



DOI: 10.22363/2313-2310-2025-33-2-145-154

EDN: GXRQDZ

УДК 631.95

Научная статья / Research article

Влияние биоутилизации на показатели качества и безопасности лузги подсолнечника

О.А. Миронова¹, А.А. Киричук¹,А.П. Кармазин¹, Л.П. Миронова²¹Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация²Донской государственный аграрный университет, пос. Персиановский,

Октябрьский район, Ростовская область, Российская Федерация

m2889888@mail.ru

Аннотация. Подсолнечная лузга образуется при производстве подсолнечного масла и из-за плохой усвояемости организмом не может широко использоваться для кормления животных. Авторы изучили влияние микробиологического ферментирования при ферментации в течение 12 и 24 ч на показатели качества и безопасности лузги подсолнечника. По результатам лабораторных исследований доказано, что, во-первых, независимо от времени микробиологического ферментирования, достоверно уменьшились массовая доля влаги, сырого жира, сырой клетчатки; увеличились массовая доля сырого протеина, сырой золы, содержание крахмала; показатель уровня обменной энергии для всех видов животных и содержание растворимых углеводов выросли, однако разница была недостоверной; во-вторых, полученный ферментированный продукт отвечает требованиям биологической и химической безопасности, предъявляемым к кормам для животных.

Ключевые слова: утилизация, микробиологическое ферментирование, физико-химические показатели качества, микотоксины, химически опасные вещества, ГМО, генетически модифицированные организмы

Вклад авторов. *Миронова О.А.* – концептуализация, разработка методологии исследования, работа с программным обеспечением, курирование данных, написание – подготовка черновика рукописи; *Миронова Л.П.* – визуализация, проведение исследования; *Киричук А.А.* – научное руководство исследованием; *Кармазин А.П.* – программное обеспечение, валидация данных. Все авторы ознакомлены с окончательной версией статьи и одобрили ее.

© Миронова О.А., Киричук А.А., Кармазин А.П., Миронова Л.П., 2025

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

История статьи: поступила в редакцию 15.01.2025; доработана после рецензирования 27.01.2025; принята к публикации 25.02.2025.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Миронова О.А., Киричук А.А., Кармазин А.П., Миронова Л.П. Влияние биоутилизации на показатели качества и безопасности лузги подсолнечника // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2025. Т. 33. № 2. С. 145–154. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2025-33-2-145-154>

Influence of bioutilization on quality and safety indicators of sunflower husk

Olga A. Mironova¹, Anatoly A. Kirichuk¹,
Anton P. Karmazin¹, Lyudmila P. Mironova²

¹*RUDN University, Moscow, Russian Federation*

²*Don State Agrarian University, Persianovski settlement, Otyabrski district, Rostov region, Russian Federation*

m2889888@mail.ru

Abstract. Sunflower husk is formed during the production of sunflower oil and due to its poor digestibility by the body, cannot be widely used for animal feed. The authors studied the effect of microbiological fermentation during fermentation for 12 and 24 hours on the quality and safety indicators of sunflower husk. The results of laboratory studies have proven that 1) regardless of the time of microbiological fermentation, the mass fraction of moisture, crude fat, and crude fiber significantly decreased; the mass fraction of crude protein, crude ash, and starch content increased; the level of metabolic energy for all animal species and the content of soluble carbohydrates increased, but the difference was not significant; 2) the resulting fermented product meets the biological and chemical safety requirements for animal feed.

Keywords: utilization, microbiological fermentation, physicochemical quality indicators, mycotoxins, chemically hazardous substances, GMO, Genetically Modified Organism

Authors' contribution. *Mironova O.A.* – conceptualisation, development of research methodology, work with software, data curation, writing – preparation of draft manuscript; *Mironova L.P.* – visualisation, conducting the study; *Kirichuk A.A.* – scientific supervision of the study; *Karmazin A.P.* – software, data validation. All authors were familiarised with the final version of the article and approved it.

Article history: received 15.01.2025; revised 27.01.2025; accepted 25.02.2025.

Conflicts of interest. The authors declare no conflicts of interest.

