

УДК 633.853.52:631.52(470.62)

МЕТОДИКА ОТБОРА ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ГЕНОТИПОВ СОИ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПИТОМНИКЕ

М.В. Трунова,
кандидат биологических наук

ФГБНУ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
E-mail: soybean@yandex.ru

Для цитирования: Трунова М.В. Методика отбора высокопродуктивных генотипов сои в селекционном питомнике // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2017. – Вып. 4 (172). – С. 25–30.

Ключевые слова: соя, селекционный питомник, урожайность, уборочный индекс, масса семян, корреляция.

На основании анализа данных об урожайности, уборочном индексе и биомассе различных сортов сои на делянках разной конфигурации разработана методика отбора высокопродуктивных генотипов в селекционном питомнике. Предлагается при выделении селекционно ценных генотипов проводить анализ связи урожайности семян в конкурсном испытании сортов сои с продолжительностью вегетационного периода и в зависимости от направления выявленной связи применять разные критерии отбора. В годы, когда связь между урожайностью семян сои и продолжительностью вегетационного периода положительная, на малых однорядных делянках эффективен отбор генотипов по прямому признаку «масса семян», а в годы с отрицательной корреляцией – по уборочному индексу.

UDC 633.853.52:631.52(470.62)

The method of selection of highly productive soybean genotypes in breeding nursery.

Trunova M.V., PhD in biology

All-Russia Research Institute of Oil Crops by Pustovoit V.S. (VNIIMK)
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
E-mail: soybean@yandex.ru

Key words: soybean, breeding nursery, yield, harvesting index, seed weight, correlation.

The method of selection of highly productive soybean genotypes in breeding nursery is developed basing on an analysis the data on yield, harvesting index and biomass of the different cultivars in plots of the different designs. It is offered to analyze a connection between seed yield in a competitive trial of soybean cultivars and duration of the vegetative period at allocation of the valuable for breeding genotypes. And depending on the direction of the allocated connection it is required to use different selection criteria. In years when connection between soybean seed yield and duration of vegetative period is positive, genotype selection on small one-row plots is effective by a direct trait seed weight and in years with negative correlation – by harvesting index.

Введение. Из-за ограниченного количества семян на ранних этапах селекционного процесса селекционеры вынуждены оценивать материал на малых делянках без повторностей. Вполне очевидно, что точность таких оценок не может быть высокой из-за проявления конкурентного взаимодействия соседних делянок, небольшой их площади и неравномерности почвенного плодородия. По этой причине на начальных этапах реализации селекционной программы бракуется и безвозвратно теряется 60–90 % селекционного материала [1].

Несмотря на существование проблемы, усовершенствованию методов отбора ценных генотипов на стадии селекционного питомника в последнее время исследователями уделяется недостаточно внимания. Видимо, это связано с довольно прочно устоявшимися схемами селекционного процесса у культур-самоопылителей. В то же время достаточно много исследований посвящено изучению хозяйственно ценных признаков отдельных растений (элементов структуры урожая), с улучшением которых связывается прогресс в повышении продуктивности новых сортов [2; 3; 4].

На сое признаками, определяющими урожайность сорта, многие исследователи считают число бобов и семян, их крупность, число продуктивных и непродуктивных узлов, ветвей и прочих элементов

структуры урожая [5; 6; 7; 8]. Однако, с одной стороны, согласно данным Дьякова [9] и многих других исследователей, вести отбор на урожайность по этим признакам бесперспективно, а, с другой стороны, если рассматривать селекционный питомник, практически невозможно из-за большого объёма работы. В этом звене селекционного процесса, кроме визуальной оценки по некоторым высоконаследуемым признакам, при небольших затратах труда возможно получение данных о массе всей надземной части растений (массе снопа) и массе семян с единицы площади. Дополнительную полезную информацию представляет расчётная величина – уборочный индекс (отношение массы семян к массе снопа). Целью проведённых исследований было выявление критериев, обеспечивающих повышение точности оценок и отборов ценных генотипов сои на этапе селекционного питомника.

Материалы и методы. Исследования проведены в течение 4-х сезонов, существенно различавшихся по погодным условиям. На изучение был взят набор сортообразцов сои в количестве 51 шт., относящихся к разным морфобиологическим группам. Для оценки сортообразцов использовали варианты делянок различной конфигурации, соответствующие разным этапам селекционного процесса. В их числе делянки, аналогичные конкурсному сортоиспытанию (КСИ) ВНИИ масличных культур, и три типа делянок, имитирующие селекционный питомник (СП).

