

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ОЧИСТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА ПОД ВЛИЯНИЕМ ФЕРМЕНТАЦИИ

Резюме. Получаемые при очистке семян подсолнечника на воздушно-ситовых сепараторах отходы имеют в своем составе крупные, мелкие и легкие примеси. Крупные органические примеси (остатки стеблей, листьев, корзинок, лузги и т.д.) относятся к сорной примеси и считаются непригодными к использованию в кормлении сельскохозяйственных животных. Однако они содержат много полезных питательных веществ: 224 г сырого жира, 132,01 г крахмала, 121 г сырого протеина, 6,03 г сахаров, а также высокий уровень обменной энергии и большой перечень макро- и микроэлементов, витаминов.

С целью улучшения кормовых качеств и повышения биодоступности впервые была применена ферментация данных отходов. Установлено, что в продукте через 24 ч ферментации массовая доля жира в пересчете на сухое вещество в сравнении с исходным уровнем выросла на 78%, сырого протеина — на 10,3%, растворимых углеводов — на 29,4%, содержание крахмала повысилось на 29,4%, обменная энергия увеличилась на 21%. Все показатели биологической и химической безопасности после ферментации не превышали предельно допустимых значений.

Ключевые слова: отходы очистки семян подсолнечника, биоферментация, показатели качества, пестициды, нитраты, нитриты, токсичные элементы, микотоксины.

DYNAMICS OF QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF SUNFLOWER SEED CLEANING WASTE UNDER THE INFLUENCE OF FERMENTATION

Abstract. The wastes of the sunflower seeds cleaned in the air-flow screen separators contain heavy-, middle-, and light-weight particles. The fraction of heavy-weight organic particles (residues of the stems, floret discs, leaves, husks) is usually considered unusable in animal nutrition. However, this fraction contains relatively large amounts of nutrients: 224 g of crude fat in 1 kg, 132.01 g of starch, 121 g of crude protein, 6.03 g of sugars, high level of metabolizable energy (ME), a wide range of macro- and microelements and vitamins.

In the presented pioneer study the effectiveness of the fermentation of this fraction aimed at the improvement of its feed value and availability of the nutrients was examined. It was found that after 24-hr fermentation the percentage of crude fat in the dry matter of the resulting product increased by 78% as compared to the initial raw product, crude protein by 10.3%, water-soluble carbohydrates by 29.4%, starch by 29.4%, ME by 21.0%. All studied parameters of biological and chemical safety of the fermented product fell within the respective permitted ranges.

Key words: wastes of cleaning of sunflower seeds, biofermentation, quality parameters, pesticides, nitrates, nitrites, toxic elements, mycotoxins.

УДК 631.95

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2024-05-4-221

ОЛЬГА АНАТОЛЬЕВНА МИРОНОВА^{1, 2}, кандидат биологических наук, заведующая базовой кафедрой фитосанитарной биологии и безопасности экосистем Института экологии

ORCID: 0000-0002-3263-8100

SPIN-код: 5108-1323

AuthorID (РИНЦ): 1162836

E-mail: m2889888@mail.ru

АНТОН ПАВЛОВИЧ КАРМАЗИН¹, кандидат биологических наук, доцент департамента экологической безопасности и менеджмента качества продукции Института экологии

ORCID: 0009-0002-7983-3912

eLIBRARY SPIN-код: 9208-7164

AuthorID (РИНЦ): 1220654

E-mail: Fumrostov@mail.ru

АННА АНАТОЛЬЕВНА МИРОНОВА³,

доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник

ORCID: 0000-0001-5487-8394

SPIN-код: 2629-3059

Author ID (РИНЦ): 1079519

Author ID (Scopus): 55315639100

Researcher ID (WoS): ABD-4004-2021

E-mail: aa_mironova@mail.ru

ГАЛИНА МИХАЙЛОВНА ЗЕЛЕНСКАЯ⁴,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и садоводства