For citation: Mironova OA, Kirichuk AA, Karmazin AP, Mironova LP. Influence of bioutilization on quality and safety indicators of sunflower husk. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2025;33(2):145–154. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2025-33-2-145-154>

Введение

Твердыми отходами при производстве подсолнечного масла являются отходы очистки семян подсолнечника, которых ежегодно образуется порядка 100 тыс. т, четверть из них размещается на полигонах ТКО. Данные отходы создают экологические и экономические проблемы для масложировых предприятий и территорий, на которых они расположены [1; 2]. Другой твердый отход – подсолнечная лузга, образуется при производстве подсолнечного масла в количестве в 1–2 млн т ежегодно. Лузга, отделяемая от семян подсолнечника в процессе их подготовки к извлечению масла, представляет собой одревесневшую растительную ткань, однородную по физической структуре, с постоянным химическим составом и физико-механическими свойствами [3].

Лузгу гранулируют, брикетируют или сжигают в чистом виде для получения технологического пара и даже электроэнергии для его использования в производстве [4; 5], производят из нее теплоизоляцию и абразивные материалы [6; 7, с. 155].

Кроме того, лузгу используют в составе кормов для животных с целью снижения затрат на кормление, но процент ее использования невысок [8; 9].

Лузга содержит большое количество сырой клетчатки и других питательных веществ, важных для правильного пищеварения животных и увеличения содержания в кормах дополнительных питательных веществ. Однако питательные вещества, содержащиеся в нативной лузге, мало доступны для пищеварения животных [10].

Ученые работают над изысканием способов улучшения питательных свойств лузги подсолнечника и доступности ее для пищеварительной функции организма. Так, известны научные разработки по созданию корма для животных и кормовых добавок на основе лузги подсолнечника¹ [11; 12].

¹ См.: Патент № 2 817 620 С1 Российская Федерация, МПК А23К50/10 А23К10/30. Кормовая добавка для крупного рогатого скота на основе ферментированной лузги подсолнечника: RU2023131771А ; заявл. 12.04.2023 ; опубл. 17.04.2024 / Мирошников С.А., Шейда Е.В., Дускаев Г.К., Проскурин Д.А., Овечкин М.В., Рахматуллин Ш.Г. ; заявитель и патентообладатель : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий российской академии наук». Бюл. № 11; Патент на изобретение № 2 667 784 Российская Федерация, МПК А23К 50/00, А23К 10/30. Корм для животных на основе лузги подсолнечника и способ его получения : заявл. 12.09.2017 ; опубл. 24.09.2018 / Степанова О.В., Степанов В.В. ; патентообладатель : Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное объединение «РОСТ». Бюл. № 27.

Эффективным методом утилизации целлюлозосодержащих отходов сельскохозяйственного производства является биоферментирование с помощью микроорганизмов². Специально подобранная ассоциация микроорганизмов, названная в честь автора закваски Леснова, действие которой основано на методе твердофазной биоферментации, испытана на многих субстратах, в том числе на пшеничной и ржаной соломе, отходах выращивания грибов вешенки, отрубях и др. с положительным результатом [2; 13]. Доказано, что препарат повышает питательность грубых кормов на 80–100 %, крахмалистых и сахаристых на 15–20 %, обогащает корма витаминами В, Д, РР, К, Е, Н, не влияет отрицательно на показатели биологической и химической безопасности [6; 4; 8].

В доступной нам литературе мы не нашли публикаций о научных исследованиях по изучению влияния микробиологического ферментирования с использованием закваски Леснова на лузгу подсолнечника.

Цель исследования – изучение влияния микробиологического ферментирования при ферментации в течение 12 и 24 ч на показатели качества и безопасности лузги подсолнечника.

Материалы и методы

Исследования нативных и ферментированных образцов лузги подсолнечника проводили в 2024 г. Объектами исследований были 18 проб лузги подсолнечника: шесть образцов до ферментации (нативных), шесть, подвергнутых двенадцатичасовой ферментации, и шесть – после 24-часовой ферментации с использованием закваски Леснова. Физико-химические показатели качества, содержание микотоксинов: афлатоксина В1, дезоксиниваленола, зеараленона, охратоксина А, Т-2 токсина; пестицидов, нитратов и нитритов, токсичных элементов и ГМО исследовали в Испытательной лаборатории ФГБУ «Центр оценки качества зерна» по г. Москве и Московской области согласно действующей нормативной документации (НД) с использованием методов и методик лабораторных исследований испытуемых субстратов: качественного и количественного химического анализа; высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ); газовой хроматографии (ГХ); атомно-абсорбционной спектрометрии и др. Лабораторные методы исследований качества (ГОСТ Р 54951–2012; ГОСТ 27979–88; ГОСТ 13496.4–2019, п. 8; ГОСТ 32905–14; ГОСТ 31675–2012, п. 7; ГОСТ 26226–95, п. 1; ГОСТ 26176–2019, п. 9; ГОСТ Р 54078–2010 приложение А; ГОСТ ISO 6493–2015; ГОСТ 26483), химические элементы (ГОСТ 32343–2013) и безопасности кормов: микотоксины (ГОСТ 30711–2001; ГОСТ EN 15851–2013; ГОСТ 31691–2012; МУК 4.1 2204–07; инструкция Р43/В); пестициды (DIN EN 15662 2018); нитраты (ГОСТ 13496 19–2015), нитриты