Вариант А – делянка, соответствующая КСИ, представляла собой четыре ряда общей площадью 28,0 м², из которых два средних ряда были учётными (площадь 14 м²), а краевые – защитными. Делянки выращивали в 4-кратной повторности. Учёт урожайности проводили путём скашивания селекционным комбайном и определения массы семян с учётных рядов делянки. Результаты взвешивания пересчитывали на 14 %-ную влажность.

Вариант Б – делянка, соответствующая СП. Каждый сортообразец выращивался на одном рядке длиной 2,5 м, без повторностей, площадью 1,75 м² – СП-1.

Вариант В – делянка, соответствующая СП. Каждый сортообразец выращивался на двух смежных рядках длиной 2,5 м, без повторностей, площадью 3,5 м² – СП-2.

Вариант Г – делянка, соответствующая СП. Каждый сортообразец выращивался на одном рядке длиной 5,0 м, без повторностей, площадью 3,5 м² – СП-3.

Уборку вариантов Б, В и Г проводили вручную, путём срезания всех растений делянки на уровне почвы и формирования снопа. Перед обмолотом на комбайне каждый сноп взвешивали, таким образом определяя массу всей надземной части растений. После обмолота полученные со снопа семена взвешивали и приводили их массу к 14 %-ной влажности.

Полученные результаты использовали для установления соответствия оценок сортообразцов на разных вариантах делянок СП (варианты Б, В и Г) оценкам урожая в варианте А, как наиболее точным. Степень соответствия оценок определяли путём вычисления коэффициента корреляции Пирсона.

Результаты и обсуждение. Наши предыдущие исследования показали, что оценки уборочного индекса на малых делянках селекционного питомника более тесно коррелируют с ценотической урожайностью семян, оцениваемой на больших делянках, по сравнению с показателем масса семян [10]. Кроме того, статистическим анализом признаков установлена большая стабильность уборочного индекса, о чём свидетельствует коэффициент вариации в 1,6 раза ниже, чем масса семян. На основании полученных результатов было сделано заключение о целесообразности оценок материала в селекционном питомнике, организуемом по типу варианта Б, поскольку при меньших трудозатратах и площади посева достигаются достаточно

хорошо коррелируемые с урожайностью семян на больших делянках данные.

Вместе с тем было выявлено, что оценка и отбор на малых делянках по массе семян также могут быть результативными, но лишь в благоприятные для роста и развития растений сои годы. В связи с этим возникают закономерные вопросы: как оценить степень благоприятности погодных условий сезона выращивания для роста и развития растений сои, а также в какие годы и по каким признакам целесообразней вести отбор в селекционном питомнике.

Поскольку главным лимитирующим фактором при выращивании сои является влагообеспеченность, на основании анализа метеоданных можно предположить, что более благоприятными для роста и развития растений сои были 2015 и 2016 гг., когда сумма осадков за период вегетации была на 76–84 мм больше, чем в 2013 и 2014 гг. (табл. 1). Однако коэффициент корреляции между средней урожайностью сортов в варианте А и количеством осадков за вегетационный период ($r = -0,995$) и данные о средней урожайности семян опровергают это предположение.

Таблица 1

Влагообеспеченность и урожайность сортов сои по годам

ЦЭБ ВНИИМК, 2013–2016 гг., $n = 51$

Год	Количество осадков, мм			Средняя урожайность в варианте А, т/га
	май – июнь	июль – август	за вегетационный период	
2013	102,7	124,9	227,6	2,48
2014	174,2	51,3	225,5	2,44
2015	216,9	86,8	303,7	1,70
2016	238,3	71,0	309,3	1,74

Анализ фактических данных по осадкам явно показывает, что не от общего количества за вегетационный период, а от их распределения по фазам роста и развития растений зависит продуктивность растений. Так, в 2015–2016 гг. урожайность семян сои оказалась низкой, несмотря на большее количество осадков за период вегетации растений сои, вслед-

ствие того, что 2/3 их выпало в начальный период вегетации растений, и ощущался явный недобор атмосферной влаги в период цветения и налива бобов в июле и августе. Самым благоприятным для растений сои было распределение осадков в 2013 г., когда во второй половине лета выпала большая их часть, что и обеспечило хорошие условия для формирования урожая семян. Высокая урожайность сортов в 2014 г. объясняется тем, что из первых двух месяцев вегетации преобладающее количество осадков пришлось на июнь, т.е. на начало критического периода по водопотреблению. На это указывают также данные о среднемесячной температуре воздуха в июне, пониженной на 1,0–1,5 °С по сравнению с аналогичным периодом других сезонов (табл. 2).