ORCID: 0000-0002-1537-9207

SPIN-код: 9277-98-99

Author ID (РИНЦ): 326514

E-mail: zela_06@mail.ru

АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ ЛЕСНОВ⁵,

кандидат экономических наук, доцент

E-mail: lesnovap@gmail.com

ЛЮДМИЛА ПАВЛОВНА МИРОНОВА⁴,

доктор ветеринарных наук, профессор кафедры терапии и пропедевтики

ORCID: 0000-0001-7263-3307

SPIN-код: 7132-9082

Author ID (РИНЦ): 384754

Author ID (Scopus): 56377146600

Researcher ID (WoS): ABD-5941-2021

E-mail: mironova_jp@mail.ru

¹ФГАУ «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

²ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» 140150, Россия, Московская область, г. Раменское, р. п. Быково

³Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» 346421, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, Ростовское шоссе, д. 0

⁴ФГБУ ВО «Донской государственный аграрный университет» 346493, Россия, Ростовская область, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, д. 24

⁵ООО «ИНБИОТЕХ-К»

125252, Россия, Москва, ул. Зорге, д. 15

Поступила в редакцию:

17.04.2024

Одобрена после рецензирования:

26.04.2024

Принята в публикацию:

27.04.2024



UDC 631.95

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2024-05-4-221

OLGA A. MIRONOVA^{1, 2}

Candidate of Biological Sciences, Head of the Basic Department of Phytosanitary Biology and Ecosystem Safety at the Institute of Ecology

ORCID: 0000-0002-3263-8100

SPIN-код: 5108-1323

AuthorID (RSCI): 1162836

E-mail: m2889888@mail.ru

ANTON P. KARMAZIN¹

Associate Professor, Candidate of Biological Sciences, Department of Safety and Product Quality Management, Institute of Ecology

ORCID: 0009-0002-7983-3912

eLIBRARY SPIN-код: 9208-7164

AuthorID (RSCI): 1220654

E-mail: Fumrostov@mail.ru

ANNA A. MIRONOVA³

Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher

ORCID: 0000-0001-5487-8394

SPIN-код: 2629-3059

Author ID (RSCI): 1079519

Author ID (Scopus): 55315639100

Researcher ID (WoS): ABD-4004-2021

E-mail: aa_mironova@mail.ru

GALINA M. ZELENSKAYA⁴

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Growing and Horticulture

ORCID: 0000-0002-1537-9207

SPIN-код: 9277-98-99

Author ID (RSCI): 326514

E-mail: zela_06@mail.ru

ALEXANDER P. LESNOV⁵

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

E-mail: lesnovap@gmail.com

LYUDMILA P. MIRONOVA⁴

Doctor of Veterinary Sciences; Professor of the Department of Therapy and Propedeutics

ORCID: 0000-0001-7263-3307

SPIN-код: 7132-9082

Author ID (РИНЦ): 384754

Author ID (Scopus): 56377146600

Researcher ID (WoS): ABD-5941-2021

E-mail: mironova_lp@mail.ru

¹Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba

117198, Moscow, st. Miklouho-Maklaya, 6

²FSBI «All-Russian Center plant quarantine»

140150, Russia, Moscow region, Ramenskoye, R. Bykovo village

³North Caucasus Zonal Research Veterinary Institute — branch of the FSBSI Federal Rostov Agrarian Research Center»

346493, Rostov region, Novocherkassk, Rostov highway, 0

⁴FSBI of Higher Education «Don State Agrarian University»

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

⁵LCC «INBIOTECH-K»

125252, Russia, Moscow, st. Sorge, 15

Received by editorial office:
04.17.2024Accepted in revised:
04.26.2024Accepted for publication:
04.27.2024**ВВЕДЕНИЕ**

