

Сергей Евгеньевич Низкий

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, старший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, кандидат биологических наук, доцент, Благовещенск, Россия, agrofak06@mail.ru

Галина Александровна Кодирова

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ведущий научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции, кандидат технических наук, Благовещенск, Россия, kodigalya@mail.ru

Галина Викторовна Кубанкова

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, старший научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции, Благовещенск, Россия, kgv.galina@mail.ru

ОЦЕНКА СОРТОВ СОИ АМУРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЛИЗИНА

Цель исследований – оценка содержания лизина – ценной и важной для пищевых и кормовых целей аминокислоты в составе белка соевого зерна у сортов, выведенных во ВНИИ сои за 2003–2020 гг. Лизин – это первая из лимитирующих аминокислот, которые необходимы для нормального обмена белков, поступающих с пищей и кормами. Если данной аминокислоты недостаточно, то независимо от количества белка, который попадает в организм, он не будет нормально усваиваться. Сравнительно высокая потребность в нем (3–5 г в сутки для человека) делает его одной из наиболее важных незаменимых аминокислот. Большое содержание этой аминокислоты отмечается в амаранте и в бобовых культурах, особенно в сое. Главной задачей исследований является определение наиболее подходящих сортов для создания высоколизинных пищевых продуктов и кормовых добавок. Лабораторные исследования аминокислотного состава белка сои проведены в 2018–2020 гг. в испытательной лаборатории института методом диффузного отражения света в инфракрасной области спектра на ИК-сканере модели FOSS NIRSystems 5000. Установлено, что содержание лизина в белке зерна сои амурских сортов колеблется от 6,0 до 6,3 %, что существенно выше, чем в сортах европейской российской селекции. У всех изученных сортов селекции института высокий аминокислотный индекс по лизину – от 109 до 113 %, что значительно превышает стандарт FAO/WHO. Самые высокие показатели по содержанию этой важной и ценной для питания аминокислоты отмечены для скороспелого сорта Кружевница (6,3 %). Такие показатели позволяют отнести этот сорт к разряду высоколизинных и рекомендовать его для приготовления высококачественных пищевых продуктов и кормовых добавок растительного происхождения.

Ключевые слова: соя, сорта, белок, лизин, аминокислотный индекс, пищевые продукты, кормовые добавки.

Sergey E. Nizky

All-Russian Research Institute of Soybeans, Senior Researcher, Laboratory of Plant Physiology, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Blagoveshchensk, Russia, agrofak06@mail.ru

Galina A. Kodirova

All-Russian Research Institute of Soybeans, Leading Researcher, Laboratory of Agricultural Products Processing, Candidate of Technical Sciences, Blagoveshchensk, Russia, kodigalya@mail.ru

Galina V. Kubankova

All-Russian Research Institute of Soybeans, Senior Researcher, Laboratory of Agricultural Products Processing, Blagoveshchensk, Russia, kgv.galina@mail.ru

AMUR BREEDING SOYBEAN VARIETIES EVALUATION FOR LYSINE CONTENT

The aim of research is to assess the content of lysine, a valuable and important amino acid for food and feed purposes, in the composition of soybean protein in varieties bred at the All-Russian Soybean Research Institute in 2003–2020. Lysine is the first of the limiting amino acids that are required for the normal metabolism of proteins from food and feed. If this amino acid is not enough, then regardless of the amount of protein that enters the body, it will not be digested normally. The relatively high need for it (3–5 g per day for a person) makes it one of the most important essential amino acids. A high content of this amino acid is found in amaranth and legumes, especially soybeans. The main task of research is to determine the most suitable varieties for the creation of high-lysine food products and feed additives. Laboratory studies of the amino acid composition of soy protein were carried out in 2018–2020 in the testing laboratory of the Institute by the method of diffuse reflection of light in the infrared region of the spectrum on an IR-scanner model FOSS NIRSystems 5000. It was found that the content of lysine in the grain protein of soybeans of Amur varieties ranges from 6.0 to 6.3 %, which is significantly higher than in varieties of European Russian selection. All studied varieties of the Institute's breeding have a high amino acid index for lysine – from 109 to 113 %, which significantly exceeds the FAO/WHO standard. The highest rates for the content of this important and nutritious amino acid were noted for the early ripening variety Kruzhevitsa (6.3 %). Such indicators make it possible to classify this variety as high-lysine and recommend it for the preparation of high-quality food products and feed additives of plant origin.