Таблица 2

Температура воздуха при выращивании сортов сои по годам

г. Краснодар, ЦЭБ ВНИИМК, 2013–2016 гг.

Год	Температура воздуха, °С			
	май	июнь	июль	август
2013	22,0	23,5	24,9	25,2
2014	20,1	22,0	25,4	28,2
2015	18,4	23,0	25,1	28,2
2016	17,7	23,4	25,9	27,0

В целом анализ температурных данных показал отсутствие строгой зависимости урожайности сортов от среднемесячных температур воздуха в период вегетации растений. Корреляция средней урожайности сортов в варианте А со среднемесячной температурой воздуха в среднем за 4 года составила в июле $-0,494$, а в мае $-0,904$, что, по нашему мнению, не может быть эффективным критерием оценки условий года.

Таким образом, предварительные результаты свидетельствуют о том, что принцип выбора того или иного критерия оценки и отбора в селекционном питомнике в зависимости от степени благоприятности условий года, о которых можно судить по средней урожайности сортов, является ненадёжным. Тем не менее ана-

лиз большого объема данных показывает, что связь разных признаков на малых делянках с урожайностью на больших делянках существует и она меняется по годам (табл. 3).

Таблица 3

Корреляция (r) оценок урожайности сортов в конкурсном сортоиспытании с оценками признаков на делянках селекционного питомника разных конфигураций

г. Краснодар, ЦЭБ ВНИИМК, n=51

Питомник	Оцениваемый признак	Масса семян в КСИ, по годам			
		2013	2014	2015	2016
СП-1	Биомасса	0,487	0,125	0,233	0,626
	Масса семян	0,505	0,482	0,525	0,574
	УИ	-0,012	0,584	0,610	0,051
СП-2	Биомасса	0,595	0,067	-0,050	0,531
	Масса семян	0,600	0,503	0,481	0,454
	УИ	0,179	0,554	0,641	-0,112
СП-3	Биомасса	0,635	0,131	-0,377	0,526
	Масса семян	0,457	0,472	0,462	0,477
	УИ	-0,271	0,528	0,780	-0,284

Коэффициенты корреляции переходят уровни существенности: 5 %-ный – при 0,273; 1 %-ный – при 0,354; 0,1 %-ный – при 0,443

Так, например, в 2013 и 2016 гг. отмечена достоверная на 0,1 %-ном уровне значимости связь массы семян в варианте А с биомассой и массой семян в СП всех типов, а в 2014 и 2015 гг. – с массой семян и уборочным индексом в СП всех типов. Причём во всех случаях связь с уборочным индексом оказалась выше, чем с массой семян. Исходя из того, что в 2014–2015 гг. связь с биомассой была от недостоверной до достоверно-отрицательной на 0,1 %-ном уровне значимости, можно сделать заключение о недостаточной засухоустойчивости сортов, которые накопили большую биомассу в благоприятный по водообеспеченности вегетативный период, но не смогли ее рационально перераспределить в семена в период засухи.

Детальный анализ данных разных лет оценок показывает, что между урожайностью семян в варианте А и признаками малых делянок выявляется более определённая связь, если в пределах каждого года учитывать характер зависимости урожайности сортов от продолжительности их

вегетационных периодов. В наших исследованиях характер этой связи по годам выглядит следующим образом (рисунок).