При переработке подсолнечника остается много побочных продуктов, большая часть которых (преимущественно жмыхи и шроты) приносит дополнительную прибыль сельскому хозяйству [5]. Находит широкое применение и лузга, иногда ее содержится до 10% от общего количества семян. Она используется как недорогое сырье в производстве этилового спирта, фурфурола, биогаза, топливных брикетов, а также в строительстве, при выращивании грибов, в кормлении животных [1, 12]. Еще есть отходы (не менее 3%, по мнению сельхозпроизводителей), которые по действующему федеральному классификационному каталогу отходов отнесены к V классу опасности (Безвредные. Практически неопасные. Их угроза окружающей среде стремится к 0) [13]. Данные отходы образуются при очистке семян подсолнечника на воздушно-ситовых сепараторах. Они состоят из крупной (остаток на верхнем сите), мелкой (подсев) и легкой примеси (аспирационные отходы). Крупная органическая примесь (остатки стеблей, листьев, корзинок, лузги и т.д.) является непригодной для дальнейшего применения. Однако согласно данным исследований химического состава, опубликованным в федеральном классификационном каталоге отходов, эти отходы подсолнечника могут представлять интерес для животноводства, так как содержат много полезных питательных веществ: 224 г сырого жира, 132,01 г крахмала, 121 г сырого протеина, 6,03 г сахаров, а также высокий уровень обменной энергии, большой перечень макро- и микроэлементов, витаминов [13]. Поскольку в нативном виде отходы этой категории животные не потребляют, ученые ищут способы их переработки с целью возможности использования в качестве корма.

Ученые КубГАУ С.К. Мустафаев и Е.О. Смычагин разработали и запатентовали способ получения кормового продукта из отходов очистки масличных семян, суть которого заключается в смешивании двух видов отходов очистки масличных семян: аспирированных отходов и подсева в соотношении от 1:2 до 2:1, добавлении воды в количестве 0–10% к массе смеси, влаготепловой обработке смеси при температуре 60–75°C в течение 0,5–2 мин, затем экструдировании и прессовании смеси [9, 10]. Разработчики отмечали, что недостатком данного способа является пониженные кормовая ценность и энергетическая питательность получаемого кормового продукта. В связи с этим авторы создали новый улучшенный способ получения кормового продукта из отходов очистки семян подсолнечника, который позволил повысить массовую долю сырого протеина в активном сухом веществе с 19 до 23,4%, сырого жира с 10,8 до 12,1% и снизить массовую долю сырой золы с 8,1 до 7,0%, сырой клетчатки с 33 до 27% [11].

Эффективный метод утилизации вторичного сырья сельскохозяйственного производства — их биоферментирование с помощью микроорганизмов, в частности, для дальнейшего использования в кормлении животных [2, 6]. Названная в честь автора закваска Леснова со специально подобранной ассоциацией микроорганизмов, действие которой основано на методе твердофазной биоферментации, испытана с положительным результатом на многих субстратах, включая пшеничную и ржаную солому, отходы выращивания грибов вешенки, отруби и другое [3, 4]. Доказано, что препарат повышает питательность грубых кормов на 80–100%, крахмалистых и сахаристых — на 15–20%, обогащает корма витаминами B, D, PP, K, E, H; не воздействует отрицательно на показатели биологической и химической безопасности [7, 8].

Целью стало изучение влияния микробиологического ферментирования отходов, получаемых при очистке семян подсолнечника, в течение 12 и 24 ч на показатели качества и безопасности. Мы поставили следующие задачи: изучить физико-химические показатели качества ферментированного продукта и показатели биологической и химической безопасности.

