

# ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ СОЕВОГО ШРОТА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

**Резюме.** Соевый шрот — высокопротеиновый кормовой продукт, содержащий антипитательные соединения. Авторы изучили динамику изменения показателей качества и безопасности шрота при микробиологической ферментации различной продолжительности с использованием закваски Леснова. При режимах 24 и 36 часов зафиксированы достоверные изменения показателей качества: влажности, сырой клетчатки, сырого протеина, растворимых углеводов, крахмала, витаминов  $B_1$ ,  $B_2$  и  $B_6$ . Независимо от продолжительности ферментации, показатели безопасности (микотоксины, пестициды, тяжелые металлы, ГМО, нитраты и нитриты) остались на уровне до ферментации и ниже предельно допустимых концентраций. С точки зрения совокупности качества и безопасности ферментированного соевого шрота оптимальным признан режим экспозиции закваской Леснова продолжительностью 24 часа.

**Ключевые слова:** соевый шрот, микробиологическая ферментация, закваска Леснова, биологическая безопасность.

## THE EFFECT OF THE MICROBIOLOGICAL FERMENTATION DURATION OF SOYBEAN EXTRACTION CAKE ON QUALITY AND SAFETY INDICATORS

**Abstract.** Soybean meal is a high-protein feed product, but it contains anti-nutrients. Scientists around the world are searching for ways to improve the properties of soybean products. The authors studied the dynamic effect of microbiological fermentation of varying durations on the quality and safety of soybean meal. During the fermentation of soybean meal using Lesnov's starter, there were significant changes in quality indicators, especially pronounced at 24 and 36 hours: moisture content, crude fiber, crude protein, soluble carbohydrates, starch, vitamins  $B_1$ ,  $B_2$  and  $B_6$ . Regardless of the duration of microbiological fermentation of soybean meal, all studied safety indicators (mycotoxins, pesticides, toxic elements, GMOs, nitrates and nitrites) remained at the pre-fermentation level and below the permissible MAC. From the point of view of the quality and safety of fermented soybean meal, the optimal microbiological fermentation regime is 24 hours.

**Key words:** soybean meal, duration of microbiological fermentation, Lesnov's starter, feed quality and safety indicators

### ВВЕДЕНИЕ

Соевый шрот является побочным продуктом производства масла из бобов сои. При переработке 1 т сои получают около 0,75–0,8 т шрота с богатым набором питательных веществ: белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ [7, 10, 13]. По сравнению с большинством растительных кормов он имеет более высокую питательную ценность, в том числе за счет меньшего количества клетчатки [3, 9, 19]. Его вводят в рационы молодняка животных и птицы до 25%, взрослых животных — до 10%, ремонтного поголовья — до 5% [11, 12].

УДК 631.95

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2025-12-3-255

ОЛЬГА АНАТОЛЬЕВНА МИРОНОВА<sup>1, 2</sup>,

кандидат биологических наук,  
заведующая базовой кафедрой фитосанитарной  
биологии и безопасности экосистем  
Института экологии

ORCID: 0000-0002-3263-8100

SPIN-код: 5108-1323

AuthorID (ПИНЦ): 1162836

E-mail: mironova\_olan@pfur.ru

ХАРОН АДИБЕВИЧ АМЕРХАНОВ<sup>3</sup>,

академик РАН,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

ORCID: 0000-0003-3626-7316

SPIN-код: 1671-3699

AuthorID (ПИНЦ): 259201

E-mail: h.amerhanov@yandex.ru

АЛЛА АНАТОЛЬЕВНА МИРОНОВА<sup>4</sup>,

магистр

ORCID: 0009-0002-2166-0828

SPIN-код: 6751-4508

AuthorID (ПИНЦ): 1254603

E-mail: mironova\_alla08@mail.ru

ОЛЬГА ЮРЬЕВНА СЛОВАРЕВА<sup>1, 2</sup>,

кандидат биологических наук,  
доцент базовой кафедры фитосанитарной  
биологии и безопасности экосистем  
Института экологии

ORCID: 0000-0001-6022-5955

SPIN-код: 4396-9436

AuthorID (ПИНЦ): 975027

E-mail: slovareva\_oyu@pfur.ru

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов  
117198, Российская Федерация, г. Москва,  
ул. Миклухо-Маклая, д. 6

