

УДК 631.95

СРАВНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУБСТРАТА, ИСПОЛЬЗОВАННОГО ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ ВЁШЕНКИ, И ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЫ, ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ЗАКВАСКОЙ ЛЕСНОВА

МИРОНОВА О. А.¹, кандидат биологических наук

КАРМАЗИН А. П.², кандидат биологических НАУК

ЛЕСНОВ А. П.³, кандидат экономических наук

¹ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»

117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

E-mail: m2889888@mail.ru

²Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор)

107139, г. Москва, Орликов пер., д. 1/11, каб. 808

E-mail: fumrostov@mail.ru

³ООО «ИНБИОТЕХ-К»

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

E-mail: lesnovap@gmail.com

Изучение возможности использования в качестве грубого корма жвачным животным отходов сельскохозяйственного производства является перспективным. При выращивании в промышленных масштабах вёшенки в качестве технологических отходов остаётся большое количество использованного субстрата, в состав которого входит солома, сено луговое, сено люцерновое, лузга семечек подсолнечника. Объектом исследований были использованные 7 дней назад «мешки» с субстратом и в необходимом количестве пшеничная солома, обработанные закваской Леснова. Цель исследований — провести сравнительный анализ питательности технологических отходов промышленного производства грибов вёшенки и пшеничной соломы после биоферментации закваской Леснова. Показатели качества (массовая доля влаги, жира, протеина, сырой золы, сырой клетчатки, крахмала, растворимых углеводов в пересчёте на сухое вещество, обменная энергия) исследовались в испытательной лаборатории ФГБУ «Центр оценки качества зерна» по г. Москве и Московской области. Исследуемые показатели качества (кроме массовой доли сырой золы) пшеничной соломы и отходов грибного производства после ферментирования закваской Леснова достоверно изменились в сравнении с исходными. Массовая доля растворимых углеводов в грибном субстрате в сравнении с пшеничной соломой после ферментации закваской Леснова оказалась выше в 2,6 раза. Содержание крахмала в пересчёте на сухое вещество после ферментации субстрата закваской Леснова в сравнении с ферментированной пшеничной соломой было в 2,1 раза выше. Обменная энергия после обработки грибного субстрата закваской Леснова в сравнении с пшеничной соломой, обработанной закваской Леснова, была выше в 1,6 раза. Массовая доля сырой клетчатки в грибном субстрате в сравнении с пшеничной соломой после ферментации закваской Леснова оказалась ниже в 1,5 раза.

Ключевые слова: закваска Леснова, микробиологическая переработка вторичного сырья, ферментирование, вёшенка, пшеничная солома.

Грубые корма являются важной частью рациона жвачных животных и могут составлять до 50% его энергетической питательности в зависимости от типа кормления и структуры рациона. Грубые корма содержат более 30% клетчатки, поэтому переваримость их ниже, чем других кормов. Несмотря на это они имеют большое значение в кормлении молочного скота: придают рациону необходимый объём и физическую структуру; утоляют чувство голода; способствуют нормальной работе желудочно-кишечного тракта, усиливая перистальтику; служат источником образования тепла в организме. Наиболее часто в корм скоту используется солома хлебных злаков, характерной особенностью химического состава и питательности которой является высокое содержание клетчатки, очень небольшое количество протеина и жира и почти полное отсутствие витаминов (Лазаревич,

Леснов, 2016). В чистом виде солома плохо поедается скотом и имеет сравнительно низкую переваримость питательных веществ. С учётом того, что энергия, заключённая в соломе, усваивается только на 30–35% из-за недоступности целлюлозных комплексов для переваривания целлюлозолитическими микроорганизмами желудочно-кишечного тракта животных, в практике обычно применяют такие приёмы подготовки, как измельчение, смачивание и сдобривание, заваривание и запаривание, обработка щелочами, известью, аммиачной водой, силосование, дрожжевание, гранулирование (Болотин, Апатов, Бойков, 1980).

А.Н. Лазаревич, А.П. Леснов (2016) предложили эффективный способ биоферментации соломы с помощью закваски Леснова, при применении которого на 60% повышается её перевариваемость и питательность. Закваска Леснова

включает в себя биологически активные вещества, мицелии микроскопических грибов, макро- и микроэлементы, повышающие питательность грубых кормов на 80–100%, крахмалистых и сахаристых — на 15–20%, обогащающие корма витаминами В, Д, РР, К, Е, Н, а также ароматическими веществами (Леснов, 1999).