Таблица 1. Показатели качества отходов

Показатель	До ферментации (<i>n</i> = 10)	После ферментации	
		12 ч (<i>n</i> = 10)	24 ч (<i>n</i> = 10)
Массовая доля влаги, %	9,1	3,5***	3,6***
Массовая доля сырого жира в пересчете на сухое вещество, %	13,2 ± 0,44	11,6 ± 0,46	23,5 ± 0,49***
Массовая доля сырого протеина в пересчете на сухое вещество, %	11,93 ± 0,39	12,11 ± 0,39	13,16 ± 0,41
Массовая доля сырой золы в пересчете на сухое вещество, %	13,1 ± 0,5	11,8 ± 0,5	12,18 ± 0,51
Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое вещество, %	17,8 ± 1,8	15,8 ± 1,7	14,9 ± 1,6
Обменная энергия, МДж/кг	10,0	10,3	12,1*
Массовая доля растворимых углеводов, %	8,8	9,6 ± 0,8**	10,1 ± 0,8**
Содержание крахмала в пересчете на сухое вещество			
г/кг	126,0	159,0	163,0
%	12,6	15,9*	16,3*
pH	5,39 ± 0,10	6,51 ± 0,10*	6,12 ± 0,12

P* < 0,05; *P* < 0,01; ****P* < 0,001.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2023–2024 гг. на базе маслоперерабатывающих предприятий Московской и Воронежской областей. Всего было отобрано 30 проб отходов, полученных при очистке семян подсолнечника. Третью их часть исследовали в необработанном виде (контроль). Двадцать проб отходов обрабатывали закваской Леснова по предложенной авторами методике: на 1 часть сырья вносили 0,000005 частей закваски Леснова при влажности сырья 45–55% и температуре 50–55°C, экспозиция составляла 12 и 24 ч. Показатели качества и безопасности определяли в ИЛ ФГБУ «Центр оценки качества зерна» по г. Москве и Московской области и в Воронежском филиале ФГБУ «Центр оценки качества зерна» согласно действующей нормативной документации: 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; показатели безопасности кормов — микотоксины (ГОСТ 30711-2001, ГОСТ EN 15851-2013, ГОСТ 31691-2012, ГОСТ-МУК 4.1 2204-07; инструкция Р43/В), пестициды (DIN EN 15662 2018), нитраты (ГОСТ 13496 19-2015), нитриты (ГОСТ 13496 19-2015), токсичные элементы (ГОСТ Р 53100-2008; ГОСТ 31 650-2012).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С экологической и экономической точек зрения утилизация органических отходов очистки семян подсолнечника, прошедших ферментацию, несомненно, перспективна при дальнейшем использовании их в кормлении животных. В таблице 1 представлены показатели качества продукта, полученного методом биоферментации при разной продолжительности, в сравнении с исходным (нативным) субстратом.

После ферментирования закваской Леснова в течение 12 ч массовая доля влаги в продукте уменьшилась в 2,6

раза (*P* < 0,001), в течение 24 ч — в 2,5 раза (*P* < 0,001), в отличие от нативного субстрата. Массовая доля жира в сухом веществе после обработки субстрата закваской в течение 12 ч мало изменилась в сравнении с исходным уровнем, после 24-часовой ферментации этот показатель вырос на 78,0% (*P* < 0,001). Массовая доля сырого протеина через 12 ч обработки увеличилась на 1,5%, через 24 ч — на 10,3%, по сравнению с контролем. Массовая доля сырой клетчатки после 12- и 24-часовой ферментации продукта снизилась соответственно на 11,2 и 16,3% по отношению к исходному уровню. Обменная энергия после 12 ч обработки субстрата закваской Леснова была выше на 3%, чем в контроле, и на 21% по сравнению с 24-часовой обработкой. Массовая доля растворимых углеводов после 12 ч ферментации повысилась на 9,1%, после 24 ч — на 29,4% (*P* < 0,01) в сравнении с исходным продуктом. Содержание крахмала выросло соответственно на 26,2 и 29,4% (*P* < 0,05), разница между обработками составила 3,2% в пользу 24-часовой. Произошел сдвиг pH в щелочную сторону через 12 ч на 20,8%, через 24 ч — на 13,5%.

Таким образом, все исследуемые показатели качества отходов очистки семян подсолнечника достоверно улучшились после ферментирования закваской Леснова по отношению к исходным данным.