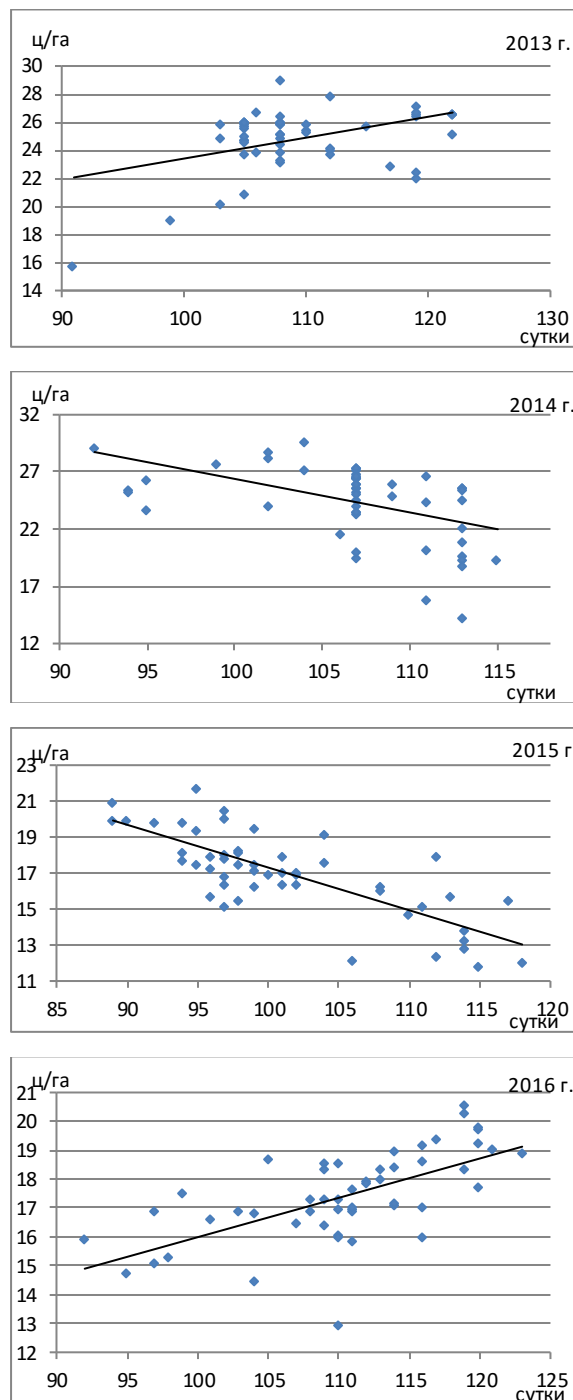


Рисунок – Регрессия урожайности семян сортов сои в варианте А на продолжительность их вегетационных периодов

Представленные на диаграммах данные показывают не усреднённую степень благоприятности условий года для всех сортов, а степень благоприятности для

сортов той или иной группы спелости. Так, судя по наклону линии регрессии погодные условия 2013 и 2016 гг. более благоприятно сложились для сортов с продолжительным вегетационным периодом, а 2014 и 2015 гг. – для раннеспелых.

Сопоставляя данные таблицы 3 с зависимостью признаков на рисунке, не трудно заметить, что в годы, когда регрессия урожайности сортов на продолжительность их вегетации положительна (2013 и 2016 гг.), получены наиболее высокие значения коэффициента корреляции урожайности семян в варианте А с массой семян и массой снопа на всех вариантах (Б, В и Г) СП. Напротив, в годы, когда с увеличением продолжительности вегетационных периодов сортов урожайность снижалась (2014 и 2015 гг.), в варианте А проявилась стабильно более высокая положительная корреляция урожайности с уборочным индексом также во всех трёх вариантах СП.

Применение предварительного анализа характера связи урожайности с продолжительностью периода вегетации сортов в условиях конкретного года не требует дополнительных усилий, кроме статистических вычислений, исходными данными для которых являются результаты оценки сортов в конкурсном сортоиспытании.

Заключение. На основании полученных четырехлетних данных мы рекомендуем следующий принцип отбора ценных генотипов в селекционном питомнике. В годы, когда отмечается положительная связь продолжительности периода вегетации испытываемых в конкурсном сортоиспытании сортов с их урожайностью, оценку материала в селекционном питомнике проводить по массе семян с деланки. В засушливые годы, когда связь продолжительности периода вегетации и массы семян в КСИ отрицательная, – по уборочному индексу. Дифференцированный подход в выборе критерия отбора высокопродуктивных генотипов на стадии селекционного питомника будет способ-

ствовать ускорению селекционного прогресса у сои.