² Патент № 2 122 330 С1 Российская Федерация, МПК

A23K 1/12. Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов : заявл. 02.10.1997 ; опубл. 27.11.1998 / Леснов П.А. EDN: ZRHZQL.

(ГОСТ 13496 19–2015); токсичные элементы (ГОСТ Р 53100–2008; ГОСТ 31 650–2012), ГМО (ГОСТ Р 53214–2008).

Результаты исследования

После микробиологической ферментации лузги подсолнечника в течение 12 ч массовая доля влаги уменьшилась на 9,6 %, после ферментации в течение 24 ч – на 22,3 % (*).

Массовая доля сырого жира в сухом веществе после ферментации субстрата в течение 12 ч уменьшилась в 1,3 раза (*) в сравнении с исходным уровнем, после обработки в течение 24 ч – в 1,8 раза (*).

Массовая доля сырого протеина в пересчете на сухое вещество через 12 ч ферментации выросла на 6,7 %, через 24 часа обработки лузги подсолнечника – на 23,0 % в сравнении с нативным продуктом (*) (табл. 1).

Таблица 1. Влияние продолжительности биоферментации на физико-химические показатели лузги подсолнечника

Показатели, ед. измерения	Образец (n = 6)		
	до ферментации	после ферментации	
		12 ч	24 ч
Массовая доля влаги, %	9,4 ± 1,2	8,5 ± 1,3	7,3 ± 1,1*
Массовая доля сырого жира, в пересчете на сухое вещество, %	9,8 ± 0,44	7,60 ± 0,46 *	5,40 ± 0,49 *
Массовая доля сырого протеина в пересчете на сухое вещество, %	12,11 ± 0,66	12,92 ± 0,54	14,90 ± 0,67 *
Массовая доля сырой золы, в пересчете на сухое вещество, %	6,80 ± 0,31	8,81 ± 0,52*	10,20 ± 0,44*
Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое вещество	19,4 ± 1,5	15,8 ± 1,7*	12,1 ± 1,9*
Обменная энергия, МДж/кг /			
– КРС	8,4	8,8	8,9
– свиньи	5,4	5,9	5,8
– птицы	10,4	11,6	12,5
– овцы	9,3	10,6	10,5
Массовая доля растворимых углеводов	8,8 ± 0,4	9,6 ± 0,8	10,1 ± 0,8
Содержание крахмала в пересчете на сухое вещество, г/кг	24,2 ± 3,4	30,5 ± 3,1	31,3 ± 3,4
pH, ед.	6,7 ± 0,10	6,7 ± 0,10	6,8 ± 0,12

Примечание: * р < 0,05 относительно контроля.

Источник: составлено О.А. Мироновой, А.А. Киричуком, А.П. Кармазиным, Л.П. Мироновой.

Доля сырой золы в пересчете на сухое вещество после 12 ч микробиологической ферментации лузги подсолнечника увеличилась в 1,3 раза (*), после 24 ч ферментации – в 1,5 раза (*).

Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на активное сухое вещество после 12-часовой ферментации снизилась на 30,6 % (*) и после 24-часовой ферментации препаратом Леснова – на 60,3 % в сравнении с исходным уровнем до ферментации (*).

Обменная энергия после обработки лузги подсолнечника закваской Леснова в течение 12 ч для всех видов животных повысилась на 4,8 % – для

крупного рогатого скота, на 9,3 % – для свиней, на 11,5 % – для сельскохозяйственной птицы, на 11,4 % – для овец в сравнении с нативным продуктом и после 24 ч ферментирования продукта соответственно на 10,6, 10,7, 12,0, 11,3 %.