<sup>2</sup>ФГБУ «Всероссийский центр карантина  
растений» (ФГБУ «ВНИИКР»)

140150, Российская Федерация,  
Московская область, м.о. Раменский,  
пгт. Быково, ул. Пограничная, д. 32

<sup>3</sup>Российский государственный  
аграрный университет —  
МСХА имени К.А. Тимирязева

127550, Российская Федерация, г. Москва,  
Тимирязевская ул., 49

<sup>4</sup>Донской государственный аграрный  
университет

346493, пос. Персиановский, Октябрьского  
района, Ростовской области,  
ул. Кривошлыкова, д. 24

Поступила в редакцию:  
05.11.2025

Одобрена после рецензирования:  
19.11.2025

Принята в публикацию:  
02.12.2025

Статья подготовлена в рамках выполнения  
государственного задания по теме  
№ 080524-1-074 «Рециклинг отходов сельского  
хозяйства, пищевой и перерабатывающей  
промышленности с целью использования для  
кормления сельскохозяйственных животных».



UDC 631.95

**Research article**

DOI 10.69539/2413-287X-2025-12-3-255

**OLGA A. MIRONOVA<sup>1,2</sup>**

Candidate of Biological Sciences,  
Head of the Department of Phytosanitary Biology  
and Ecosystem Safety of Institute  
of Environmental Engineering

ORCID: 0000-0002-3263-8100

SPIN-код: 5108-1323

AuthorID (РИНЦ): 1162836

E-mail: mironova\_olan@pfur.ru

**KHARON A. AMERKHANOV<sup>3</sup>**

Academician of the Russian Academy of Sciences,  
Doctor of Agricultural Sciences,  
Professor

ORCID: 0000-0003-3626-7316

SPIN-код: 1671-3699

AuthorID (РИНЦ): 259201

E-mail: h.amerhanov@yandex.ru

**ALLA A. MIRONOVA<sup>4</sup>**

Master

ORCID: 0009-0002-2166-0828

SPIN-код: 6751-4508

AuthorID (РИНЦ): 1254603

E-mail: mironova\_alla08@mail.ru

**OLGA Y. SLOVAREVA<sup>1,2</sup>**

Candidate of Biological Sciences,  
Associate Professor of the Department  
of Phytosanitary Biology and Ecosystem Safety  
of Institute of Environmental Engineering

ORCID: 0000-0001-6022-5955

SPIN-код: 4396-9436

AuthorID (РИНЦ): 975027

E-mail: slovareva\_oyu@pfur.ru

<sup>1</sup>RUDN University

117198, Russia, Moscow, Miklouho-Maclay, 6

<sup>2</sup>The Federal State Budgetary Institution  
«All-Russian Plant Quarantine Center»  
(FGBU «VNIIKR»)

140150, Russia, Moscow Oblast, Ramensky  
Municipal District, Bykovo, Pogranichnaya, 32

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Educational  
Institution of Higher Education Russian  
State Agrarian University — Moscow  
Agricultural Academy named after K.A.  
Timiryazev

127550, Russia, Moscow, Timiryazevskaya st., 49

<sup>4</sup>Don State Agrarian University

346493, pos. Persianovsky, Oktyabrsky district,  
Rostov region, Krivoshlykova st., 24

Received by editor office:

11.05.2025

Approved in revised:

11.19.2025

Accepted for publication:

12.02.2025

The article was prepared as part of the state  
assignment on topic No. 080524-1-074  
«Recycling of agricultural, food and processing  
industry waste for use in feeding farm animals».

Вместе с тем соевое сырье содержит антипитательные соединения, такие как ингибиторы трипсина и уреазы, снижающие усвояемость корма [2]. Для устранения негативных эффектов применяют тепловую обработку (тостирование), экструдирование [1, 13] и ферментацию [16–18], однако универсального решения пока нет [14–18].

