

УДК 633.853.52:631.5

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

### **ВНУТРИСОРТОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОРТОВ СОИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ КОМПАНИИ «СОКО»**

Зима Дмитрий Евгеньевич  
научный сотрудник  
[zde@co-ko.ru](mailto:zde@co-ko.ru)

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "федеральный научный центр риса", Россия, 350921, Краснодарский край, г. Краснодар, п. Белозерный, д.3  
Общество с ограниченной ответственностью компания "Соевый комплекс", Россия, 350038, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д.19/2*

В статье представлены результаты внутрисортного отбора по содержанию белка в семенах у 5 сортов сои отечественной селекции компании «СОКО» разных групп спелости. Цель нашего исследования заключалась в отборе линий сои с повышенным содержанием белка в семенах, их сравнение с исходным сортами по исследуемому признаку. Индивидуальный отбор проводили на семеноводческих посевах компании «СОКО» для анализа растений по содержанию белка в семенах. В ходе исследования было установлено, что внутрисортной отбор имеет определенную перспективу на улучшении уже имеющихся сортов по качественным показателям. Выделены 4 линии превышавшие исходные сорта по содержанию белка в семенах включены в дальнейшую оценку по урожайности. Использование современных ИК-анализаторов способствовало анализу семян сои без размола и проведение систематической работы на ранних этапах селекции сои

Ключевые слова: СОЯ, ВНУТРИСОРТОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА, ПАРАТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ, ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ, ВАРЬИРОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЕ, ИСХОДНЫЙ СОРТ, ЛИНИИ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-198-010>

UDC 633.853.52:631.5

4.1.2. Plant breeding, seed production and biotechnology (biological sciences, agricultural sciences)

### **INTRAVARIETAL VARIABILITY OF DOMESTICALLY BRED SOYBEAN VARIETIES BY SOKO COMPANY**

Zima Dmitry Evgenievich  
researcher  
[zde@co-ko.ru](mailto:zde@co-ko.ru)

*Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Rice", Russia, 350921, Krasnodar region, Krasnodar, p. Belozerny, 3  
Limited liability company "Soevyy kompleks", Russia, 350038, Krasnodar region, Krasnodar, Filatova, d.19/2*

The article presents the results of intravarietal selection for protein content in seeds of 5 soybean varieties of domestic selection by the SOKO company of different ripeness groups. The purpose of our study was to select soybean lines with a high protein content in the seeds and compare them with the original varieties according to the trait under study. Individual selection was carried out on seed crops of the SOKO company to analyze plants for protein content in seeds. During the study, it was found that intravarietal selection has the potential to improve existing varieties in terms of quality indicators. Four lines were identified that exceeded the original varieties in terms of protein content in seeds and were included in a further assessment of yield. The use of modern IR analyzers has facilitated the analysis of soybean seeds without grinding and systematic work in the early stages of soybean breeding

Keywords: SOYBEAN, INTRAVARIETY VARIATION, PROTEIN CONTENT, PARATYPIC VARIATION, GENETIC VARIATION, VARIATION, CHANGE, ORIGINAL VARIETY, LINES, IR ANALYZER

Соя является одной из главных зернобобовых культур в мире, которая широко используется в пищевой промышленности, животноводстве и фармацевтике. За последние 10 лет в Российской

<http://ej.kubagro.ru/2024/04/pdf/10.pdf>

Федерации посевные площади сои увеличились более чем в 2 раза. Формирование посевных площадей осуществлялся за счет двух основных кластеров, где главным лидером по темпам роста является Центральный федеральный округ, а Дальневосточный округ сокращает площади, занимаемые зернобобовой культурой в связи с перенасыщением севооборота [3].

Урожайность сортов сои в Российской Федерации в течении 10 лет увеличилась с 1,0 до 2,5 т/га. Однако это остается достаточно небольшим значением продуктивности в сравнении с мировыми показателями [3]. При этом сорта сои, районированные в Центральном федеральном округе, являются одними из самых северных сортов в мире [9].