Массовая доля растворимых углеводов после ферментации лузги подсолнечника закваской Леснова в течение 12 ч повысилась в сравнении с исходным уровнем до ферментации на 10,9 %, через 24 ч ферментации – на 11,5 %.

Содержание крахмала в пересчете на сухое вещество после ферментации лузги подсолнечника закваской Леснова в течение 12 ч выросло на 26,2 % (*), после ферментирования субстрата в течение 24 ч на 29,3 % (*) в сравнении с исходным субстратом.

После 12 ч ферментации лузги подсолнечника pH не изменился, через 24 часа ферментации произошел сдвиг в щелочную сторону – на 1,5 %.

Таким образом, после ферментирования лузги подсолнечника закваской Леснова достоверно изменились следующие показатели: уменьшились массовая доля влаги, сырого жира, сырой клетчатки; увеличилось содержание сырого протеина; массовая доля сырой золы, содержание крахмала; показатель уровня обменной энергии для всех видов животных и содержание растворимых углеводов выросли, однако разница не была достоверной.

Таблица 2. Влияние продолжительности биоферментации на содержание микотоксинов в лузге подсолнечника

Показатели, ед. измерения	Образец (n = 6)		
	до ферментации	после ферментации	
		12 ч	24 часа
Афлатоксин В1, мг/кг (ПДК 0,025-0,1 мг/кг)	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Дезоксиниваленол, мг/кг (ПДК 0,75-1,0 мг/кг)	< 0,058	< 0,058	< 0,058
Зеараленон, мг/кг (ПДК не более 1,0 мг/кг)	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Охратоксин А, мг/кг (ПДК не более 0,05 мг/кг)	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Т-2 токсин, мг/кг (ПДК не более 0,1 мг/кг)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Источник: составлено О.А. Мироновой, А.А. Киричуком, А.П. Кармазиным, Л.П. Мироновой.

Содержание афлатоксина В1 в нативном сырье лузги подсолнечника было в 8,3 раза меньше нижнего уровня ПДК и не изменилось после микробиологической ферментации субстрата в течение 12 и 24 ч. Содержание дезоксиниваленола в исходной пробе было в 12,9 раза ниже минимально допустимого уровня ПДК и не изменилось после воздействия на продукт микробиологического ферментирования в течение 12 и 24 ч. В нативном сырье зеараленона было обнаружено в 10,0 раз меньше в сравнении с рекомендуемым ПДК и после микробиологической ферментации в течение 12 и 24 ч осталось на исходном уровне. Охратоксина А в нативном образце лузги подсолнечника было обнаружено в 100 раз меньше ПДК; после ферментации в течение 12 и 24 ч содержание охратоксина А не изменилось. Содержание Т-2 токсина в исходном сырье лузги подсолнечника было в 2,0 раза ниже в сравнении с рекомендуемой ПДК; после ферментации субстрата в течение 12 и 24 ч уровень Т-2 токсина не изменился (табл. 2).

Таким образом, все исследуемые микотоксины в нативных образцах лузги подсолнечника содержались в количествах ниже минимального уровня ПДК: афлатоксин В1 – в 8,3 раза, дезоксиниваленол – 12,9 раза, зеараленон – в 10 раз, охратоксин А – в 100 раз, Т-2 токсин – в 2 раза; после биоферментирования лузги подсолнечника в течение 12 и 24 ч уровни всех исследуемых микотоксинов остались в рамках ПДК.

Таблица 3. Влияние продолжительности биоферментации лузги подсолнечника на содержание химически опасных веществ

Показатели, ед. измерения, ПДК, НД	Образец (n = 6)		
	до ферментации	после ферментации	
		12 ч	24 ч
Пестициды			
Малатион, мг/кг (ПДК < 0,01 мг/кг) DIN EN 15662:2018 (ВЭЖХ)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Пиримитофос-метил, мг/кг (ПДК < 0,01 мг/кг) DIN EN 15662:2018 (ГХ)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Циперметрин, мг/кг (ПДК < 0,01 мг/кг) DIN EN 15662:2018 (ГХ)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Дифлубензурон, мг/кг (ПДК < 0,01 мг/кг) DIN EN 15662:2018 (ВЭЖХ)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Нитраты и нитриты			
Нитраты, мг/кг (ПДК 200,0 мг/кг) ГОСТ 13496.19-2015	289,0 ± 72,0	272,0 ± 52,0	374,0 ± 94,0*
Нитриты, мг/кг (ПДК 10,0 мг/кг) ГОСТ 13496.19-2015	1,56 ± 0,12	2,46 ± 0,11	1,96 ± 0,12
Токсичные элементы			
Свинец, мг/кг (ПДК < 5,0 мг/кг) ГОСТ Р 53100-2008	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Мышьяк, мг/кг (ПДК < 0,5 мг/кг) ГОСТ Р 53100-2008	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Кадмий, мг/кг (ПДК < 0,3 мг/кг) / ГОСТ Р 53100-2008	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ртуть, мг/кг (ПДК < 0,1 мг/кг) / ГОСТ 31650-2012	< 0,025	< 0,025	< 0,025

