

УДК 633. 34:575.224(470.0)

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН СОИ СЕВЕРНОГО ЭКОТИПА

*М.Е. Бельшикина, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
тел.: 8 (903) 271-31-05; e-mail: vimsoya@yandex.ru
ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»*

Ключевые слова: соя, северный экотип, белок, жир, технология возделывания сои.

В статье приведены результаты исследований по изучению аминокислотного и жирно-кислотного состава семян сортов сои северного экотипа Магева, Светлая, Касатка и Георгия. Белок сои северного экотипа характеризуется высоким содержанием суммы незаменимых аминокислот – 60–68%, в том числе лизина – 7,8–8,1%, триптофана – 4,7–4,9%. В жире было выявлено преимущественное содержание полиненасыщенной линолевой кислоты – от 34,9% (Георгия) до 51,4% (Магева), в меньшем количестве – насыщенной стеариновой и полиненасыщенной линоленовой кислот. По содержанию белка и количеству ненасыщенных жирных кислот, а также соотношению линолевой и линоленовой кислот лучшим был сорт Светлая, который в полной мере отвечает требованиям к пищевым сортам сои.

Введение. Важнейшей задачей современного экономического развития России является обеспечение продовольственной безопасности страны, ликвидации зависимости от зарубежных товаропроизводителей. Мировой опыт показывает, что эту задачу можно решать за счет увеличения валового производства сельскохозяйственных культур, в том числе – с высоким содержанием белка и жира – зернобобовых, рапса, подсолнечника, нута и амаранта. Среди всех перечисленных культур господствующее положение в мире занимает соя, в состав белков которой входят незаменимые аминокислоты в пропорциях, близких к животным белкам, и которые после термической обработки, разрушающей ингибиторы протеаз, усваиваются на 86–95% [5, 9, 10].

Благодаря реализации Целевой отраслевой программы «Развитие производства и переработки сои в Российской Федерации на период 2014–2020 гг.», в 2019 г. уборочная площадь под соей в России достигла 2,5 млн га, а валовой сбор составил 4,3 млн т [13].

В связи с этим представляет несомненный практический интерес дальнейшее создание и внедрение новых сортов сои северного экотипа. Наиболее перспективными из которых в настоящее время являются сорта Магева, Светлая, Касатка и новый сорт Георгия. Это высокотехнологичные сорта зернового направления с потенциальной урожайностью 2,5–3,5 т/га, содержанием белка в семенах до 46% и жира – до 20% могут использоваться и как источник высокоценного масла, обогащенного незаменимыми полиненасыщенными жирными кислотами [2].

С посевного гектара можно получить от 300 до 1200 кг чистого полноценного белка. Соевый белок идеально балансирует пищевые и кормовые рационы при регулярном скармливании соевого шрота скоту [12]. Масло сои по биологической ценности и качеству превосходит масло горчицы, рапса, льна, подсолнечника и оливковое. В его состав входят триглицериды, состоящие из глицерина и жирных кислот, с преобладанием ненасыщенных жирных кислот (86–87% общего количества), токоферолы (α , β , γ , δ), фосфолипиды. В соевом масле в 2 раза больше лецитина, чем в сухом коровьем молоке, а по соотношению линолевой (незаменимой) и линоленовой кислот оно соответствует стандарту ФАО [8].

Целью исследований явилась оценка биохимического состава семян сои северного экотипа.

Материалы и методы исследования. Выполнен биохимический анализ семян сортов сои Магева, Светлая, Касатка и Георгия. Исследуемые семена были получены в 2017–2018 гг. в селекционном питомнике Института семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального научного центра ВИМ. Почва участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу, $\text{pH}_{\text{сол}}$ – 5,18, содержание органического вещества – 5,2%. Содержание подвижного фосфора – 312,9 мг/кг почвы, подвижного калия – 156,5 мг/кг почвы, азота нитратного – 5,54 мг/кг почвы. Метеорологические условия были близкими к среднемноголетним.