Закваска Леснова изучена на таких субстратах, как крупяные отходы различных зерновых, отруби, спиртовая барда, пивная дробина; продукты, полученные после ферментации закваской Леснова, испытаны при кормлении свиней, птицы, жвачных животных (Леснов, 1995; 1998).

Поскольку широкое использование соломы на корм крупному рогатому скоту и овцам экономически целесообразно лишь в южных регионах с большим удельным весом зерновых культур в структуре посевных площадей, то перспективным является изучение возможности использования других отходов сельскохозяйственного производства, обработанных закваской Леснова, в качестве грубого корма жвачным животным (Леснов, Леонтьев, Никитенков, 2009; Леснов, Леонтьев, Ковалёв, 2009; 2011).

Важными направлениями деятельности учёных является поиск способов переработки отходов различных производств для вторичного использования, в том числе для скормливания животным. Одним из эффективных направлений утилизации отходов различных производств является микробиологическая переработка вторичного сырья сельскохозяйственного производства (Лазаревич, Леснов, Табаков, 2014; Лазаревич, Леснов, Иванова, 2015).

Так, при выращивании в промышленных масштабах вёшенки в качестве технологических отходов остаётся большое количество использованного субстрата. Свежий субстрат для выращивания вёшенки готовят из соломы, сена лугового, сена люцернового, лузги семечек подсолнечника (отходы производства масла), добавляют мицелий вёшенки на базе зерна ячменя и выращивают грибы. После снятия урожая грибов отработанный субстрат, с нашей точки зрения, может представлять интерес как грубый корм (Миронова и др., 2023).

Однако в исходном виде после снятия урожая животные его не поедают из-за специфического запаха и вкуса. До сих пор в чистом виде отходам этого производства не было найдено применения.

Цель исследований — провести сравнительный анализ питательности технологических отходов промышленного производства грибов вёшенки и пшеничной соломы после биоферментации закваской Леснова.

Методика исследований. Объектами исследований были использованный при выращивании вёшенки 7 дней назад субстрат и в необходимом количестве солома, полученная после уборки пшеницы.

Названные объекты обрабатывали закваской Леснова по предложенной авторами методике: на 1 т сырья вносили 5 г закваски Леснова (на 1 часть сырья 0,000005 части) при влажности сырья 45–55%, температуре 50–55°C, экспозиции 12 ч. Показатели качества (массовая доля влаги, жира, протеина, сырой золы, сырой клетчатки, крахмала, растворимых углеводов в пересчёте на сухое вещество, обменная энергия) исследовались в испытательной лаборатории ФГБУ «Центр оценки качества зерна» по г. Москве и Московской области согласно действующей нормативной документации.

Результаты исследований. Показатели качества, исследованные до и после ферментации отработанного грибного субстрата, приведены в табл. 1.

После ферментации грибного субстрата закваской Леснова массовая доля влаги уменьшилась в 6 раз ($p < 0,001$). Массовая доля жира в сухом веществе после обработки субстрата закваской Леснова была в 1,3 раза выше в сравнении с исходным уровнем ($p < 0,01$). Массовая доля сырого протеина в пересчёте на сухое вещество после обработки закваской Леснова была в 2 раза выше в сравнении с исходным уровнем ($p < 0,001$). Массовая доля сырой клетчатки в пересчёте на активное сухое вещество после ферментации препаратом Леснова была в 1,4 раза ниже в сравнении с исходным уровнем до ферментации. Обменная энергия после обработки грибного субстрата закваской Леснова была в 1,2 раза выше ($p < 0,001$) в сравнении с исходным уровнем. Массовая доля растворимых углеводов после ферментации субстрата закваской Леснова повысилась в сравнении с исходным уровнем (до ферментации) в 42 раза ($p < 0,001$). Содержание крахмала в пересчёте на сухое вещество после ферментации субстрата закваской Леснова возросло в 5 раз ($p < 0,001$) в сравнении с исходным продуктом.