За относительно короткий вегетационный период (90-115 дней) семена сои формируются 16-25 % жира, 34- 47 % белка с сбалансированным аминокислотным составом и более 20 % углеводов [4, 5, 6, 8]. Качество соевого белка значительно выше других сельскохозяйственных культур, а по биологической ценности приравнивается к белкам животного происхождения. Продукты переработки сои (жмых, шрот) непосредственно используется на корм животным, а также зеленая масса в свежем виде и в результате производства силоса [2]. Кроме того, при достаточном увлажнении заплата облиственных сортов сои могут служить зеленым удобрением [1, 2].

Активный рост производства сои привел к ужесточению требований со стороны перерабатывающих предприятий к качественным показателям семян. В нашей стране произошла дифференциация цен на закупаемое сырье по содержанию белка. Это привело к изменению списка используемых сортов в хозяйствах в сторону увеличения их числа с повышенным содержанием белка в семенах.

Современные сорта, широко возделываемые в производстве, представляют собой сортовые популяции, хорошо адаптированные к конкретным условиям выращивания и имеющие оптимальное соотношение урожайности зерна и его качества [6, 7, 9].

Сорта, районированные на Северном Кавказе, формируют не очень высокие показатели протеина в семенах – 37-40 %. Одной из главных задач селекционных центров является повышение содержания белка в семенах в среднем на 5 % [4, 5].

Одним из возможных способов улучшения уже имеющего сорта по качественным показателям является внутрисортовой отбор. Внутрисортовая изменчивость сортов сои представляет собой важный аспект, который позволяет провести улучшения сорта на этапах семеноводства, а также использовать лучшие линии в селекции растений. Необходимо проводить изучение биотипов, находящиеся в сортах-популяциях для поиска высокобелковых форм, наследующих признак [7].

Цель нашего исследования заключалась в отборе линий сои с повышенным содержанием белка в семенах, их сравнение с исходным сортами по исследуемому признаку.

### **Материал и методика.**

Внутрисортовая оценка сортов была проведена на селекционном поле компании «СОКО» в Динском районе, Краснодарского края в период 2018 - 2020 гг. Внутрисортовую изменчивость по содержанию белка изучали на отечественных сортах сои селекции компании «СОКО» Бара, Арлета, Спарта, Селекта 201 и Селекта 302. На семеноводческих посевах отбирали по 100 растений каждого сорта, анализировали их по содержанию белка в семенах. Лучшие растения по признаку высевали на отдельных делянках без повторности широкорядным способом. На каждой делянке отбирали и анализировали по 10 растений, для определения коэффициентов вариации и наследуемости. После пересева лучших линий

устанавливали фактическую реакцию на отбор лучших высокобелковых линий. Биохимический анализ семян проводили на ИК-анализаторе Bruker «Tango-R», все данные по содержанию белка представлена в пересчете на абсолютно сухое вещество.

**Результаты исследований и обсуждения.**

Анализ 100 растений сои по содержанию белка (Бара, Арлета, Спарта, Селекта 201 и Селекта 302) установил наличие значительной изменчивости по этому признаку у каждого сорта (табл. 1).

Таблица 1 – Изменчивость белковости семян сортов сои селекции ООО Компания «СОКО» 2018 – 2020 гг.

Сорт	Содержание белка в семенах, %		Разница между max и min, %	Среднее содержание белка, %	Коэффициент фенотипической вариации, %
	Min	Max			
Бара	36,1	43,6	7,5	39,9	4,6
Арлета	35,3	45,1	9,8	40,2	4,9
Спарта	33,1	41,9	8,8	37,5	5,1
Селекта 201	33,9	42,6	8,7	38,3	3,8
Селекта 302	32,8	40,3	7,5	36,6	4,0
Среднее	34,2	42,7	8,5	38,5	-

