).

Рисунок 3 – Размеры, форма и окраска семян сорта Иней

В оптимальных по влагообеспечению богарных условиях и на орошении масса 1000 семян этого сорта составляет 150–175 г. При выращивании сорта Иней в засушливых и острозасушливых условиях

масса 1000 семян снижается до 107–139 г. Глубина проникновения центрального корня в почву достигает 2,1–2,4 м, что обеспечивает растениям сорта Иней повышенную засухоустойчивость при пересыхании верхних горизонтов почвы. В условиях Краснодарского края сорт устойчив к пепельной гнили, аскохитозу и фузариозу.

Содержание белка в семенах сорта Иней при выращивании в условиях центральной почвенно-климатической зоны Краснодарского края и с наличием на почве специализированных азотфиксирующих бактерий составляет 40,3–43,0 %. Содержание масла в семенах 21,7–23,5 % (табл. 2).

Таблица 2

Биохимическая характеристика семян сорта Иней

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2017–2018 гг.

Сорт	Содержание белка, %			Содержание масла, %		
	2017 г.	2018 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	среднее
Иней	40,3	43,0	41,7	23,5	21,7	22,6
Славия (стандарт)	39,5	41,5	40,5	23,3	21,5	22,4
Отклонение от стандарта, ±	+0,8	+1,5	+1,2	+0,2	+0,2	+0,2

Для сорта сои Иней создан индивидуальный молекулярно-генетический паспорт на основе анализа ДНК методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием 10 микросателлитных локусов SSR (simple sequence repeats). Методика выделения ДНК и проведения ПЦР, а также нуклеотидные последовательности использованных микросателлитных локусов приведены в статьях, опубликованных ранее [10; 11; 12].

Результаты ПЦР-анализа сорта сои Иней представлены в таблице 3. Нумерацию микросателлитных аллелей по каждому локусу проводили следующим образом: фрагмент ДНК с максимальным значением молекулярного веса обозначали цифрой 1 и далее по мере уменьшения молекулярного веса цифрами 2 и 3. Молекулярный вес амплифицированных фрагментов расположен в определенном

интервале, характерном для каждой праймерной пары (табл. 3).

Таблица 3

Молекулярный паспорт сорта сои Иней

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2018 г.

Локус	Аллели	Молекулярный вес (п.н.)
Satt 1	3	141–150
Satt 2	1	140–152
Satt5	2	157–177
Satt9	1	142–221
Soypr 1	2	163–188
Sat 1	2	188–235
Sat 36	2	115–185
Sat43	2	157–203
Soyhsp176	2	118–135
Satt181	2	180–210

В целом, проведённые исследования на всех этапах селекционного процесса показывают, что среднеранний сорт сои Иней, помимо повышенной, для своей группы спелости, урожайности и засухоустойчивости, также отличается повышенной холодо- и морозоустойчивостью. Такие физиолого-генетические особенности позволяют осуществлять посев этого сорта на 3–4 недели ранее оптимальных сроков, что определяет его потенциальную привлекательность для сельхозтоваропроизводителей в засушливых регионах юга России. В связи с этим в 2018 г. сорт Иней был передан на Государственное сортоиспытание по Северо-Кавказскому, Центрально-Чернозёмному, Нижневолжскому и Дальневосточному регионам Российской Федерации (рис. 4).

Рисунок 4 – Зоны государственного сортоиспытания холодоустойчивого сорта Иней в Российской Федерации и пригодные для возделывания этого сорта зоны в Республиках Узбекистан, Кыргызстан и Казахстан

Помимо четырёх регионов Российской Федерации, где будет проводиться государственное сортоиспытание среднераннего сорта Иней, для его интродукции и выращивания также пригоден ряд областей с развитыми системами орошения в центральной и южной частях Республики Казахстан, а также всей территории Республик Узбекистан и Кыргызстан на 40–50° с.ш.

Список литературы

1. Бубнова Л.А., Зеленцов С.В. Отбор заморозкоустойчивых генотипов сои на ранних этапах онтогенеза // Сб. трудов I Международной интернет-конференции «Современные тенденции в сельском хозяйстве». – Казань: ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) Федеральный университет, 15–17 октября 2012 г. – С. 152–156.
2. Зеленцов С.В., Кочегура А.В. К вопросу о внутривидовой классификации сои // Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои: сб. статей 2-й между. конф. по сое, Россия, Краснодар, 9–10 сентября 2008 г. – С. 178–193.
3. Зеленцов С.В., Лучинский А.С. Усовершенствованная классификация типов роста сои // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2011. – Вып. 2 (148–149). – С. 88–94.
4. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Перспективы использования сверхранних посевов сои в условиях Краснодарского края // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2010. – Вып. 1 (142–143). – С. 87–94.
5. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Пути адаптации сельского хозяйства России к глобальным изменениям климата на примере экологической селекции сои // Научный диалог. – 2012. – № 7: Естествознание и экология. – С. 40–59.
6. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Селекционно-генетическая адаптация сои к развивающейся сезонной аридизации европейского юга России // В сб.: «Посібник українського хлібороба». – Вінниця, 2013. – Т. 2. – С. 257–258.
7. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Бубнова Л.А. Обоснование критериев селекционного отбора форм сои с повышенной заморозкоустойчивостью на основе явления криогенной седиментации цитокolloидов // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 2 (178). – С. 128–143.
8. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Бубнова Л.А., Зеленцов В.С. Некоторые аспекты устойчивости растений к отрицательным температурам на примере сои и масличного льна // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 2 (174). – С. 55–70.
9. Лукомец В.М., Бочкарёв Н.И., Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Создание сортов сои с расширенной адаптацией к изменяющемуся климату Западного Предкавказья // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 1. – № 35. – С. 248–254.
10. Рамазанова С.А. Идентификация генотипов сои разного происхождения с использованием полиморфизма девяти микросателлитных локусов ДНК // Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои // Сб. статей 2-й международной конференции по сое, Краснодар, 9–10 сентября 2008 г. – С. 129–136.
11. Рамазанова С.А., Гучетль С.З., Челюстникова Т.А., Антонова Т.С. Идентификация сортов сои российской селекции на основе анализа микросателлитных локусов ДНК // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2008. – Вып. 2 (139). – С. 56–58.

