

DOI 10.25741/2413-287X-2023-09-4-205

УДК 631.95

ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ ГРИБНОГО СУБСТРАТА ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ ЗАКВАСКОЙ ЛЕСНОВА

О. МИРОНОВА, канд. биол. наук, Российский университет дружбы народов

В. ВАСИЛЕНКО, д-р с.-х. наук, **Л. МИРОНОВА**, д-р вет. наук, ФГБУ ВО Донской ГАУ

А. КАРМАЗИН, канд. биол. наук, Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору

А. МИРОНОВА, д-р вет. наук, СКЗНИВИ – филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

А. ЛЕСНОВ, канд. экон. наук, ООО «ИНБИОТЕХ-К»

E-mail: m2889888@mail.ru

При выращивании в промышленных масштабах грибов вешенки в качестве технологических отходов остается большое количество использованного субстрата, в состав которого входит солома, сено луговое, сено люцерновое, лузга семян подсолнечника. В настоящей работе были изучены показатели биологической безопасности субстрата при ферментации его закваской Леснова.

Установлено, что в ферментированном продукте количество плесневых грибов и дрожжей (КОЕ/г) снизилось по сравнению с исходным субстратом и было в пределах нормативных значений. Концентрация микотоксинов (афлатоксин В1, дезоксиниваленол, зеараленон, охратоксин А, Т-2 токсин) оставалась такой же, что и до ферментирования, и также не превышала МДУ.

Ключевые слова: закваска Леснова, микробиологическая переработка отработанного субстрата, ферментирование, плесневые грибы, микотоксины, дрожжи.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире возрастает тенденция к вторичному использованию отходов различных производств. При этом важным направлением деятельности ученых является поиск способов их переработки [3]. Одно из перспективных направлений утилизации, в частности, сельскохозяйственных растительных отходов — микробиологическая переработка с последующим скармливанием животным [2; 4]. Для этих целей Лесновым П.А. был предложен препарат, или закваска, содержащая биологически активные вещества, мицелий микроскопических грибов, макро- и микроэлементы. Она обогащает корма витаминами В, D, РР, К, Е, Н, а также ароматическими веществами. Ее применение позволяет повысить питательность грубых кормов на 80–100%, крахмалистых и сахаристых — на 15–20% [5]. Ранее эффективность закваски Леснова изучалась на таких субстратах, как рожь, отруби, молочная сыворотка, пивная дробина. Продукты,

Large-scale commercial production of oyster mushrooms results in large amounts of wastes of the used substrate containing straw, meadow hay, alfalfa hay, sunflower peelings. The parameters of biosafety of this substrate after fermentation induced by Lesnov's leaven were studied.

It was found that the concentrations of moulds and yeasts (CFU/g) were lower as compared to the intact substrate and fell within the respective permitted ranges. Concentrations of mycotoxins (aflatoxin B1, deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T2 toxin) did not altered after the fermentation and remained below the respective maximal permitted ranges.

Keywords: Lesnov's leaven, microbiological processing of used substrate, fermentation, moulds, mycotoxins, yeasts.

полученные после ферментации этой закваской, скармливались свиньям, птице, жвачным животным, которые показали хорошие результаты по продуктивности [5].

В недавних исследованиях было установлено, что закваска Леснова, применяемая для ферментации отработанных отходов грибного производства, а именно вешенки, улучшает их физико-химические показатели: уровень обменной энергии возрастает в 1,3 раза, крахмала — в 8 раз, массовая доля сырого протеина — в 1,9 раза, растворимых углеводов — в 2,8 раза [6]. Субстрат, который использовался в качестве технологических отходов, содержал ячменную солому и солому озимых культур, луговое и люцерновое сено, лузгу подсолнечника, мицелий вешенки.

Поскольку процесс биоферментации проходит при влажности сырья 45–55% и температуре 50–55°C в течение 12–42 ч, то есть в условиях, подходящих для развития