Следует отметить, что разница между максимальным и минимальным значением по сортам изменялась. Наибольшая разница между крайними значениями 9,8 % была установлена у сорта Арлета, при среднем содержании белка в 40,2 %. Минимальными значениями разницы были у сортов Бара и Селекта 302 – 7,5 %. У остальных сортов разница была близка к средней и составляла 8,7-8,8 %. Повышенное значение разницы между крайними значениями у отобранных растений свидетельствует о наличие внутрисортной изменчивости, несмотря на

длительную селекционную проработку сортов по фенотипическим признакам.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности проводить поиск линий с повышенным содержанием белка в семенах, что подтверждает коэффициент фенотипической вариации, варьирующий от 3,8 до 5,1 %. Наименьшим значением фенотипической вариации обладал сорт Селекта 201 – 3,8 %, в связи с чем можно предположить, что этот сорт является менее гетерогенным, чем остальные.

Из данных таблицы 1 вытекает вывод, что изучаемые сорта сои представлены гетерогенными популяциями и в них присутствует изменчивость по исследуемому признаку.

Однако для установления эффективности отбора по количеству протеина в семенах необходимо определить достоверность различий. Поэтому для определения степени наследования повышенного количества белка в семенах, между сортами сои была проведена оценка общей фенотипической изменчивости и ее составляющей. Путем соотношения генотипической вариации к фенотипической было определено соотношение наследуемости признака, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Наследуемость содержания протеина в семенах у сортов сои

Сорт	Изменчивость			Коэффициент наследуемости, $H^2$
	генотипическая, $S_g^2$	паратипическая, $S_n^2$	фенотипическая, $S_{\Phi}^2$	
Бара	0,56	3,31	3,87	0,20*
Арлета	0,97	4,23	5,20	0,11*
Спарта	0,91	3,48	4,38	0,18*
Селекта 201	0,42	2,65	3,07	0,13*
Селекта 302	1,37	2,18	3,55	0,45*

\*–  $p < 95\%$

Коэффициент наследуемости изменяется как по годам, так и по сортам. Наибольшее значение этого коэффициента установлено у сорта Селекта 302 и составляет 0,45. Остальные сорта сои обладали меньшим значением коэффициента наследуемости 0,11 – 0,20. В целом, пониженное значение коэффициента наследуемости в данном случае может быть объяснено тщательной селекцией и выравниванием признаков в линиях сои, а также отсутствием примеси других сортов.

Исследование показало, что на содержание белка в семенах сои больше всего влияет ненаследственная изменчивость. Паратипическая изменчивость, связанная с окружающей средой, оказывает более значительное влияние на формирование содержания белка в семенах, чем генотипическая изменчивость. В среднем природно-климатические условия на генотип влияют в пределах от 42 до 97%, в то время как генетическая изменчивость составляет в среднем 22%. Полученные данные указывают на то, что содержание белка в семенах сои является сильно варьирующим признаком, который может быть обусловлен как генетическими, так и факторами окружающей среды.

Значения коэффициента наследуемости подтверждают возможность проведения отборов линий с повышенным содержанием белка в семенах, но при этом необходимо учитывать паратипическую изменчивость признака по годам, которая в большей степени влияет на формирования протеина в семенах.

Выбранные линии сои с повышенным количеством белка в семенах, превышали исходные сорта стандарты на 0,7 – 2,9 % (табл.3). Наибольшее отклонение от стандарта наблюдалось у сорта Бара и Спарта 2,8 – 2,9 %. Наименьшее отклонение от стандарта было установлено у среднеспелого сорта Селекта 302, что составило 0,7 %.

Для подтверждения наследования признака в полевом опыте, отобраны 8 линий с наибольшими значениями протеина в семенах для их дальнейшего изучения.

Таблица 3 –Содержания белка отобранных линий сои в 2019 г.

