

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ЖМЫХА ПОДСОЛНЕЧНИКА

Резюме. Жмых подсолнечный является побочным продуктом производства масла из семян подсолнечника способом холодного отжима на прессах. В нем остается 4–10% жира в зависимости от способа производства. Целью наших исследований было изучение влияния ферментирования на физико-химические показатели качества (влага, сырой жир, протеин, клетчатка, зола) и безопасности (КОЕ, микотоксины, тяжелые металлы, нитраты и нитриты) жмыха подсолнечника. Установлено, что массовая доля жира и протеина в сухом веществе после ферментирования жмыха закваской Леснова была достоверно выше в сравнении с таковыми до ферментирования. Содержание показателей безопасности было ниже ПДК как до ферментирования, так и после него.

Ключевые слова: жмых подсолнечника, закваска Леснова, ферментирование, качество, безопасность.

INFLUENCE OF FERMENTATION ON THE QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF SUNFLOWER CAKE

Abstract. Sunflower cake is a by-product of the production of sunflower oil from sunflower seeds by cold pressing. It contains 4–10% fat, depending on the production method. The purpose of our research was to study the effect of fermentation on the physicochemical indicators of quality (moisture, crude fat, protein, fiber, ash) and safety (CFU, mycotoxins, heavy metals, nitrates and nitrites) of sunflower cake. It was established that the mass fraction of fat and protein in the dry matter of sunflower cake after fermentation with Lesnov's starter was significantly higher in comparison with those before fermentation; CFU, the content of mycotoxins, pesticides, nitrates and nitrites, heavy metals in sunflower cake were in quantities below the minimum MPC level before and after fermentation.

Key words: sunflower cake, Lesnov's starter culture, fermentation, quality, safety.

ВВЕДЕНИЕ

Для удешевления рационов сельскохозяйственных животных и птицы источники белков животного происхождения частично заменяют растительными — жмыхами и шротами, являющимися побочными продуктами масложировой промышленности. Важным резервом увеличения объемов производства растительного протеина является жмых подсолнечника, данная масличная культура занимает ведущее место в структуре посевных площадей, особенно южных регионов Российской Федерации [9]. Вместе

УДК 631.95

Научная статья

DOI 10.25741/2413-287X-2024-04-4-218

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

КАРМАЗИН АНТОН ПАВЛОВИЧ¹, 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

ЛЮДМИЛА ПАВЛОВНА МИРОНОВА³,

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_lp@mail.ru

АННА АНАТОЛЬЕВНА МИРОНОВА⁴,

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

ЛЕСНОВ АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ⁵,

кандидат экономических наук, доцент

E-mail: lesnovap@gmail.com

АЛЛА АНАТОЛЬЕВНА МИРОНОВА³,

магистр

E-mail: Mironova_alla@mail.ru

¹ ФГАУ «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6;

² ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»

140150, Россия, Московская область, г. Раменское, р. п. Быково

³ ФГБУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

346493, Россия, Ростовская область, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, д. 24

⁴ Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

346421, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, Ростовское шоссе, д. 0

⁵ ООО «ИНБИОТЕХ-Н»

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

Поступила в редакцию:

03.04.2024

Одобрена после рецензирования:

08.04.2024

Принята в публикацию:

09.04.2024

UDC 631.95

Research article

DOI 10.25741/2413-287X-2024-04-4-218

OLGA A. MIRONOVA^{1,2},
Ph. D.ORCID: 0000-0002-3263-8100
SPIN-код: 5108-1323
AuthorID (РИНЦ): 1162836
E-mail: m2889888@mail.ru**ANTON P. KARMAZIN**¹,
Associate Professor, Candidate of Biological Sciences,
Department of Safety and Product Quality Management,
Institute of EcologyORCID: 0009-0002-7983-3912,
eLIBRARY SPIN-код: 9208-7164
AuthorID (РИНЦ): 1220654
E-mail: Fumrostov@mail.ru**LYUDMILA P. MIRONOVA**³,
Doctor of Veterinary Sciences; Professor of the Department
of Therapy and PropedeuticsORCID: 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**ANNA A. MIRONOVA**⁴,
Doctor of Veterinary Sciences; ch. researcherORCID: 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**ALEXANDER P. LESNOV**⁵,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