На основании полученных ранее положительных результатов по биоферментации других сельскохозяйственных отходов [8] мы решили испытать действие закваски Леснова [5, 6] на соевый шрот. Закваска представляет

*Литература/Literature*

1. Архипов, М. Ю. Способ переработки соевого шрота в кормовой продукт с улучшенными свойствами / М. Ю. Архипов [и др.] // Патент RU 2 552 084 C1. — 2014.
2. Головки, Е. Н. Биодоступность аминокислот у свиней (Обзор) / Е. Н. Головки // Проблемы биологии продуктивных животных. — 2009. — № 2. — С. 273–298.
3. Козинец, А. И. Соевая оболочка в комбикормах для крупного рогатого скота / А. И. Козинец, М. А. Надаринская // Зоотехническая наука Беларуси. — 2021. — Т. 56. — № 1. — С. 226–235.
4. Кононенко, С. И. Пути повышения протеиновой питательности комбикормов / С. И. Кононенко // Научный журнал КубГАУ. — 2012. — Т. 81. — № 07. — С. 1–26.
5. Леснов, А. П. Малоценное растительное сырье в биотехнологиях кормопроизводства / А. П. Леснов, С. В. Леонтьев, А. Н. Ковалев // АПК ЮГ. — 2011. — № 5. — С. 40–43.
6. Леснов, А. П. Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов / А. П. Леснов // Патент RU 2 122 330 C1 Российское Агентство по патентам и товарным знакам. — 1998.
7. Максимкин, А. А. Эффективная биотехнологическая переработка соевого шрота / А. А. Максимкин // Пищевая промышленность. — 2017. — № 9 — С. 38–39.
8. Миронова, О. А. Перспективы использования технологических отходов промышленного производства грибов вешенки после ферментирования закваской Леснова в качестве корма для крупного рогатого скота / О. А. Миронова [и др.] // Вестник Донского государственного аграрного университета. — 2023. — Т. 1. — № 47. — С. 117–124.
9. Николаев, С. И. Сравнительная оценка химического и аминокислотного состава полножирной сои и зерна люпина / С. И. Николаев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2024. — Т. 5. — № 77. — С. 196–201. — doi 10.32786/2071-9485-2024-05-21.
10. Резчиков, В. А. Обоснование режимов сушки высокобелкового кормопродукта / В. А. Резчиков [и др.] // Комбикорма. — 2017. — № 9. — С. 42–44.
11. Чиков, А. Е. Выращивание молодняка свиней с использованием соевого шрота и премикса КС-3 / А. Е. Чиков, С. И. Кононенко // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. — 2009. — № 1. — С. 33.
12. Чиков, А. Е. Использование белковых кормов при выращивании и откорме свиней / А. Е. Чиков, С. И. Кононенко // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. — 2010. — № 1. — С. 42–48.
13. Шаршунов, В. А. Производство и использование экструдированного соевого жмыха в интенсивном животноводстве / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. — 2004. — № 3. — С. 82–86.
14. Deng, Z. Comparative effects of soy protein concentrate, enzyme-treated soybean meal, and fermented soybean meal replacing animal protein supplements in feeds on growth performance and intestinal health of nursery pigs / Z. Deng, M. E. Duarte, S. Y. Kim, Y. Hwang, S. W. Kim // J Anim Sci Biotechnol. — 2023. — Vol. 14 (1). — P. 89. — doi: 10.1186/s40104-023-00888-3.
15. Deng, Z. Soy protein concentrate replacing animal protein supplements and its impacts on intestinal immune status, intestinal oxidative stress status, nutrient digestibility, mucosa-associated microbiota, and growth performance of nursery pigs / Z. Deng, M. E. Duarte, K. B. Jang, S. W. Kim // J Anim Sci. — 2022. — Vol. 100 (10). — skac255. — doi: 10.1093/jas/skac255.
16. Feng, J. Effect of fermented soybean meal on intestinal morphology and digestive enzyme activities in weaned piglets / J. Feng, X. Liu, Z. R. Xu, Y. P. Lu, Y. Y. Liu // Dig Dis Sci. — 2007 Aug; 52(8):1845-50. — doi: 10.1007/s10620-006-9705-0. — Epub 2007 Apr 5. PMID: 17410452.
17. Kim, S. W. Fermented soybean meal as a vegetable protein source for nursery pigs: I. Effects on growth performance of nursery pigs / S.W. Kim, E. van Heugten, F. Ji, C. H. Lee, R. D. Mateo // J Anim Sci. — 2010 — Vol. 88 (1). — P. 214–24. — doi: 10.2527/jas.2009-1993.
18. Ma, X. Effects of replacing soybean meal, soy protein concentrate, fermented soybean meal or fish meal with enzyme-treated soybean meal on growth performance, nutrient digestibility, antioxidant capacity, immunity and intestinal morphology in weaned pigs / X. Ma, Q. Shang, J. Hu, H. Liu, C. Brökner, X. Piao // Livestock Science — 2019. — Vol. 225. — P. 39–46. — https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.04.016.
19. Miller, K. A. The impact of soybean derived trypsin inhibitor proteins and soybean hulls on nursery and grow-finish pig nutrient digestibility, growth performance, and carcass composition : a dissertation submitted to the graduate faculty in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy / K. A. Miller // Iowa State University, Digital Repository. — Ames, Iowa, 2025 [Electronic resource]. Available at https://dr.lib.iastate.edu/entities/publication/0246cb81-dfb3-466a-9c14-7de43855f3db.