12. Cregan P.B., Jarvik T., Bush A.L., Shoemaker R.C., Lark K.G., Kahler A.L., Van Toai T.T., Lohnes D.G., Chung J., Specht J.E. An integrated genetic linkage map of soybean // Crop Science. – 1999. – Vol. 39. – P. 1464–1490.

References

1. Bubnova L.A., Zelentsov S.V. Otbor zamorozkoustoychivyykh genotipov soi na rannikh etapakh ontogeneza // Sb. trudov I Mezhdunarodnoy internet-konferentsii «Sovremennyye tendentsii v sel'skom khozyaystve». – Kazan': FGAOU VPO Kazanskiy (Privolzhskiy) Federal'nyy universitet, 15–17 oktyabrya 2012 g. – S. 152–156.
2. Zelentsov S.V., Kochegura A.V. K voprosu o vnutrividovoy klassifikatsii soi // Sovremennyye problemy selektsii i tekhnologii vozdel'yvaniya soi: sb. statey 2-y mezhd. konf. po soe, Rossiya, Krasnodar, 9–10 sentyabrya 2008 g. – S. 178–193.
3. Zelentsov S.V., Luchinskiy A.S. Usovershenstvovannaya klassifikatsiya tipov rosta soi // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2011. – Vyp. 2 (148–149). – S. 88–94.
4. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Perspektivy ispol'zovaniya sverkhkrannikh posevov soi v usloviyakh Krasnodarskogo kraya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2010. – Vyp. 1 (142–143). – S. 87–94.
5. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Puti adaptatsii sel'skogo khozyaystva Rossii k global'nym izmeneniyam klimata na primere ekologicheskoy selektsii soi // Nauchnyy dialog. – 2012. – № 7: Estestvoznaniye i ekologiya. – S. 40–59.
6. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Selektionno-geneticheskaya adaptatsiya soi k razvivayushcheyseya sezonnoy aridizatsii evropeyskogo yuga Rossii // V sb.: «Posibnik ukrainskogo khliboroba». – Vinnitsya, 2013. – T. 2. – S. 257–258.
7. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Bubnova L.A. Obosnovanie kriteriev selektsionnogo otbora form soi s povyshennoy zamorozkoustoychivost'yu na osnove yavleniya kriogennoy sedimentatsii tsitokolloidov // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 2 (178). – S. 128–143.
8. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Bubnova L.A., Zelentsov V.S. Nekotorye aspekty ustoychivosti rasteniy k otritsatel'nym temperaturam na primere soi i maslichnogo l'na // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 2 (174). – S. 55–70.
9. Lukomets V.M., Bochkarev N.I., Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Sozdanie sortov soi s rasshirennoy adaptatsiyey k izmenyayushchemusya klimatu Zapadnogo Predkavkaz'ya // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – T. 1. – № 35. – S. 248–254.
10. Ramazanova S.A. Identifikatsiya genotipov soi raznogo proiskhozhdeniya s ispol'zovaniem polimorfizma devyati mikrosatelitnykh lokusov DNK // Sovremennyye problemy selektsii i tekhnologii vozdel'yvaniya soi // Sb. statey 2-y mezhhdunarodnoy konferentsii po soe, Krasnodar, 9–10 sentyabrya 2008 g. – S. 129–136.
11. Ramazanova S.A., Guchetl' S.Z., Chelyustnikova T.A., Antonova T.S. Identifikatsiya sortov soi rossiyskoy selektsii na osnove analiza mikrosatelitnykh lokusov DNK // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2008. – Vyp. 2 (139). – S. 56–58.
12. Cregan P.B., Jarvik T., Bush A.L., Shoemaker R.C., Lark K.G., Kahler A.L., Van Toai T.T., Lohnes D.G., Chung J., Specht J.E. An integrated genetic linkage map of soybean // Crop Science. – 1999. – Vol. 39. – P. 1464–1490.

Получено: 02.07.2019 Принято: 16.09.2019

Received: 02.07.2019 Accepted: 16.09.2019