E-mail: lesnovap@gmail.com

ALLA A. MIRONOVA³,
Master

E-mail: Mironova_alla@mail.ru

¹ Peoples' Friendship University of Russia named
after Patrice Lumumba
117198, Moscow, st. Miklouho-Maklaya, 6² FSBI «All-Russian Center plant quarantine»
140150, Russia, Moscow region, Ramenskoye,
R. Bykovo village³ FSBI of Higher Education «Don State Agrarian
University»
346493, Rostov region, pos. Persiansovskiy,
st. Krivoshlykova, 24⁴ North Caucasus Zonal Research Veterinary
Institute — branch of the FSBSI Federal Rostov
Agrarian Research Center»
346493, Rostov region, Novocherkassk,
Rostov highway, 0⁵ LCC «INBIOTECH-K»
125252, Russia, Moscow, st. Sorge, 15Received by editorial office:
04.03.2024Accepted in revised:
04.08.2024Accepted for publication:
04.09.2024

с тем доказано, что достичь высоких урожаев подсолнечника невозможно без применения химических препаратов: гербицидов, стимуляторов роста, пестицидов [1, 2, 3, 4]. А поскольку рационы животных могут содержать до 25% жмыха, необходимо перед скармливанием убедиться в его безопасности [7].

Получив положительные результаты исследований, проведенных по улучшению качественных характеристик других побочных продуктов и отходов сельскохозяйственного производства методом биоферментации [6, 8], а именно с использованием закваски Леснова, мы решили испытать ее на жмыхе подсолнечника. Такие исследования ранее никем не проводились.

Закваска Леснова представляет собой ассоциацию полезных микроорганизмов [5], которые размножаются и действуют при оптимальных условиях: влажности 45–55% и температуре сырья 50–55°C в течение 24–42 ч. Однако эти условия также благоприятны для развития плесневых грибов и дрожжей с возможной выработкой и накоплением микотоксинов.

Цель настоящей работы — изучить влияние ферментирования закваской Леснова на показатели качества и безопасности жмыха подсолнечника. Для достижения поставленной цели мы определили к выполнению следующую задачу: изучить физико-химические показатели, показатели биологической и химической безопасности.

Актуальность и новизна: проведенными исследованиями доказано впервые, что после ферментирования закваской Леснова массовая доля жира в сухом веществе жмыха подсолнечника увеличилась на 21,25% в сравнении с исходным уровнем, массовая доля сырого протеина — на 42,0%. Показатели безопасности (КОЕ, содержание микотоксинов, пестицидов, нитратов и нитритов, тяжелых металлов) в жмыхе подсолнечника были в количествах ниже допустимых уровней как до, так и после ферментирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами изучения были 20 проб жмыха подсолнечника. Половину проб исследовали в необработанном виде (контроль), а вторую половину (10 проб) обрабатывали закваской Леснова по предложенной авторами методике: из расчета на 1 часть сырья (влажность 45–55%, температура 50–55°C) вносили 0,000005 частей закваски Леснова, экспозиция составляла 24 ч. Содержание микотоксинов: афлатоксина В1, дезоксиниваленола, зеараленона, охратоксина А, Т-2 токсина, а также пестицидов, нитратов и нитритов, токсичных элементов определяли в ИЛ ФГБУ «Центр оценки качества зерна» по г. Москве и Московской области. Микробиологические показатели (плесневые грибы и дрожжи) — в Воронежском филиале ФГБУ «Центр оценки качества зерна» согласно действующей НД.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

После обработки продукта закваской Леснова массовая доля влаги в ферментированном продукте уменьшилась на 43,1% в сравнении с исходным уровнем, а жира и протеина повысилась на 21,25% и на 42,0%, соответственно (табл. 1). Содержание сырой клетчатки также повысилось (на 14,5%), однако это увеличение не было достоверным. Массовая доля сырой золы осталась практически на прежнем уровне. Таким образом, массовые доли жира и протеина в сухом веществе подсолнечного жмыха после ферментирования закваской Леснова достоверно увеличились в сравнении с таковыми до ферментирования.

Количество микробных клеток плесневых грибов в исходном нативном жмыхе подсолнечника было в 4,6 раза ниже верхней границы ПДК, после ферментации субстрата закваской Леснова оно выросло на 4,6%, оставаясь при этом ниже верхней допустимой границы в 4,4 раза (табл. 2).

Число дрожжевых клеток в субстрате было ниже предельно допустимой нормы в 18,5 раза, после его ферментирования оно увеличилось в 1,5 раза, но оставалось в 12,5 раза меньше, чем ПДК.

После воздействия закваски Леснова на продукт концентрация в нем микотоксинов не изменилась по сравнению с исходным уровнем и оставалась ниже допустимого уровня: афлатоксина В1 в 8,3 раза, дезоксиниваленола в

12,9 раза, зеараленона в 10 раз, охратоксина А в 100 раз, Т-2 токсина в 2 раза.