Keywords: soybeans, varieties, protein, lysine, amino acid index, food products, feed additives.

Введение. Лизин – алифатическая аминокислота с выраженными свойствами основания (2,6-диаминогексановая кислота). Лизин принадлежит к группе диамино-, или двусосновых аминокислот, которые содержат две аминокислотные группы [1]. По степени гидрофобности лизин относится к группе высокогидрофильных аминокислот [2]. Как и другие алифатические аминокислоты, в организме животных и человека она не синтезируется и является абсолютно незаменимой аминокислотой [3]. Лизин является первой из лимитирующих аминокислот, которые необходимы для нормального обмена белков, поступающих с пищей [4]. Если данной аминокислоты недостаточно, то независимо от количества белка, который попадает в организм, он не будет нормально усваиваться, что приводит к утомляемости, усталости и слабости, плохому аппетиту, замедлению роста и снижению массы тела, неспособности к концентрации, раздражительности, кровоизлияниям в глазное яблоко, потере волос, анемии и проблемам в репродуктивной сфере [5]. Лизин принимает участие в усвоении кальция, что необходимо для роста мышечной ткани, является важным элементом для поддержания иммунной системы [6]. Сравнительно высокая потребность в нем (3–5 г в сутки для человека) делает его одной из наиболее важных незаменимых аминокислот. Его недостаток в питании приводит к уменьшению числа эритроцитов и снижению гемоглобина,

возникновению дистрофических изменений в мышцах, в печени и в легких, нарушению кальцификации костей [2]. Кормовые добавки с добавлением лизина широко используются в животноводстве, что позволяет увеличить привес животных и птицы на 10–30 %, повысить надой молока на 12 %, увеличить яйценоскость кур на 10 % [7, 8]. При этом следует отметить, что лизин является дефицитной аминокислотой для белков злаковых культур, поэтому его недостаток – основная причина пониженной ценности растительных кормов [9]. Большое содержание этой аминокислоты отмечается в амаранте и в бобовых культурах, особенно в сое [10]. Употребление всего 150–250 г семян этой культуры может полностью удовлетворить суточную потребность многих сельскохозяйственных животных в этой аминокислоте при отсутствии других источников белка в рационе, в то время как семян зерновых культур потребуется для этого в 5–7 раз больше [11]. Данный факт делает актуальным проведение исследований по установлению сортов сои с повышенным содержанием лизина в аминокислотном составе белка.

Цель исследований. Оценка белка соевого зерна разных сортов амурской селекции, выведенных во ВНИИ сои за 2003–2020 гг., по содержанию в них лизина.

Задачи исследований: определение наиболее подходящих сортов, пригодных для создания высоколизиновых продуктов и кормовых

добавок, обладающих повышенной пищевой и кормовой ценностью.

Объект и методы исследований. Объектом исследований служили сорта сои, полученные в ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои с 2003 по 2020 г. В течение всего этого периода в испытательной лаборатории института проводились анализы и устанавливалось содержание белка и его аминокислотный состав в зерне сои как для селекционной коллекции в целом, так и для сортов, передаваемых в госсортоиспытание. Результаты этих анализов для сортов, районированных и включенных в Госреестр селекционных дости-

жений по состоянию на 2020 г., взяты за основу проведенных исследований. Оценивались данные по аминокислотному составу 24 сортов. В таблице 1 приведены сведения с указанием года регистрации сорта и годов, в течение которых проводились анализы на установление содержания белка и его аминокислотного состава. Таким образом, в исследовании оценивались в основном трехлетние данные, за исключением трех сортов, районированных в 2019 г. (Топаз, Сентябринка и Золушка). По этим сортам учтены данные за 2 года.

Таблица 1

Сорта сои, полученные в ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои за 2003–2020 гг. и включенные в Государственный реестр селекционных достижений [12]

Сорт сои	Год госрегистрации сорта	Годы проведения анализов
Гармония	2003	2017–2019
Даурия	2003	2017–2019
Лидия	2005	2017–2019
Лазурная	2009	2017–2019
Грация	2010	2017–2019
Статная	2010	2017–2019
МК 100	2011	2017–2019
Персона	2013	2017–2019
Нега 1	2013	2017–2019
Евгения	2014	2017–2019
Алена	2014	2017–2019
Бонус	2014	2017–2019
Умка	2015	2017–2019
Пепелина	2016	2017–2019
Китросса	2016	2017–2019
Куханна	2017	2017–2019
Лебедушка	2017	2017–2019
Интрига	2017	2017–2019
Кружевница	2018	2018–2020
Журавушка	2018	2018–2020
Невеста	2018	2018–2020
Топаз	2019	2019–2020
Сентябринка	2019	2019–2020
Золушка	2019	2019–2020

Анализы проводились в 3 аналитических повторениях. Математическая обработка данных осуществлялась в программе Statistica 10.