Биохимический анализ семян сои проводился в лаборатории исследований технологических свойств сельскохозяйственных материалов Федерального научного центра ВИМ. Определение аминокислотного состава семян сои проводилось с использованием монохроматорного анализатора NIRS™ DS2500 F (Foss) методом спектроскопии в ближнем ИК-диапазоне (850–2500 нм). Определение жирно-кислотного состава масел семян сои проводилось на газовом хроматографе ShimadzuGC-2014 с пламенно ионизационным детектором. Идентифи-

кация компонентного состава масел проводилась по коэффициентам удерживания в сравнении с образцами чистых веществ. Количество каждого компонента рассчитывали относительно общей площади пиков (общая площадь пиков принималась за 100%). Статистический анализ результатов проводили с использованием приложения Microsoft Excel и статистического пакета IBMSPSSStatistics.

Результаты и их обсуждение. Содержание белка и жира в семенах сои в Нечерноземной зоне Российской Федерации может варьировать в зависимости от условий вегетационного периода [3, 4, 8]. В условиях средней полосы России каждый второй год характеризуется неблагоприятными для сои погодными условиями, чаще всего растения страдают от недостатка влаги [7]. Как правило, период недостаточного увлажнения приходился на бутонизацию, цветение и созревание сои, что приводит к снижению содержания белка в семенах, при этом содержание масла и углеводов возрастает [1,14]. Из-за уменьшения количества бобов на растении, сбор масла с урожаем уменьшается в 2–4 раза.

Учеными ВНИИМК имени В.С. Пустовойта [11] разработана классификация сортов сои по биохимическим показателям жира (табл. 1). Согласно этой классификации, все сорта делятся на две группы: традиционные и пищевые. Пищевые сорта характеризуются повышенным содержанием белка (45,2%) и пониженным – жира (17,8%), соотношение полиненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой составляет 5,5. Традиционные сорта содержат меньше белка – 37,9%, больше жира – 23,2%, а соотношение линолевой и линоленовой жирных кислот составляет в среднем 7,7.

Согласно приведенной классификации, сорта сои северного эко-типа занимают промежуточное положение между традиционными и пищевыми. По содержанию белка они превосходят традиционные, но несколько уступают пищевым. При благоприятных климатических условиях года и применении некоторых агрохимических приемов удавалось достичь содержания белка в сое на уровне 45%. Полученные результаты являются подтверждением, что эти сорта вполне могут использоваться на пищевые цели, для получения соевых продуктов, а также обогатить корма для животных в качестве ценной белковой составляющей.

В задачи исследований входило определение жирно-кислотного состава масла, соотношения насыщенных (пальмитиновая, стеариновая) и ненасыщенных: моно- (олеиновая) и полиненасыщенных (линолевая, линоленовая) жирных кислот. Так, было выявлено преимущественное содержание в семенах сои полиненасыщенной линолевой

Таблица 1 – Сравнительная оценка биохимических показателей традиционных сортов и сортов сои северного экотипа

Показатель	Традиционные сорта (по Петибской)	Пищевые сорта	Сорта северного экотипа			
			Магева	Светлая	Касатка	Геоorgia
Содержание жира, %	23,2	17,8	17,5 ± 1,25	17,7 ± 0,94	18,5 ± 1,14	18,5 ± 1,23
Содержание белка, %	37,9	45,2	38,9 ± 1,53	41,2 ± 1,22	39,2 ± 1,82	39,3 ± 1,35
Доля жирных кислот в масле, %: насыщенных	12,8	13,8	23,2	24,4	22,0	35,6
мононенасыщенных	24,8	20,0	20,0	19,8	21,6	23,9
полиненасыщенных	61,8	66,5	56,8	55,8	56,2	40,5
Отношение – линолевая: линоленовая кислота	7,7	5,5	9,3	5,3	9,4	6,7

Таблица 2 - Жирно-кислотный состав семян сортов сои северного экотипа, %

Сорт	Пальмитиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линоленовая
Магева	19,0	3,9	19,7	51,4	5,5
Светлая	20,2	4,5	20,1	46,8	8,8
Касатка	17,6	3,9	21,8	51,0	5,4
Геоργия	30,1	5,5	24,2	34,9	5,2
НСР ₀₅	3,63	1,25	2,67	8,43	1,76

кислоты, ее количество в зависимости от сорта колебалось в среднем от 34,9% (Геоργия) до 51,4% (Магева). В наименьшем количестве оказалось содержание насыщенной стеариновой и полиненасыщенной линоленовой кислот (табл. 2).