собой ассоциацию полезных микроорганизмов [5, 6], работающих при оптимальной влажности сырья 45–55% и температуре 50–55°C. Следует учитывать, что эти условия также могут способствовать росту плесневых грибов и дрожжей с потенциальной выработкой микотоксинов. По этой причине исследование биологической безопасности является обязательным для оценки технологии.

Цель научных изысканий — изучить в динамике совокупность физико-химических и биологических показателей качества и безопасности соевого шрота при различной продолжительности микробиологической ферментации с использованием закваски Леснова.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент проводили в 2025 г. Объектом служили 30 проб соевого шрота, из них 24 пробы подвергали твердофазному микробиологическому ферментированию, шесть контрольных анализировали в необработанном виде. Для ферментации использовали закваску Леснова. Пробы распределяли по четырем вариантам экспозиции: 6, 12, 24 и 36 часов (по шесть проб на каждую экспозицию). По предложенной авторами методике на 1 часть сырья вносили 0,000005 частей закваски Леснова, при влажности сырья 45–55% и температуре 50–55°C.

Определяли физико-химические показатели качества и безопасности в Испытательной лаборатории ФГБУ «Центр оценки качества зерна» в г. Москве и Московской области согласно действующей нормативной документации с использованием утвержденных методик

качественного и количественного химического анализа экспериментальных образцов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При всех режимах микробиологической ферментации показатели качества соевого шрота достоверно претерпели изменения. Так, *после 6-часовой выдержки* влажность по сравнению с контролем снизилась на 7,5%, массовая доля сырого протеина увеличилась на 3,03%, крахмала — на 40,2%, содержание витамина В<sub>2</sub> — на 13,2% (табл. 1).

*Через 12 часов* ферментации относительно первоначального уровня фиксировались: снижение влажности на 11,3%, рост массовой доли сырого протеина на 14,2%, крахмала — на 79,4%, pH сместился в кислую сторону на 4%, содержание витаминов В<sub>2</sub> и В<sub>6</sub> увеличилось на 20,9% и 21,1%, соответственно. *После 24 часов* влажность уменьшилась на 24,5%, количество сырой клетчатки — на 31,7%. При этом возросла массовая доля сырого протеина — на 21,3%, растворимых углеводов — на 100%, крахмала — на 176,5%; в кислую сторону на 19,6% сдвинулся pH; увеличилось содержание витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и В<sub>6</sub> на 20,2%, 37,0 и 42,1%, соответственно. *При 36-часовой* продолжительности ферментации по сравнению с исходным уровнем влажность снизилась на 26,4%, массовая доля сырой клетчатки — на 34,3%; содержание сырого протеина увеличилось на 26,3%, растворимых углеводов — на 90,5%, крахмала — на 196%, витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и В<sub>6</sub> — на 42,7%, 49,8 и 52,6%, соответственно; значение pH сместилось в кислую сторону на 18,7%.