Согласно данным таблицы 3 количество пестицидов, наиболее часто используемых при выращивании (малатион, циперметрин, дифлубензурон) и при хранении (пиримифос-метил) подсолнечника, из которого получают жмых, было ниже ПДК (ниже нижнего предела обнаружения методом ВЭЖХ) как до ферментации, так и после

Таблица 1. Сравнительная характеристика физико-химических показателей

| Показатель | Жмых подсолнечника | |
|--|----------------------------|-------------------------------|
| | до ферментации (n = 10) | после ферментации (n = 10) |
| Массовая доля влаги, % | 10,20 ± 0,38 | 5,80 ± 0,32** |
| Массовая доля сырого жира в пересчете на сухое вещество, % | 8,0 ± 0,24 | 9,70 ± 0,26* |
| Массовая доля сырого протеина в пересчете на сухое вещество, % | 21,20 ± 0,64 | 30,10 ± 0,89** |
| Массовая доля сырой золы в пересчете на сухое вещество, % | 5,80 ± 0,30 | 5,90 ± 0,27 |
| Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое вещество, % | 17,3 ± 1,8 | 19,5 ± 1,9 |

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

Таблица 2. Показатели биологической безопасности

| Показатель | Жмых подсолнечника | | |
|---|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
| | ПДК, МДУ | до ферментации (n = 10) | после ферментации (n = 10) |
| <i>Микробиологические показатели, КОЕ / г</i> | | | |
| Плесневые грибы, не более | 5,0 × 10 ² | 1,1 × 10 ² | 1,15 × 10 ² |
| Дрожжи, не более | 5,0 × 10 ² | 2,7 × 10 ¹ | 4,0 × 10 ¹ |
| <i>Микотоксины, мг / кг</i> | | | |
| Афлатоксин В1, не более | 0,1 | < 0,003 | < 0,003 |
| Дезоксиниваленол, не более | 1,0 | < 0,058 | < 0,058 |
| Зеараленон, не более | 1,0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Охратоксин А, не более | 0,05 | < 0,0005 | < 0,0005 |
| Т-2 токсин, не более | 0,1 | < 0,05 | < 0,05 |

Примечание: методы испытаний по ГОСТ 10444.12-2013 и ГОСТ 34108-2017.

Таблица 3. Показатели химической безопасности

| Показатель | Жмых подсолнечника | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | ПДК, МДУ | до ферментации (n = 10) | после ферментации (n = 10) |
| <i>Пестициды, мг / кг</i> | | | |
| Малатион, не более | 0,02 (DIN EN 15662:2018; ВЭЖХ) | < 0,01 | < 0,01 |
| Пиримифос-метил, не более | 0,01 (DIN EN 15662:2018; ГХ) | < 0,01 | < 0,01 |
| Циперметрин, не более | 0,2 (DIN EN 15662:2018; ГХ) | < 0,01 | < 0,01 |
| Дифлубензурон, не более | 0,01 (DIN EN 15662:2018; ГХ) | < 0,01 | < 0,01 |
| <i>Нитраты и нитриты, мг / кг</i> | | | |
| Нитраты, не более | 450,0 (ГОСТ 13496.19-2015) | 134,0 ± 34,0 | 160,0 ± 40,0 |
| Нитриты, не более | 10,0 (ГОСТ 13496.19-2015) | 1,36 | 1,64 |
| <i>Токсичные элементы, мг / кг</i> | | | |
| Свинец, не более | 0,5 (ГОСТ Р 53100-2008) | < 0,5 | < 0,5 |
| Мышьяк, не более | 0,5 (ГОСТ Р 53100-2008) | < 0,1 | < 0,1 |
| Кадмий, не более | 0,1 (ГОСТ Р 53100-2008) | < 0,05 | < 0,05 |
| Ртуть, не более | 0,02 (ГОСТ 31650-2012) | < 0,025 | < 0,025 |

Примечание: в скобках указана НД на методы испытаний.

нее. В образцах нативного жмыха подсолнечника уровень нитратов был в 3,4 раза ниже ПДК, нитритов — в 7,4 раза. После ферментации он немного повысился и был ниже ПДК соответственно в 2,8 раза и в 6,1 раза. По концентрации токсичных элементов (свинца, мышьяка, кадмия и ртути) в исходном и ферментированном субстрате различий не установлено. Их содержание было значительно ниже предельно допустимой концентрации.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе исследований установлено, что массовая доля жира и протеина в сухом веществе жмыха после ферментирования закваской Леснова достоверно увеличилась в сравнении с таковой до ферментирования. Содержание микотоксинов (афлатоксин В1, дезоксиниваленон, зеараленон, охратоксин А, Т-2 токсин), ми-

кроскопических плесневых грибов и дрожжей в жмыхе подсолнечника оставалось неизменным и не превышало МДУ. Содержание пестицидов (малатион, пиримифосметил, циперметрин, дифлубензурон), как в исходном сырье, так и в ферментированном, было ниже нижнего предела обнаружения методом ВЭЖХ. Количество нитратов и нитритов, свинца, мышьяка, кадмия и ртути во всех вариантах исследований не превышало ПДК.