Процесс микробиологического ферментирования происходит при оптимальных условиях температуры и влажности не только для полезных микроорганизмов, но и для патогенных дрожжей и плесеней, вырабатывающих микотоксины. Поэтому перед использованием нового продукта в кормлении животных необходимо проверить в нем содержание нормируемых микроорганизмов и микотоксинов.

Как видно из данных таблицы 2, количество микробных клеток плесневых грибов в исходном образце отходов очистки семян подсолнечника в 2,9 раза ниже предельно допустимой концентрации (ПДК).



Таблица 2. Показатели биологической безопасности отходов

Показатель	ПДК, МДУ	До ферментации (n = 10)	После ферментации	
			12 ч (n = 10)	24 ч (n = 10)
<i>Микробиологические показатели, КОЕ / г</i>				
Плесневые грибы, не более	5,0 x 10 ²	1,7 x 10 ²	2,25 x 10 ²	3,31 x 10 ²
Дрожжи, не более	5,0 x 10 ²	4,7 x 10 ¹	3,3 x 10 ²	2,21 x 10 ²
<i>Микотоксины, мг / кг</i>				
Афлатоксин В1, не более	0,1	<0,003	<0,003	<0,003
Дезоксиниваленон, не более	1,0	<0,058	<0,058	<0,058
Зеараленон, не более	1,0	<0,1	<0,1	<0,1
Охратоксин А, не более	0,05	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Т-2 токсин, не более	0,1	<0,05	<0,05	<0,05

Таблица 3. Показатели химической безопасности отходов

Показатель	ПДК, МДУ	До ферментации (n = 10)	После ферментации	
			12 ч (n = 10)	24 ч (n = 10)
<i>Пестициды, мг / кг</i>				
Малатион, не более	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Пиримифосметил, не более	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Циперметрин, не более	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Дифлубензурон, не более	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
<i>Нитраты и нитриты, мг / кг</i>				
Нитраты, не более	200,0	189,0 ± 24,0	172,0 ± 22,0	166,0 ± 34,0
Нитриты, не более	10,0	3,16	2,46	2,84
<i>Токсичные элементы, мг / кг</i>				
Свинец, не более	5,0	<0,5	<0,5	<0,5
Мышьяк, не более	0,5	<0,1	<0,1	<0,1
Кадмий, не более	0,3	<0,05	<0,05	<0,05
Ртуть, не более	0,1	<0,025	<0,025	<0,025

Литература

1. Де'Нобили, М. Д. Отходы шелухи семян подсолнечника (*Helianthus annuus* L.): состав, антиоксидантная активность и наполняющие свойства пленочных композитов на основе пектина / М. Д. Де'Нобили, Д. С. Бернхардт, М. Ф. Басанта, А. М. Рохас // *Frontiers. Nutr.* — 2021. — 8:777214. — <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.777214>.
2. Кузнецова, Н. А. Вторичная переработка отходов как фактор устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий / Н. А. Кузнецова, Л. В. Зинич // *Фундаментальные исследования.* — 2021. — № 11. — С. 120–124.
3. Леснов, П. А. Универсальная биологическая закваска / П. А. Леснов // *Комбикормовая промышленность.* — № 6. — 1995. — С. 21.
4. Леснов, П. А. Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов / П. А. Леснов. Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов // Патент RU 2 122 330 С1. — Российское Агентство по патентам и товарным знакам. — Оpubл. 27.11.1998. — Бюл.
5. Лишаева, Л. Н. Жмыхи и шроты масличных культур. Объемы. Использование в кормовых целях / Л. Н. Лишаева [и др.] // *Труды Всероссийского научно-исследовательского института жиров.* — СПб, 2000. — С. 160–166.
6. 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, А. П. Леснов, Л. П. Миронова, А. А. Миронова, М. И. Егоров // *Вестник Донского государственного аграрного университета.* — 2023. — 1 (47). — С. 117–124.
7. Миронова, О. А. Сравнение физико-химических показателей субстрата, использованного при промышленном выращивании вешенки, и пшеничной соломы, ферментированных закваской Леснова / О. А. Миронова, А. П. Кармазин, А. П. Леснов // *Кормопроизводство.* — 2023. — № 6. — С. 32–35.
8. Миронова, О. А. Показатели безопасности грибного субстрата при ферментации закваской Леснова / О. А. Миронова, В. Н. Василенко, Л. П. Миронова, А. П. Кармазин, А. А. Миронова, А. П. Леснов // *Комбикорма.* — 2023. — № 9. — С. 55–57.
9. Мустафаев, С. К. Новая универсальная технология и производственная линия отходов масложирового производства / С. К. Мустафаев, Е. О. Смычагин // *Сборник материалов 15-ой международной конференции «Масложировая индустрия», 28–29 октября 2015 г., Санкт-Петербург, Россия.*
10. Мустафаев, С. К. / С. К. Мустафаев, Е. О. Смычагин // *ЕА патент № 023098 «Способ получения кормового продукта из отходов очистки масличных семян».*
11. Мустафаев, С. К. / С. К. Мустафаев, Е. О. Смычагин // *RU патент № 2 715 629 «Способ получения кормового продукта из отходов очистки семян подсолнечника».*
12. Осман, Н. С. Отходы шелухи подсолнечника как альтернативный корм для животных / Н. С. Осман [и др.] // *Mater Today Proc.* — 2018. — 5:21905-10. — <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.07.049>.
13. Федеральный классификационный каталог отходов (Приказ Росприроднадзора от 02.11.2018 N 242 "Об утверждении федерального классификационного каталога отходов" с изм. и доп., вступ. в силу с 04.10.2021).