В год проведения анализов образцы семян отбирались из коллекционных питомников опытного поля лаборатории селекции сои

(с. Садовое Тамбовского р-на Амурской области) после уборки урожая. Содержание белка в зерне и его аминокислотный состав определяли методом диффузного отражения света в инфракрасной области спектра на ИК-сканере модели FOSS NIRSystems 5000 (Дания). Для определе-

ния белка использовали стандартные калибровочные уравнения фирмы FOSS Analytical A/S. Калибровочные уравнения для установления состава аминокислот разрабатывали в 2009–2010 гг. в аналитической группе ВНИИ сои [13]. При этом в качестве эталонов использовали образцы зерна сои, аминокислотный состав которых был ранее изучен методом жидкостной хроматографии с применением автоматического анализатора аминокислот LKB 01 (Швеция) [14].

Результаты исследований и их обсуждение. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН совместно с Всемирной организацией здравоохранения разработали стандарт «идеального белка» (стандарт FAO/WHO) для оценки пищевой и биологической ценности белков в пищевых и кормовых

продуктах [15, 16]. Чтобы оценить качество белка того или иного продукта, надо сравнить содержание в нем аминокислот с аминокислотным составом «идеального белка» и рассчитать аминокислотный индекс (Скор), который представляет собой отношение количества аминокислоты в белке продукта к количеству этой же аминокислоты в «идеальном белке», выраженное в процентах. Для лизина аминокислотный индекс установлен в размере 5,5 г на 100 г белка (5,5 %). В таблице 2 приведены данные по содержанию белка и лизина в аминокислотном спектре зерна сои, полученные в аналитической группе ФГБНУ ВНИИ сои при исследовании биохимического состава новых и перспективных сортов.

Таблица 2

Содержание белка (% от сухого вещества), лизина в белке (% от суммы аминокислот) и его аминокислотный индекс (% от стандарта FAO/WHO) в сортах сои селекции ВНИИ сои (среднее за 2018–2020 гг.)

Сорт сои	Белок	Лизин	Аминокислотный индекс
1	2	3	4
Ультраскороспелые сорта			
Топаз	40,8	6,2	112,7
Скороспелые сорта			
Лидия	40,2	6,1	110,9
Грация	39,3	6,2	112,7
Статная	39,3	6,0	109,0
Умка	39,5	6,2	112,7
Кружевница	40,1	6,3	114,5
Сентябринка	42,3	6,1	110,9
Среднее	39,6	6,2	
Коэффициент парной корреляции Пирсона		-0,10	
Среднеспелые сорта			
Гармония	38,6	6,1	110,9
Персона	39,4	6,1	110,9
Даурия	38,8	6,2	112,7
Пепелина	39,1	6,1	110,9
Куханна	41,3	6,2	112,7
Лазурная	40,1	6,2	112,7
МК 100	38,4	6,2	112,7
Евгения	38,7	6,0	109,0
Нега 1	39,1	6,2	112,7
Китросса	38,9	6,2	112,7
Лебедушка	39,5	6,2	112,7
Журавушка	38,5	6,2	112,7

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Невеста	40,1	6,1	110,9
Интрига	39,4	6,1	110,9
Золушка	39,3	6,1	110,9
Среднее	39,2	6,2	
Коэффициент парной корреляции Пирсона		+0,12	
Позднеспелые сорта			
Алена	38,4	6,1	110,9
Бонус	39,0	6,2	112,7
Среднее	38,7	6,1	
Критический диапазон различий ($CR_{0,95}$)	0,91	0,06	