Сорта	Содержание белка, %		Отклонение, %
	исходного сорта	отобранных линий	
Бара	38,3	41,2	2,9
Арлета	38,8	40,0	1,2
Спарта	34,5	37,3	2,8
Селекта 201	37,9	39,1	1,2
Селекта 302	38,2	38,9	0,7
Среднее	37,5	39,3	1,8

Основываясь на результатах проведенных исследований в 2018 – 2020 гг., были выделены линии, которые сохраняли повышенные значение белковости в течении двух лет. Линии под номерами 2948, 2951, 2954, 2956, 2959, 2961, 2964, 2968 сформировали белка в семенах больше, чем исходные сорта. Однако превышение не всегда было достоверным из восьми линий сои только пять достоверно превысили исходные сорта более чем 1,5 %. Наибольшие отклонения были установлены у линий под номерами 2948, 2951 и 2964, что составляло 1,8–2,4 %.

Полученные данные подтверждают, что возможно проведение индивидуальных отборов в популяции сортов для поиска линий с повышенным содержанием белка. Перспективные четыре линии сои являются практическим подтверждением выше сказанного. Наличие генетического разнообразия внутри сорта позволило увеличить содержание белка в семенах новых линий в пределах 1-2 % (табл.4).

Таблица 4 – Перспективные линии сои с повышенным содержанием белка, выделенные из исходных сортов сои в 2019-2020 гг.

Материал	Содержание белка, %		Среднее за 2 года, %
	2019	2020	
Бара (st)	38,3	39,5	38,9
Линия № 2948	40,7	40,6	40,7
Линия № 2951	41,3	41,2	41,3
Арлета (st)	38,8	39,0	38,9
Линия № 2954	39,9	39,9	39,9
Линия № 2956	40,1	39,6	39,9
Спарта (st)	34,5	36,9	35,7
Линия № 2959	37,0	36,6	36,8
Линия № 2961	37,5	37,3	37,4
Селекта 201 (st)	37,9	37,3	37,6
Линия № 2964	38,9	39,8	39,4
Селекта 302 (st)	38,2	38,2	38,2
Линия № 2968	38,2	37,7	38,0
НСР <sub>05</sub>			1,5

Полученные данные подтверждают, что улучшающий отбор по содержанию белка возможен по всем сортам сои, так как при их выведении основное внимание уделялось выравненности по видимым и легко определяемым признакам. Однако контроль содержания белка и его выравненностью в семенах на начальных этапах селекционного процесса не проводился из-за сложности проводимого анализа. Это позволяет улучшать сорта сои по содержанию белка в семенах, особенно если последний отбор исходных растений проведен в 3-4 поколениях.

Использование современных ИК-анализаторов, позволяющих проводить биохимический анализ семян без размола, в свою очередь позволяет вести более систематическую работу на качественные показатели.

Внутрисортовой отбор можно использовать для улучшения уже районированных сортов по отдельным признакам (содержание белка и масла и др.) за короткий срок.

### **Выводы.**

1. Проведение внутрисортового отбора на сортах компании «СОКО» с целью повышения содержания белка в семенах возможен и имеет определенную перспективу по улучшению хозяйственно-ценных признаков.

2. Выделены 4 линий сои превышавшие исходные сорта по содержанию белка более 1,5 процентов. Линии под номерами 2948, 2951, 2961, 2964 включены в дальнейшую оценку по урожайности.

3. Использование современных ИК-анализаторов способствовало анализу семян сои без размола и проведение систематической работы по отбору лучших растений на ранних этапах селекции сои.

4. На содержание белка в семенах сои в большей степени влияет паратипическая изменчивость, однако необходимо учитывать и генетическую изменчивость, хотя ее значения намного ниже.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Баранов В.Ф. Реакция сортов сои Альба и Славия на способ посева / Баранов В.Ф., Махонин В.Л., Корреа Уго Аламиро Торо // Масличные культуры. – №. 1 (146-147). – 2011. – С. 67-72.

2. Баранов, В.Ф. Добрая культура (Научно-популярный очерк о сое) / В.Ф. Баранов// - Краснодар: Советская Кубань, 2002. – 80 с.

3. Векленко В.И. Современное состояние и прогноз развития производства сои в курской области / В.И. Векленко, О.В. Пигорева, К.В. Кузьминов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – №2. – С. 160-165.