Примечание: * p < 0,05 относительно контроля.

Источник: составлено О.А. Мироновой, А.А. Киричуком, А.П. Кармазиным, Л.П. Мироновой.

Исходя из данных табл. 3, содержание пестицидов: малатиона, пиримитофос-метила, циперметрина, дифлубензулона, наиболее часто используемых при выращивании и хранении подсолнечника, как в исходном сырье лузги подсолнечника до ферментации, так и после 12- и 24-часового процесса ферментации оставалось ниже ПДК (ниже нижнего предела обнаружения методом ВЭЖХ в соответствии с действующим НД).

Нитраты и нитриты являются нормируемыми показателями безопасности кормов. При исследовании нативных образцов лузги подсолнечника количество нитратов было выше ПДК на 14,5 % и ферментированных 12 и 24 часа соответственно на 13,6 и 18,7 % (*). Содержание нитритов как в нативных образцах лузги подсолнечника, так и ферментированных 12 и 24 часа не превышало норм ПДК.

При исследовании токсичных элементов в нативных и ферментированных в течение 12 и 24 ч образцах лузги подсолнечника различий в содержании

свинца, мышьяка, кадмия и ртути не установлено. Так, содержание свинца было ниже уровня ПДК в 10 раз; мышьяка – в 5 раз; кадмия – в 6 раз; ртути – в 4 раза.

Таким образом, содержание пестицидов, токсичных элементов, нитритов в лузге подсолнечника, как до ферментации, так и после нее независимо от времени ферментации не превышает установленных законодательством норм ПДК; содержание нитратов превышало ПДК в нативном сырье на 14,5 %, при 12-часовой ферментации – на 13,6 % и ферментированных 24 ч – на 18,7 %.

Таблица 4. Качественное определение наличия ГМО в образцах лузги подсолнечника нативных и ферментированных 12 и 24 ч (6 образцов)

Образцы	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Промотор, терминатор	35S t-NOS p-FMV	35S t-NOS p-FMV	35S t-NOS p-FMV	35S t-NOS p-FMV	35S t-NOS p-FMV	35S t-NOS p-FMV
Результат качественного определения регуляторных последовательностей в геноме ГМ-растений (ГОСТ Р 53214-2008)	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены

Источник: составлено О.А. Мироновой, А.А. Киричуком, А.П. Кармазиным, Л.П. Мироновой.

В образцах отходов лузги подсолнечника, как до ферментации, так и после нее в течение 12 и 24 ч, лабораторными исследованиями скрининговым методом «Качественное определение регуляторных последовательностей в геноме ГМ-растений (p-35S; t-NOS; p-FMV)» ГМО: промотор 35S, терминатор NOS; промотор FMV – не обнаружены.

Выводы

По результатам лабораторных исследований лузги подсолнечника доказано следующее:

1) независимо от времени ферментирования с использованием микробиологической закваски Леснова достоверно уменьшились массовая доля влаги, сырого жира, сырой клетчатки; увеличились массовая доля сырого протеина, сырой золы, содержание крахмала; показатель уровня обменной энергии для всех видов животных и содержание растворимых углеводов выросли, однако разница не была достоверной;

2) полученный ферментированный продукт отвечает требованиям биологической и химической безопасности, предъявляемым к кормам для животных.

Список литературы

- [1] Полетаева М.А., Сусоева М.А. Утилизация отбелочной глины при производстве растительных масел // Ползуновский вестник. 2014. № 3. С. 249–251. EDN: TBEKRD
- [2] Собченко А.А., Костогрыз К.П., Хвастухин Ю.И., Роман С.Н. Очистка и переработка отходов // Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2012. № 3. С. 44–48.