По данным С.В. Бобкова с соавторами [17], содержание лизина в запасных белках зерна сои селекции регионов европейской части РФ колеблется от 3,3 до 5,7 % к общему составу аминокислот. Только в небольшом количестве этих сортов содержание лизина соответствует стандарту FAO/WHO. Сорта селекции ВНИИ сои, согласно данным таблицы 2, существенно превышают сорта европейской российской селекции, как и в целом стандарт FAO/WHO по лизину. Содержание лизина в белке зерна амурских сортов сои колеблется от 6,0 до 6,3 %, при этом у сортов института хороший аминокислотный индекс по лизину (> 100 %). Принято считать, что содержание лизина в количестве 6,3 % от общего количества аминокислот или 5,9 мг/100 г белка характеризует белки сои как высоколизинные, повышающие значение культуры в кормовых смесях для сельскохозяйственных животных [18]. Самое высокое содержание лизина установлено у сорта Кружевница (6,3 %), что позволяет отнести этот сорт к разряду высоколизинных и рекомендовать его для приготовления высококачественных пищевых продуктов и кормовых добавок. Сорт Кружевница принадлежит к скороспелым сортам (период вегетации 99–106 дней) [12]. Данный сорт рекомендован для возделывания в самых разных регионах Российской Федерации. Различий в содержании лизина в зависимости от скороспелости сортов не установлено.

В целом полученные данные по содержанию лизина в разных сортах ВНИИ сои отличаются высокой стабильностью, что подтверждается показателем критических различий, который не превышает значение 0,1. Среднее содержание лизина для всех групп спелости составляет 6,1 %. Также не отмечено зависимости между

содержанием лизина и белковостью сорта. Коэффициент парной корреляции Пирсона между содержанием белка и лизина находится на очень низком уровне (от -0,1 до +0,12).

Выводы. Содержание лизина в белке зерна сои сортов селекции ВНИИ сои колеблется от 6,0 до 6,3 %, что существенно выше, чем в сортах европейской российской селекции. У амурских сортов селекции института хороший аминокислотный индекс по лизину – от 109 до 113 %, что значительно превышает стандарт FAO/WHO. Самые высокие показатели по содержанию лизина отмечены для скороспелого сорта Кружевница (6,3 %). Такие показатели позволяют отнести этот сорт к разряду высоколизинных и рекомендовать его для приготовления высококачественных пищевых продуктов и кормовых добавок растительного происхождения.

Список источников

1. Лысиков Ю.А. Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2012. № 2. С. 88–105.
2. Кольман Я. Наглядная биохимия. М.: Мир, 2000. 469 с.
3. Rehm H. Protein Biochemistry and Proteomic (The Experimenter Series) Academic Press; 1 edition (March 7, 2006). 256 p.
4. Murray R.F. Harper's Illustrated Biochemistry / R.F. Murray, H.W. Harper, D.K. Granner, P.A. Mayes, V.W. Rodwell // New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill, 2006. 693 p.
5. Rushton D.H. Nutritional factors and hair loss // Clinical and Experimental Dermatology, 2002. V. 27 (5). P. 396–404.

6. Биологическая химия / *Е.С. Северин, Т.Л. Аленикова, Е.В. Осипов* [и др.] М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. 364 с.
7. *Абаев А.А., Адиняев Э.Д.* Соя – культура больших возможностей: монография. Владикавказ, 2005. 160 с.
8. *Goldflus F., Ceccantini M., Santos W.* Amino acid content of soybean samples collected in different Brazilian states: harvest 2003/2004 // *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2006. V. 8 (2). P. 105–111.
9. *Rehm H.* Protein Biochemistry and Proteomics (The Experimenter Series) Academic Press; 1 edition (March 7, 2006). 256 p.
10. *Young V.R., Pellett P.L.* Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition // *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1994. 1206 p. DOI: 10.1093/ajcn/59.5.1203S.
11. Соя на Дальнем Востоке / *А.П. Ващенко* [и др.]; Россельхозакадемия, ДВ РНЦ, Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2010. 434 с.
12. *Низкий С.Е., Кодирова Г.А., Кубанкова Г.В.* Оценка содержания ω -кислот в сортах сои амурской селекции // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34, № 8. С. 45–49. DOI: 10/24411/0235-2451-10807.
13. *Низкий С.Е., Кодирова Г.А., Кубанкова Г.В.* Особенности калибровочных уравнений для ИК-сканеров при определении аминокислотного состава белков сои // *Вестник ДВО РАН*. 2020. № 4. С. 131–135.
14. *Nizkii S., Kodirova G., Kubankova G.* Determining the Amino Acid Composition of Soybean Proteins Using IRScanners // *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, 2020. V. 9 (2). P. 45–49.
15. *Schaafsma G.* The Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) a concept for describing protein quality in foods and food ingredients: a critical review // *Journal of AOAC International*, 2005. V. 88 (3). P. 988–994.
16. Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation // *Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition*. WHO technical report series. Geneva, Switzerland. 2002. № 935. 265 p.
17. Аминокислотный состав запасных белков современных сортов сои / *С.В. Бобков, В.И. Зотиков, И.И. Сопов* [и др.] // *Вестник ОрелГАУ*. 2013. № 1 (40). С. 66–70.
18. Сравнительная характеристика технологических и биохимических показателей сои, районированной на Дальнем Востоке / *Б.И. Ющенко, С.М. Доценко, О.В. Скрипко* [и др.] // *Вестник КрасГАУ*. 2014. № 2. С. 168–173.