В результате сопоставления жирно-кислотного состава сортов сои северного экотипа и группы сортов, условно относящихся к традиционным и пищевым, было выявлено, что содержание ненасыщенных жирных кислот, особенно мононенасыщенных, у исследуемых сортов ниже, чем у традиционных и больше соответствует пищевым (табл. 1). В то же время, по соотношению линолевой и линоленовой кислот сорта северного экотипа превосходят традиционные сорта и приближаются к пищевым. Так, например, сорт сои северного экотипа Светлая по этому соотношению соответствуют лучшим пищевым сортам.

Аминокислотный состав белка в целом определяется генотипом сорта, поэтому данный признак маловариабелен [6]. Сорта сои северного экотипа характеризуются высоким содержанием незаменимых аминокислот в семенах, их доля в белковом комплексе составила 63,10–63,98 %, в том числе гистидина (7,2–7,7%), лизина (7,7–7,8%), триптофана (4,6–4,9%), аргинина (8,4–8,8%), треонина (более 4,0%), фенилаланина (3,5%).

Изучаемые сорта характеризуются не только повышенным содержанием белка, но и хорошим составом незаменимых аминокислот. По этому показателю они зачастую превосходят традиционные и пищевые сорта. По содержанию метионина (0,50–0,53%), треонина (1,41–1,47%) и триптофана (0,28–0,30%) межсортных различий выявлено не было. Несколько большее, чем у других сортов, количество лизина было отмечено у сортов Магева (1,27%) и Касатка (1,28%) (табл. 3). В 100 г семян

Таблица 3 - Аминокислотный состав семян (%) сортов сои

Аминокислоты	Светлая	Магева	Окская	Георгия	В среднем
Незаменимые					
Лизин	7,78	7,76	7,82	7,84	7,80
Триптофан	4,72	4,64	4,86	4,94	4,78
Гистидин	7,66	7,20	7,32	7,74	7,48
Аргинин	8,46	8,72	8,74	8,85	8,69
Метионин + цистеин	0,94	0,85	0,85	0,82	0,87
Треонин	4,33	4,27	4,22	4,39	4,30
Валин	10,02	9,78	9,62	9,42	9,72
Фенилаланин	3,55	3,58	3,54	3,49	3,54
Лейцин	9,71	9,84	9,75	9,84	9,79
Изолейцин	6,80	6,54	6,69	6,69	6,70
Сумма незаменимых	63,98	63,10	63,44	63,90	63,62
Заменимые					
Аспарагиновая	11,90	12,00	11,92	12,00	11,96
Глутаминовая	17,72	17,58	17,70	17,62	17,65
Серин	3,25	3,32	3,32	3,36	3,32
Пролин	6,56	6,58	6,56	6,58	6,58
Глицин	7,82	7,57	7,54	7,42	7,59
Тирозин	3,18	3,18	3,22	3,35	3,24
Сумма заменимых	50,44	50,26	50,29	50,35	50,32
Отношение – незаменимые/ заменимые	1,27	1,26	1,26	1,27	1,26

сое содержится 32% от суточной потребности взрослого человека в лизине, 18% – в метионине, 49% – в треонине и 30% – в триптофане.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что соя является перспективной культурой в Центральном Нечерноземье. Соя северного экотипа соответствует традиционным сортам по содержанию белка. Содержание жира в семенах изучаемых сортов варьирует в среднем от 17,5% (Магева) до 18,5% (Георгия). Содержание ненасыщенных жирных кислот, особенно мононенасыщенных, у сортов сои северного экотипа ниже, чем у традиционных сортов, но в то же время по соот-

ношению линолевой и линоленовой кислот они превосходят традиционные сорта, а Светлая по этому показателю соответствует пищевым сортам. Анализ качественной составляющей соевого жира наряду с повышенным содержанием белка дает основание рекомендовать сорта сои северного экотипа не только на кормовые, технические, но и на пищевые цели.