микроскопических плесневых грибов и дрожжей, мы поставили цель исследовать полученный продукт на эти показатели безопасности, а также на присутствие их метаболитов — пяти микотоксинов (афлатоксин В1, дезоксиниваленон, зеараленон, охратоксин А, Т-2 токсин), концентрация которых регламентируется нормативными документами [1]. Отметим, что аналогичные исследования до этого никем не проводились. Мы поставили задачи изучить влияние: закваски Леснова на концентрацию плесневых грибов, дрожжей и микотоксинов в семидневном и семинедельном отработанном субстрате; гранулирования ферментированного продукта на показатели безопасности; времени ферментирования семидневного и семинедельного отработанного субстрата на концентрацию в нем плесневых грибов, дрожжей и микотоксинов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований были отплодоносившие семь дней и семь недель назад «мешки» с субстратом. Его обрабатывали закваской Леснова по предлагаемой авторами методике [5]: вносили 5 г закваски из расчета на 1 т сырья влажностью 45–55% и температурой 50–55°C. Экспозиция составляла 12; 21 и 42 часа. Микробиологические показатели (плесневые грибы и дрожжи) определяли по ГОСТ 10444.12-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов» в Воронежском филиале ФГБУ «Центр оценки качества зерна», содержание микотоксинов — в ИЛ ФГБУ «Центр оценки качества зерна» в соответствии с действующими НД.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В таблице 1 приведены результаты исследований семидневного отработанного грибного субстрата. Количество микробных клеток плесневых грибов в 1 г исходного субстрата было в 2,5 раза ниже максимально допустимого уровня в кормах и кормовом сырье (МДУ). После ферментации закваской Леснова количественное содержание плесневых грибов не изменилось в сравнении с исходным значением; после гранулирования ферментированного продукта оно уменьшилось в 2 раза. Дрожжевых клеток в начальном субстрате было меньше, чем допускается нормой, в 1,7 раза. После ферментации субстрата их число снизилось в 17 раз, после гранулирования ферментированного продукта — в 25 раз.

Что касается микотоксинов, то их концентрация в исходном сырье была значительно ниже максимально допустимых уровней: 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. Следует отметить, что ферментирование семидневного отработанного грибного субстрата закваской Леснова не изменило в нем содержание микотоксинов, как и его гранулирование.

Таблица 1. Содержание плесневых грибов, дрожжей и микотоксинов в семидневном грибном субстрате

Показатель	Субстрат (<i>n</i> = 30)		
	до ферментации	после ферментации	после ферментации и гранулирования
<i>Микробиологические показатели</i>			
Плесневые грибы, КОЕ/г	2,0×10 ²	2,0×10 ²	1,0×10 ²
Дрожжи, КОЕ/г	3,0×10 ²	3,0×10 ¹	2,0×10 ¹
<i>Микотоксины</i>			
Афлатоксин В1, мг/кг	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Дезоксиниваленон, мг/кг	< 0,058	< 0,058	< 0,058
Зеараленон, мг/кг	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Охратоксин А, мг/кг	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Т-2 токсин, мг/кг	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Таблица 2. Содержание плесневых грибов и дрожжей в семинедельном грибном субстрате

Показатель	Субстрат (<i>n</i> = 30)		
	до ферментации	после ферментации	после ферментации и гранулирования
Плесневые грибы, КОЕ/г	2,0×10 ²	2,8×10 ²	3,0×10 ¹
Дрожжи, КОЕ/г	3,0×10 ²	4,0×10 ¹	7,0×10 ¹

Исследование семинедельного отработанного субстрата показало, что количество микробных клеток плесневых грибов в нем было в 2,5 раза ниже ПДК (табл. 2). После ферментации субстрата закваской Леснова их количество увеличилось в 1,4 раза в сравнении с исходным, но оставалось в рамках референсных значений. После гранулирования ферментированного продукта оно уменьшилось в 66,7 раза. Число дрожжевых клеток, которое в исходном субстрате было меньше предельно допустимой нормы в 1,7 раза, снизилось в ферментируемом закваской Леснова продукте в 75 раз, а после его гранулирования — в 43 раза. Концентрации микотоксинов были теми же, что и в семидневном сырье.

В таблице 3 представлены сравнительные значения показателей безопасности семидневного и семинедельного субстрата, подверженного ферментированию закваской Леснова и гранулированного впоследствии. Все они находились в пределах референсных значений ПДК. Концентрация пяти микотоксинов оставалась на исходном уровне, приведенном в таблице 1.