**Таблица 1. Динамика показателей качества соевого шрота в зависимости от продолжительности ферментации ( $M \pm m$ )**

Показатель	До ферментации	Продолжительность ферментации, ч			
		6	12	24	36
Влажность, %	10,6 ± 0,32	9,8 ± 0,28	9,4 ± 0,22	8,0 ± 0,26'	7,8 ± 0,24'
pH, ед.	6,42 ± 0,10	6,34 ± 0,12	6,16 ± 0,10	5,16 ± 0,10'	5,22 ± 0,12'
Массовая доля, %					
сырого протеина на а.с.в.	36,94 ± 0,56	38,06 ± 0,62	42,18 ± 0,56'	44,82 ± 0,46'	46,28 ± 0,46'
сырого жира на а.с.в.	2,75 ± 0,28	2,70 ± 0,22	2,76 ± 0,24	2,80 ± 0,26	2,66 ± 0,22
сырой клетчатки	24,6 ± 3,2	22,6 ± 3,8	20,8 ± 4,2	16,8 ± 2,2'	16,20 ± 2,10
сырой золы	6,25 ± 0,28	6,20 ± 0,24	6,28 ± 0,26	6,32 ± 0,28	6,42 ± 0,24
растворимых углеводов	2,1 ± 0,4	2,3 ± 0,3	2,4 ± 0,3	4,2 ± 0,4'''	4,0 ± 0,5'''
крахмала	20,4 ± 0,5	28,6 ± 0,5'	36,6 ± 0,5'''	56,4 ± 0,5'''	60,4 ± 0,6'''
Железо, мг/кг	2644,0 ± 192,0	2714,0 ± 202,0	2782,0 ± 214,0	2827,0 ± 238,0	2972,0 ± 254,0
Витамины, мг/кг					
В <sub>1</sub>	6,04 ± 0,30	6,12 ± 0,31	6,24 ± 0,32	7,26 ± 0,33'	8,62 ± 0,36'
В <sub>2</sub>	2,35 ± 0,10	2,66 ± 0,12	2,84 ± 0,14'	3,22 ± 0,14'	3,52 ± 0,15'
В <sub>6</sub>	0,38 ± 0,02	0,42 ± 0,12	0,46 ± 0,02'	0,54 ± 0,02'	0,58 ± 0,02'

'P < 0,05; '''P < 0,001 в сравнении с уровнем до ферментации.

Таблица 2. Содержание нитратов и нитритов в соевом шроте при разной продолжительности ферментации

Показатель	ПДК, мг/кг	Содержание, мг/кг ( $n = 6$ )				
		в нативных образцах	в образцах после экспозиции, ч			
			6	12	24	36
Нитраты	200,0	152,0 ± 34,0	144,0 ± 19,0	136,6 ± 20,0	168,5 ± 22,0	185,6 ± 22,0
Нитриты	10,0	1,84 ± 0,08	1,75 ± 0,05	1,54 ± 0,04	1,88 ± 0,03	2,20 ± 0,03

Примечание: определение по ГОСТ 13496.19–2015 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов».

При определении показателей безопасности установлено, что концентрации микотоксинов (афлатоксин В1, дезоксиниваленол, зеараленон, охратоксин А, Т-2 токсин), пестицидов (малатион, пиримитофос-метил, циперметрин, дифлубензурон) и тяжелых металлов (Pb, As, Cd, Hg) в исходном шроте были ниже ПДК и не изменились после ферментации. Нитраты в нативных пробах находились ниже ПДК и в ферментированных образцах оставались на уровнях, близких к исходному (табл. 2). Концентрация нитритов при ферментации в течение 6 и 24 часов не отличалась от контроля, при 12-часовой — была значительно ниже, при 36-часовой — выше контроля, но все еще существенно ниже ПДК. Скрининговый ПЦР-анализ на регуляторные последовательности р-35S, t-NOS и р-FMV не выявил присутствия указанных трансгенных элементов в опытных образцах.

## ВЫВОДЫ

При ферментации соевого шрота с использованием закваски Леснова произошли достоверные изменения показателей качества, наиболее выраженные при режимах 24 и 36 часов. Они затронули содержание влаги, сырой клетчатки, сырого протеина, растворимых углеводов, крахмала, витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и В<sub>6</sub>. Независимо от продолжительности микробиологического ферментирования соевого шрота, все исследуемые показатели безопасности (микотоксины, пестициды, тяжелые металлы, ГМО, нитраты и нитриты) остались на уровне до ферментации и ниже допустимых предельно допустимых концентраций. Оптимальным с точки зрения качества и безопасности ферментированного соевого шрота считаем режим микробиологической экспозиции закваской Леснова продолжительностью 24 часа. ■