Библиографический список:

1. Антонов С.И., Ермолина О.В. Изучение взаимосвязи содержания белка и жира в семенах сои // Научное обеспечение стабильности производства зерновых и кормовых культур: материалы научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2008. - С. 227–232.
2. Бельшикина М.Е. Динамические параметры формирования урожая раннеспелых сортов сои в условиях Центрального Нечерноземья / Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4 (44). - С. 77–84.
3. Головина Е.В., Зотиков В.И. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях центрально-черноземного региона РФ: Монография. – Орел: ООО Полиграфическая фирма «Картуш», 2019. - С. 46-57.
4. Дозоров А.В., Ермошкин Ю.В. Влияние сроков и способов посева сои на качество выращиваемой продукции / Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 1. - С. 44–45.
5. Зайцев Н.И., Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Масличные культуры: Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур, 2016. № 2 (166). - С. 3–11.
6. Зеленцов С.В. Экспрессия некоторых биохимических признаков семян сои в филогенезе подрода *Soja* (Moench) F.J. Herm // Материалы XI съезда Русского Ботанического Общества. М. 2003. Т. 2. - С. 25–26.
7. Кобозева Т.П. Создание сои северного экотипа и интродукция ее в Нечерноземную зону России // М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2007. - 123 с.
8. Литвиненко О.В., Скрипко О.В., Покотило О.В. Исследование особенностей аминокислотного и жирнокислотного состава семян сои Амурской селекции // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 6. - С. 29–32.
9. Лукомец В.М., Кочегура А.В., Баранов В.Ф., Махонин В.Л. Соя в России – действительность и возможность // ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта Россельхозакадемии. Краснодар, 2013. - 99 с.

10. Методические рекомендации 2.3.1.24.32-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ. М.: Изд-во стандартов, 2008. - С. 6–7.
11. Петибская В.С. Биохимические особенности пищевых сортов сои // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005–2010 гг. Краснодар: ГНУ ВНИИМК имени В.С. Пустовойта. 2004. - С. 94–102.
12. Попова Н.П., Бельшкينا М.Е., Кобозева Т.П. Особенности белкового комплекса семян сои северного экотипа / Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. - С. 104–108.
13. Целевая отраслевая программа «Развитие производства и переработки сои в Российской Федерации на период 2014–2020 гг.». (Соя России). М: Минсельхоз России, 2014. - 89 с.
14. Tamagno S., Balboa G.R., Assefa Y., Ciampitti I.A., Kovács P., Casteel S.N., Salvagiotti F., García F.O., Stewart W.M. Nutrient partitioning and stoichiometry in soybean: a synthesis-analysis // Field Crops Research. 2017. Vol. 200. Pp. 18–27.

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SOYBEAN SEEDS OF THE NORTHERN ECOTYPE

Belyshkina M.Ye.

Key words: *soybean, Northern ecotype, protein, fat, soybean cultivation technology.*

The article presents the results of studies on the amino acid and fatty acid composition of seeds of soybean varieties of the northern ecotype Mageva, Svetlaya, Kasatka and George. The soy protein of the northern ecotype is characterized by a high content of the sum of essential amino acids – 60–68%, including lysine – 7.8–8.1%, tryptophan – 4.7–4.9%. In fat, a predominant content of polyunsaturated linoleic acid was detected – from 34.9% (George) to 51.4% (Magueva), in a smaller amount – saturated stearic and polyunsaturated linolenic acids. In terms of protein content and the amount of unsaturated fatty acids, as well as the ratio of linoleic and linolenic acids, the best variety was Svetlaya, which fully meets the requirements for food grade soybeans.