- [3] *Yang K, Qing Y, Yu Q, Tang X, Chen G, Fang R, Liu H.* By-product feeds: current understanding and future perspectives // *Agriculture*. 2021. Vol. 11, no. 3. Article no. 207 <https://doi.org/10.3390/agriculture11030207> EDN: ORLHDB
- [4] *Миронова О.А., Леснов А.П., Миронова Л.П., Миронова А.А., Егоров М.И.* Перспективы использования технологических отходов промышленного производства грибов вешенки после ферментирования закваской Леснова в качестве корма для крупного рогатого скота // *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2023. № 1. 47. С. 117–124. EDN: NHLFQV
- [5] *Миронова О.А., Кармазин А.П., Леснов А.П.* Сравнение физико-химических показателей субстрата, использованного при промышленном выращивании вешенки, и пшеничной соломы, ферментированных закваской Леснова // *Кормопроизводство*. 2023. № 6. С. 32–35. <https://doi.org/10.25685/krm.2023.6.2023.005> EDN: NPWKPS
- [6] *Листопад В.Л.* Перспективные направления стратегии компаний в связи с изменением тенденций масложирового рынка Украины // 13-я Международная конференция «Масложировая индустрия – 2013», 23–24 октября 2013 г. : сборник докладов. Санкт-Петербург, 2013. С. 26–27.
- [7] *Степанова И.А., Степанов А.С.* Утилизация отходов агропромышленного комплекса / Оренбургский государственный университет. Оренбург, 2009. 172 с.
- [8] *Хусид С.Б., Гнеуш А.Н., Нестеренко Е.Е.* Подсолнечная лузга как источник получения функциональных кормовых добавок // *Научный журнал КубГАУ*. 2015. № 107. С. 142–155. EDN: TPWDPF
- [9] *Nitschke M., Silva S.S.* Recent food applications of microbial surfactants // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018. Vol. 58, iss. 4. P. 631–638. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1208635>.
- [10] *Новгородов О.А., Якименко А.В.* Применение отходов производства растительного происхождения для сельскохозяйственных животных // *Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. : в 5 томах. Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г. Дальневосточный ГАУ. Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. С. 161–166. EDN: KXCVRC*
- [11] *Кузнецова Н.А., Зинич Л.В.* Вторичная переработка отходов как фактор устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий // *Фундаментальные исследования*. 2021. № 11. С. 120–124. <https://doi.org/10.17513/fr.43132> EDN: DRXАОС
- [12] *Леснов П.А.* Универсальная биологическая закваска // *Комбикормовая промышленность*. 1995. № 6. С. 21.
- [13] *Миронова О.А., Василенко В.Н., Миронова Л.П., Кармазин А.П., Миронова А.А., Леснов А.П.* Показатели безопасности грибного субстрата при ферментации закваской Леснова // *Комбикорма*. 2023. № 9. С. 55–57. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2023-09-4-205> EDN: ZDKGQA

Сведения об авторах:

Миронова Ольга Анатольевна, кандидат биологических наук; заведующий базовой кафедрой фитосанитарной биологии и безопасности экосистем, институт экологии, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), Российская Федерация, 140150, Московская обл., г. Раменское, р. п. Быково. ORCID: 0000-0002-3263-8100; eLIBRARY SPIN-код: 5108-1323; AuthorID (РИНЦ): 1162836. E-mail: m2889888@mail.ru

Киричук Анатолий Александрович, доктор биологических наук, доцент, директор департамента экологии человека и биоэлементологии, институт экологии, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. ORCID: 0000-0001-5125-5116; eLIBRARY SPIN-код: 9483-2011. E-mail: kirichuk-aa@rudn.ru

Кармазин Антон Павлович, кандидат биологических наук, доцент департамента экологической безопасности и менеджмента качества продукции, институт экологии, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. ORCID: 0009-0002-7983-3912; eLIBRARY SPIN-код: 9208-7164; AuthorID: 1220654. E-mail: Fumrostov@mail.ru

Миронова Людмила Павловна, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры терапии и пропедевтики, Донской государственный аграрный университет, Российская Федерация, 346493, Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский, ул. Кривошлыкова, д. 24. ORCID: 0000-0001-7263-3307; eLIBRARY SPIN-код: 7132-9082; AuthorID (РИНЦ): 384754; AuthorID (Scopus): 56377146600; Researcher ID (WoS): ABD-5941-2021. E-mail: m2889888@mail.ru