4. Кочегура А. В. Селекция сои на повышение содержания белка в семенах и снижение его антиферментной активности. Технологические свойства новых гибридов и сортов масличных и эфиромасличных культур. /А. В. Кочегура, С. В. Зеленцов // Научно-технические аспекты производства экологически чистых масел, белковых

продуктов с высокими потребительскими качествами. Сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. ВНИИМК. – Краснодар, 2003. – С. 111-115.

5. Кочегура А. В. Селекционно-генетическое улучшение сои по биохимическим признакам семян / Кочегура А. В., Зеленцов С. В., Мошненко Е. В., Петибская В. С. // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2005. – №2 (133). – С. 36-47.

6. Мякушко Ю.П. Соя М.: Колос, 1984. – 330 с.,

7. Мякушко Ю.П. Роль внутрисортной изменчивости в селекции сои на повышенное содержание жира и протеина // Докл. ВАСХНИЛ. – 1968. – № 7. – С. 17-18.

8. Петибская В.С. СОЯ: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ/ Под редакцией академика РАСХН, д-ра с.х. наук В.М. Лукомца. - Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432с.

9. Создание сортов сои северного экотипа и интродукция ее в Нечерноземную зону России / Г. С. Посыпанов, Т. П. Кобозева, В. П. Мухин и др. // Известия ТСХА. – 2007. – №1. – С.73-78.

#### REFERENCES

1. Baranov V.F. Reakciya sortov soi Al'ba i Slaviya na sposob poseva / Baranov V.F., Mahonin V.L., Korrea Ugo Alamiro Toro // Maslichnye kul'tury. – №. 1 (146-147). – 2011. – S. 67-72.

2. Baranov, V.F. Dobraya kul'tura (Nauchno-populyarnyj ocherk o soe) / V.F. Baranov// - Krasnodar: Sovetskaya Kuban', 2002. – 80 s.

3. Veklenko V.I. Sovremennoe sostoyanie i prognoz razvitiya proizvodstva soi v kurskoj oblasti / V.I. Veklenko, O.V. Pigoreva, K.V. Kuz'minov // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2023. – №2. – S. 160-165.

4. Kochegura A. V. Selekcija soi na povyshenie soderzhaniya belka v semenah i snizhenie ego antifermentnoj aktivnosti. Tekhnologicheskie svojstva novyh gibrinov i sortov maslichnyh i efiromaslichnyh kul'tur. /A. V. Kochegura, S. V. Zelencov // Nauchno-tehnicheskie aspekty proizvodstva ekologicheski chistyh masel, belkovyh produktov s vysokimi potrebitel'skimi kachestvami. Sb. dokl. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. VNIIMK. – Krasnodar, 2003. – S. 111-115.

5. Kochegura A. V. Selekcionno-geneticheskoe uluchshenie soi po biohimicheskim priznakam semyan / Kochegura A. V., Zelencov S. V., Moshnenko E. V., Petibskaya V. S. // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' VNIIMK. – 2005. – №2 (133). –С. 36-47.

6. Myakushko YU.P. Soya M.: Kolos, 1984. – 330 s.,

7. Myakushko YU.P. Rol' vnutrisortovoj izmenchivosti v selekcii soi na povyshennoe soderzhanie zhira i proteina // Dokl. VASKHNIL. – 1968. – № 7. – S. 17-18.

8. Petibskaya V.S. SOYA: HIMICHESKIJ SOSTAV I ISPOL'ZOVANIE/ Pod redakciej akademika RASKHN, d-ra s.h. nauk V.M. Lukomca. - Majkop: ОАО «Poligraf-YUG», 2012. – 432s.

9. Sozdanie sortov soi severnogo ekotipa i introdukcija ee v Nechernozemnyuyu zonu Rossii / G. S. Posypanov, T. P. Kobozeva, V. P. Muhin i dr. // Izvestiya TSKHA. – 2007. – №1. – S.73-78.