Список литературы

1. *Литун П.П., Манзюк В.Т., Барсуков П.Н.* Методы идентификации генотипов по продуктивности растений на ранних этапах селекции // Проблемы отбора и оценки селекционного материала: сб. науч. тр. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 16–28.
2. *Розенцвейг В.Е., Голоенко Д.В., Давыденко О.Г.* Динамика корреляционных связей и модель сорта сои // Сб. статей 2-й междунар. конф. по сое «Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои», 9–10 сентября 2008 г. – Краснодар, 2008. – С. 171–177.
3. *Антонов С.И., Ермолина О.В.* Модель масличного среднеспелого сорта сои для южной зоны Ростовской области // *Зерновое хозяйство России.* – 2009. – № 6. – С. 15–18.
4. *Гончаренко А.А., Семёнова Т.В., Ермаков С.А.* Оценка прямого и коррелятивного ответов на отбор по высоте растений и продуктивности колоса у озимой ржи // *Науч.-тех. бюл. ВНИИ растениевод.* – 1987. – № 171. – С. 7–11.
5. *Ващенко Т.Г., Павлюк Н.Т., Буховец А.Г.* Анализ сопряженности элементов продуктивности у сои // *Селекция и семеноводство.* – 2004. – № 1. – С. 10–12.
6. *Шевченко Н.С., Романцова И.Е.* Обоснование параметров будущих сортов сои для условий ЦЧР // *Селекция и агротехнология сортов сои северного экотипа: сб. материалов науч. конф.* – Воронеж, 2006. – С. 98–105.
7. *Устюжанин А.П., Шевченко В.Е., Турьянский А.В., Агафонов Н.С., Ващенко Т.Г.* [и др.]. Селекция сортов сои северного экотипа. – Воронеж, 2007. – 226 с.
8. *Давыденко О.Г., Голоенко Д.В., Розенцвейг В.Е.* Перспективы селекции сои в ООО «Соя-Север К^о» // *Селекция и агротехнология сортов сои северного эко-*

типа: сб. материалов науч. конф. – Воронеж, 2006. – С. 74–78.

9. Дьяков А.Б. Количественные хозяйственные признаки // В кн.: Биология, селекция и возделывание подсолнечника / Под ред. Пенчукова В.М. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 52–57.

10. Трунова М.В., Кочегура А.В. Возможность повышения точности оценок урожайности селекционного материала сои в ранних питомниках // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2016. – Вып. 3 (167). – С. 9–15.

References

1. Litun P.P., Manzyuk V.T., Barsukov P.N. Metody identifikatsii genotipov po produktivnosti rasteniy na rannikh etapakh selektsii // Problemy otbora i otsenki selektsionnogo materiala: sb. nauch. tr. – Kiev: Naukova dumka, 1980. – S. 16–28.

2. Rozentsveyg V.E., Goloenko D.V., Davydenko O.G. Dinamika korrelyatsionnykh svyazey i model' sorta soi // Sb. statey 2-y mezhdunar. konf. po soe «Sovremennye problemy selektsii i tekhnologii vozdelvaniya soi», 9–10 sentyabrya 2008 g. – Krasnodar, 2008. – S. 171–177.

3. Antonov S.I., Ermolina O.V. Model' maslichnogo srednespelogo sorta soi dlya yuzhnoy zony Rostovskoy oblasti // Zernovoe khozyaystvo Rossii. – 2009. – № 6. – S. 15–18.

4. Goncharenko A.A., Semenova T.V., Ermakov S.A. Otsenka pryamogo i

korrelyativnogo otvetov na otbor po vysote rasteniy i produktivnosti kolosa u ozimoy rzhi // Nauch.-tekh. byul. VNII rastenievod. – 1987. – № 171. – S. 7–11.

5. Vashchenko T.G., Pavlyuk N.T., Bukhovets A.G. Analiz sopryazhennosti elementov produktivnosti u soi // Selektsiya i semenovodstvo. – 2004. – № 1. – S. 10–12.

6. Shevchenko N.S., Romantsova I.E. Obosnovanie parametrov budushchikh sortov soi dlya usloviy TsChR // Selektsiya i agrotekhnologiya sortov soi severnogo ekotipa: sb. materialov nauch. konf. – Voronezh, 2006. – S. 98–105.

7. Ustyuzhanin A.P., Shevchenko V.E., Tur'yanskiy A.V., Agafonov N.S., Vashchenko T.G. [i dr.]. Selektsiya sortov soi severnogo ekotipa. – Voronezh, 2007. – 226 s.

8. Davydenko O.G., Goloenko D.V., Rozentsveyg V.E. Perspektivy selektsii soi v OOO «Soya-Sever K°» // Selektsiya i agrotekhnologiya sortov soi severnogo ekotipa: sb. materialov nauch. konf. – Voronezh, 2006. – S. 74–78.

9. D'yakov A.B. Kolichestvennye khozyaystvennye priznaki // V kн.: Biologiya, selektsiya i vozdelvaniye podsolnechnika / Pod red. Penchukova V.M. – M.: Agropromizdat, 1991. – S. 52–57.

10. Trunova M.V., Kochegura A.V. Vozmozhnost' povysheniya tochnosti otsenok urozhaynosti selektsionnogo materiala soi v rannikh pitomnikakh // Maslichnye kultury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2016. – Vyp. 3 (167). – S. 9–15.