References

1. *Lysikov Yu.A.* Aminokisloty v pitanii cheloveka // *‘Eksperimental’naya i klinicheskaya gastroenterologiya*. 2012. № 2. S. 88–105.
2. *Kol'man Ya.* Naglyadnaya biokhimiya. M.: Mir, 2000. 469 s.
3. *Rehm H.* Protein Biochemistry and Proteomic (The Experimenter Series) Academic Press; 1 edition (March 7, 2006). 256 p.
4. *Murray R.F.* Harper's Illustrated Biochemistry / *R.F. Murray, H.W. Harper, D.K. Granner, P.A. Mayes, V.W. Rodwell* // New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill, 2006. 693 p.
5. *Rushton D.H.* Nutritional factors and hair loss // *Clinical and Experimental Dermatology*, 2002. V. 27 (5). P. 396–404.
6. *Biologicheskaya himiya / E.S. Severin, T.L. Alenikova, E.V. Osipov* [i dr.] М.: ООО «Medicinskoe informacionnoe agentstvo», 2008. 364 s.
7. *Abaev A.A., Adinyaev E.D.* Soya – kul'tura bol'shikh vozmozhnostej: monografiya. Vladikavkaz, 2005. 160 s.
8. *Goldflus F., Ceccantini M., Santos W.* Amino acid content of soybean samples collected in different Brazilian states: harvest 2003/2004 // *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2006. V. 8 (2). P. 105–111.
9. *Rehm H.* Protein Biochemistry and Proteomics (The Experimenter Series) Academic Press; 1 edition (March 7, 2006). 256 p.
10. *Young V.R., Pellett P.L.* Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition // *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1994. 1206 p. DOI: 10.1093/ajcn/59.5.1203S.
11. Соя на Дал'нем Vostoke / *A.P. Vaschenko* [i dr.]; Rossel'hozakademiya, DV RNC, Primor. NIISH. Vladivostok: Dal'nauka, 2010. 434 s.
12. *Nizkij S.E., Kodirova G.A., Kubankova G.V.* Ocenka sodержaniya ω -kislota v sortah soi

- amurskoj selekcii // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2020. T. 34, № 8. S. 45–49. DOI: 10/24411/0235-2451-10807.
13. Nizkij S.E., Kodirova G.A., Kubankova G.V. Osobnosti kalibrovochnyh uravnenij dlya IKSkanerov pri opredelenii aminokislotnogo sostava belkov soi // Vestnik DVO RAN. 2020. № 4. S. 131–135.
 14. Nizkii S., Kodirova G., Kubankova G. Determining the Amino Acid Composition of Soybean Proteins Using IRScanners // International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences, 2020. V. 9 (2). P. 45–49.
 15. Schaafsma G. The Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) a concept for describing protein quality in foods and food ingredients: a critical review // Journal of AOAC International, 2005. V. 88 (3). P. 988-994.
 16. Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation // Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. WHO technical report series. Geneva, Switzerland. 2002. № 935. 265 p.
 17. Aminokislotnyj sostav zapasnyh belkov sovremennyh sortov soi / S.V. Bobkov, V.I. Zotikov, I.I. Sopov [i dr.] // Vestnik OrelGAU. 2013. № 1 (40). S. 66–70.
 18. Sravnitel'naya karakteristika tehnologicheskikh i biohimicheskikh pokazatelej soi, rajonirovannoj na Dal'nem Vostoke / B.I. Yuschenko, S.M. Docenko, O.V. Skripko [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2014. № 2. S. 168–173.