Как видно из данных таблицы 4, после ферментации семидневного и семинедельного субстрата закваской Леснова в течение 21 часа количество плесневых грибов выросло в сравнении с таковым в исходном сырье в 1,4 раза, но оставалось в 1,8 раза ниже верхней границы референсных значений. Ферментация в течение 42 часов

позволила снизить их количество по отношению к ПДК в 166,7 раза, в сравнении с исходным уровнем — в 66,7 раза, с уровнем при 21-часовой ферментации — в 93,3 раза. Число дрожжевых клеток после ферментации закваской Леснова в течение 21 часа стало ниже верхней предельно допустимой границы в 125 раз, в сравнении с исходным уровнем — в 75 раз. После 42 часов ферментации оно уменьшилось по отношению к ПДК в 71,4 раза, к исходному уровню — в 43 раза, однако по сравнению с 21-часовой ферментацией подросло в 1,8 раза.

Таблица 3. Сравнительные значения микробиологических показателей субстрата

Показатель	Закваска Леснова (n = 30)		Закваска Леснова + гранулирование (n = 30)	
	Через 7 дней после плодо- ношения	Через 7 недель после плодо- ношения	Через 7 дней после плодо- ношения	Через 7 недель после плодо- ношения
Плесневые грибы, КОЕ/г	2,8x10 ²	3,0x10 ¹	2,8x10 ²	3,0x10 ¹
Дрожжи, КОЕ/г	4,0x10 ¹	7,0x10 ¹	4,0x10 ¹	7,0x10 ¹

Таблица 4. Влияние продолжительности ферментации на микробиологические показатели семидневного и семинедельного субстрата

Показатель	Субстрат (n = 30)		
	до ферментации	через 21 час ферментации	через 42 часа ферментации
Плесневые грибы, КОЕ/г	2,0x10 ²	2,8x10 ²	3,0x10 ¹
Дрожжи, КОЕ/г	3,0x10 ²	4,0x10 ¹	7,0x10 ¹

Содержание афлатоксина В1, дезоксиниваленола, зеараленона, охратоксина А и Т-2 токсина в семидневном и семинедельном субстрате не изменилось после воздействия на него закваски Леснова в течение как 21 часа, так и 42 часов по сравнению с исходным уровнем.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследованиях установлено, что содержание показателей безопасности — плесневых грибов, дрожжей и микотоксинов (афлатоксин В1, дезоксиниваленол, зеараленон, охратоксин А, Т-2 токсин) — в отходах производства грибов вешенки семидневной и семинедельной давности не превышало ПДК. При ферментации отходов закваской Леснова в течение 21 и 42 часов количество

микроскопических плесневых грибов и дрожжей снижалось относительно исходного уровня и не превышало ПДК. Содержание микотоксинов во всех вариантах исследований оставалось неизменным и также не превышало МДУ.

Таким образом, полученные результаты дают основание полагать, что поскольку процесс ферментации закваской Леснова технологических отходов производства грибов вешенки не ухудшает их биологические показатели безопасности, то целесообразно провести дальнейшее изучение ферментированного субстрата с точки зрения возможности его использования в качестве корма для сельскохозяйственных животных, в частности для крупного и мелкого рогатого скота.

Литература

1. Ахмадышин, Р. А. Микотоксины-контаминанты кормов / Р. А. Ахмадышин, А. В. Канарский, З. А. Канарская // Вестник Казанского технологического университета. — 2007. — Вып. 2. — С. 88–103.
2. Способ получения кормового продукта и концентрата : патент 2532452 Рос. Федерация : МПК А23К 1/06 / А. Н. Лазаревич, А. П. Леснов, Н. А. Табаков. — № 2013128539/13; заявл. 21.06.2013 ; опубл. 10.11.2014, Бюл. № 31.
3. Леонтьев, С. В. Актуальность переработки отходов растительного происхождения / С. В. Леонтьев, А. П. Леснов // Эффективное животноводство. — 2011. — № 9. — С. 32–33.
4. Леснов, П. А. Универсальная биологическая закваска / П. А. Леснов // Комбикормовая промышленность. — 1995. — № 6. — С. 21.
5. Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов : патент RU 2122330 С1 / П. А. Леснов. — № 97101965/13; заявл. 10.02.1997 ; опубл. 27.11.1998.
6. 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. — № 1 (47). — С. 117–124.
7. Монастырский, О. А. Микотоксины — глобальная проблема безопасности продуктов / О. А. Монастырский, М. Я. Искандеров // Агрехимия. — 2016. — № 6. — С. 67–71.
8. 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.
9. Фисинин, В. И. Микотоксины и антиоксиданты: непримиримая борьба. Охратоксин А / В. И. Фисинин, П. Сурай // Комбикорма. — 2012. — № 3. — С. 55–56. ■