Таким образом, полученные результаты дают основание полагать, что поскольку при ферментации закваской Леснова массовая доля жира и протеина в сухом веществе жмыха достоверно увеличиваются, а показатели биологической и химической безопасности остаются на уровнях ниже МДУ и ПДК, то целесообразно провести дальнейшее изучение ферментированного продукта с точки зрения возможности его использования в качестве корма для сельскохозяйственных животных.

Литература

1. Агафонов, Е. В. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов по подсолнечник на черноземе обыкновенном / Е. В. Агафонов, А. В. Ващенко // В сб.: Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Материалы международной научно-практической конференции. — 2015. — С. 3–7.
2. Бородин, С. Г. Грибные болезни подсолнечника / С. Г. Бородин, В. Т. Пивень, И. А. Котлярова, И. И. Шуляк // Защита и карантин растений. — 2006. — №5. — С. 20–23.
3. Гаршин, М. В. Оценка эффективности фунгицидов при химической защите подсолнечника / М. В. Гаршин // Синергия наук. — 2017. — №14. — С. 906–910.
4. Гринько, А. В. Эффективный гербицид для защиты подсолнечника / А. В. Гринько // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. — 2017. — №1 (65). — С. 159–164.
5. Леснов, А. П. Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов / А. П. Леснов // Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов / Патент RU 2 122 330 C1 Российское Агентство по патентам и товарным знакам. Оpubл. 27.11.1998. — Бюл.
6. 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.
7. 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.
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, А. П. Леснов, Л. П. Миронова, А. А. Миронова, М. И. Егоров // Вестник Донского государственного аграрного университета. — 2023. — №1 (47). — С. 117–124.
9. Омаров, М. О. Рацион балансируем по протеину / М. О. Омаров, Е. Н. Головко // Животноводство России. — 2006. — №2. — С. 57–58.
10. Фисинин, В. И. Микотоксины и антиоксиданты: непримиримая борьба. Т-2 токсин — метаболизм и токсичность / В. И. Фисинин, П. Сурай // Ветеринарная медицина. — 2012. — №3. — С. 38–41.
11. Фисинин, В. И. Микотоксины и антиоксиданты: непримиримая борьба. Охратоксин А / В. И. Фисинин, П. Сурай // Комбикорма. — 2012. — №3. — С. 55–56.

Literature

1. Agafonov, E. V. Application of mineral fertilizers and biological products for sunflower on ordinary chernozem / E. V. Agafonov, A. V. Vashchenko // In the collection: Innovations in technologies for cultivating agricultural crops. Materials of the international scientific and practical conference. — 2015. — P. 3–7.
2. Borodin, S. G. Fungal diseases of sunflower / S. G. Borodin, V. T. Piven, I. A. Kotlyarova, I. I. Shulyak // Protection and quarantine of plants. — 2006. — №5. — P. 20–23.
3. Garshin, M. V. Evaluation of the effectiveness of fungicides in the chemical protection of sunflower / M. V. Garshin // Synergy of Sciences. — 2017. — №14. — P. 906–910.
4. Grinko, A. V. Effective herbicide for sunflower protection / A. V. Grinko // Ways to increase the efficiency of irrigated agriculture. — 2017. — №1 (65). — P. 159–164.
5. Lesnov, A. P. Method of using starter culture in feed mixture. Lesnov's starter for preparing feed / A. P. 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.
6. Lesnov, A. P. Low-value plant raw materials in biotechnologies of feed production / A. P. Lesnov, S. V. Leontyev, A. N. Kovalev // APK SOUTH. — 2011. — №5. — P. 40–43.
7. Lishaeva, L. N. Cake and meal of oilseeds. Volumes. Use for feed purposes / L. N. Lishaeva and others // Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Fats. — St. Petersburg, 2000. — P. 160–166.
8. 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). — P. 117–124.
9. Omarov, M. O. We balance the diet with protein / M. O. Omarov, E. N. Golovko // Livestock breeding in Russia. — 2006. — №2. — P. 57–58.
10. Fisinin, V. I. Mycotoxins and antioxidants: an irreconcilable struggle. T-2 toxin — metabolism and toxicity / V. I. Fisinin, P. Suraj // Veterinary medicine. — 2012. — №3. — P. 38–41.
11. Fisinin, V. I. Mycotoxins and antioxidants: an irreconcilable struggle. Okhratoksin A / V. I. Fisinin, P. Suraj // Compound feeds. — 2012. — №3. — P. 55–56. ■