Literature

1. *De'Nobili, M. D.* Sunflower seed husk waste (*Helianthus annuus* L.): composition, antioxidant activity and filling properties of pectin-based film composites / M. D. De'Nobili, D. S. Bernhardt, M. F. Basanta, A. M. Rojas // *Frontiers Nutr.* — 2021. — 8:777214. — <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.777214>.
2. *Kuznetsova, N. A.* Waste recycling as a factor in the sustainable development of agricultural enterprises / N. A. Kuznetsova, L. V. Zinich // *Fundamental Research.* — 2021. — № 11. — pp. 120–124.
3. *Lesnov, P. A.* Universal biological starter / P. A. Lesnov // *Feed industry.* — № 6. — 1995. — P. 21.
4. *Lesnov, P. A.* Method of using starter culture in feed mixture. Lesnov's starter for preparing feed / P. A. Lesnov. Method of using starter culture in feed mixture. Lesnov's starter culture for preparing feed / Patent RU 2 122 330 C1 Russian Agency for Patents and Trademarks. Publ. 11/27/1998. — Bull.
5. *Lishaeva, L. N.* Cake and meal of oilseeds. Volumes. Use for feed purposes / L. N. Lishaeva [et al] // *Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Fats.* — St. Petersburg, 2000. — pp. 160–166.
6. *Mironova, O. A.* Prospects for the use of technological waste from the industrial production of oyster mushrooms after fermentation with Lesnov's starter as feed for cattle / O. A. Mironova, A. P. Lesnov, L. P. Mironova, A. A. Mironova, M. I. Egorov // *Bulletin of the Don State Agrarian University.* — 2023. — 1 (47). — pp. 117–124.
7. *Mironova, O. A.* Comparison of physicochemical parameters of the substrate used in the industrial cultivation of oyster mushrooms and wheat straw fermented with Lesnova's starter / O. A. Mironova, A. P. Karmazin, A. P. Lesnov // *Feed production.* — 2023. — No. 6. — pp. 32–35.
8. *Mironova, O. A.* Safety indicators of mushroom substrate during fermentation with Lesnova starter / O. A. Mironova, V. N. Vasilenko, L. P. Mironova, A. P. Karmazin, A. A. Mironova, A. P. Lesnov // *Compound feeds.* — 2023. — № 9. — pp. 55–57.
9. *Mustafaev, S. K.* New universal technology and production line for oil and fat production waste / S. K. Mustafaev, E. O. Smychagin // *Collection of materials of the 15th international conference «MAS-LOGINE INDUSTRY» October 28–29, 2015, St. Petersburg, Russia.*
10. *Mustafaev, S. K.* / S. K. Mustafaev, E. O. Smychagin // *EA patent № 023098 «Method for obtaining a feed product from oil seed cleaning waste».*
11. *Mustafaev, S. K.* / S. K. Mustafaev, E. O. Smychagin // *RU patent № 2 715 629 «Method of obtaining a feed product from sunflower seed cleaning waste».*
12. *Osman, N. S.* Sunflower husk waste as an alternative animal feed / N. S. Osman [et al] // *Mater Today Proc.* (2018) 5:21905–10. — <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.07.049>.
13. Federal classification catalog of waste (Order of Rospirodnadzor dated November 2, 2018 N 242 «On approval of the federal classification catalog of waste» with amendments and additions, entered into force on October 4, 2021).

После 12-часовой ферментации субстрата закваской Леснова уровень плесневых грибов повысился в 1,3 раза по сравнению с исходным значением и был ниже ПДК в 2,2 раза; после 24-часовой ферментации — соответственно в 2,0 и в 1,5 раза. Число дрожжевых клеток в исходном субстрате меньше ограничительной нормы в 10,6 раза. После ферментации отходов в течение 12 ч оно увеличилось в 7 раз и было ниже ПДК в 1,5 раза. После 24-часовой ферментации данный показатель вырос в 4,7 раза и оставался ниже предельно допустимой границы в 2,3 раза.

Концентрация афлатоксина В1 и дезоксиниваленола в образцах отходов очистки семян подсолнечника соответственно в 33,3 и в 17,2 раза ниже максимально допустимого уровня (МДУ), она не изменилась и после ферментации, независимо от времени обработки. Зеараленона в исходном сырье в 10 раз меньше МДУ, после ферментации его содержание осталось неизменным. Уровень охратоксина А как через 12 ч, так и через 24 ч ферментации в 100 раз ниже максимально допустимого. Т-2 токсина в исходном продукте содержалось в 2 раза меньше допустимого уровня, после обработки закваской отходов (вне зависимости от ее продолжительности) значение было прежним.

Известно, что технология выращивания, переработки и хранения подсолнечника предполагает обязательное применение химических препаратов, поэтому необходимо было исследовать отходы очистки семян на наличие химически опасных веществ, к которым относятся прежде всего пестициды, токсичные элементы, нитраты и нитриты [13, 16, 17]. Согласно данным таблицы 3 содержание пестицидов (малатион, пиримифос-метил, циперметрин, дифлубензурон), используемых при выращивании и хранении подсолнечника, в отходах очистки его семян, как до ферментации, так и после нее, оставалось ниже ПДК. Количество нитратов и нитритов не превышало установленные нормы в образцах исходного и ферментированного сырья. Различий по содержанию токсичных элементов между ними не установлено. Уровень свинца во всех образцах ниже ПДК в 10 раз, мышьяка — в 5 раз, кадмия — в 6 раз, ртути — в 4 раза.

ВЫВОДЫ

После ферментации органических отходов, получаемых при очистке семян подсолнечника, закваской Леснова в течение 12 и 24 ч наблюдалась тенденция к улучшению кормовых качеств продукта. Возросла массовая доля сырого жира, сырого протеина и растворимых углеводов. Повысились содержание крахмала в пересчете на сухое вещество и уровень обменной энергии. Кроме того, в ферментированном продукте отмечено снижение массовой доли сырой клетчатки и сырой золы, в сравнении с нативным субстратом. При этом нормируемые в кормах показатели безопасности (плесневые грибы, дрожжевые клетки, микотоксины, пестициды, токсичные элементы, нитраты и нитриты) оставались значительно ниже ПДК и МДУ, независимо от времени ферментации. ■