Таким образом, исследуемые показатели качества отходов грибного производства достоверно изменились, кроме массовой доли сырой золы, в сравнении с исходными после ферментирования закваской Леснова.

Показатели качества, исследованные до и после ферментации пшеничной соломы, приведены в табл. 2.

После ферментации пшеничной соломы закваской Леснова массовая доля влаги практически не изменилась. Массовая доля жира в сухом веществе после обработки субстрата закваской Леснова возросла в 1,5 раза в сравнении с исходным уровнем ($p < 0,001$). Массовая доля сырого протеина в пересчёте на сухое вещество после обработки закваской Леснова была в 2,5 раза выше в сравнении с исходным уровнем ($p < 0,001$). Массовая доля сырой клетчатки в пересчёте на активное сухое вещество после ферментации препаратом Леснова была в 1,5 раза выше в сравнении с исходным уровнем до ферментации. Обменная энергия после обработки грибного субстрата закваской Леснова в 1,8 раза была выше в сравнении с исходным уровнем ($p < 0,001$).

1. Показатели качества грибного субстрата, взятого спустя 7 дней после снятия урожая вёшенки и ферментированного закваской Леснова

Показатель	Субстрат (n=30)	
	до ферментации	после ферментации
Массовая доля влаги, %	72,9	11,0***
Массовая доля жира в сухом веществе, г/кг	13,6±0,44	17,5±0,46**
Массовая доля сырого протеина в пересчёте на сухое вещество, не менее г/кг	58,7±0,22	109,2±0,36***
Массовая доля сырой золы в пересчёте на сухое вещество, не более г/кг	61,0±0,3	64,0±0,3
Массовая доля сырой клетчатки в пересчёте на сухое вещество, не более г/кг	491,0±3,4	348,0±2,7***
Обменная энергия, МДж/кг	6,8	8,1***
Массовая доля растворимых углеводов по Бертрану, %	<0,1	4,2±0,8***
Содержание крахмала в пересчёте на сухое вещество, г/кг	11,2	56,2***

Примечание: * — $p < 0,5$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

2. Показатели качества пшеничной соломы, ферментированной закваской Леснова

Показатель	Субстрат (n=30)	
	до ферментации	после ферментации
Массовая доля влаги, %	12,8	12,3
Массовая доля жира в сухом веществе, г/кг	11,1±0,44	16,5±0,49***
Массовая доля сырого протеина в пересчёте на сухое вещество, не менее г/кг	45,5±0,34	113,5±0,38***
Массовая доля сырой золы в пересчёте на сухое вещество, не более г/кг	42,2±0,3	43,0±0,3
Массовая доля сырой клетчатки в пересчёте на сухое вещество, не более г/кг	346,4±2,9	528,0±2,5***
Обменная энергия, МДж/кг	2,9	5,2***
Массовая доля растворимых углеводов по Бертрану, %	1,2±0,8	1,6±0,8**
Содержание крахмала в пересчёте на сухое вещество, г/кг	10,2	27,0***

Примечание: * — $p < 0,5$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Массовая доля растворимых углеводов после ферментации субстрата закваской Леснова повысилась в сравнении с исходным уровнем (до ферментации) в 1,3 раза ($p < 0,01$). Содержание крахмала в пересчёте на сухое вещество после ферментации субстрата закваской Леснова возросло в 2,7 раза ($p < 0,001$) в сравнении с исходным продуктом.

Таким образом, исследуемые показатели качества пшеничной соломы, кроме массовой доли сырой золы, достоверно изменились в сравнении с исходными после ферментирования закваской Леснова.

После ферментации отработанного грибного субстрата и пшеничной соломы закваской Леснова средние показатели массовой доли влаги стали близкими.

Средние значения показателей массовой доли жира и сырого протеина в сухом веществе после обработки грибного субстрата после плодоношения и пшеничной соломы были близкими и статистически не отличались.

Массовая доля сырой золы в ферментированном грибном субстрате была в 1,5 раза больше в сравнении с аналогичным показателем пшеничной соломы. Однако следует учесть, что массовая доля сырой золы в исходном грибном субстрате была в 1,5 раза больше в сравнении с таковой у пшеничной соломы и не изменилась после ферментации продуктов закваской Леснова.

Массовая доля сырой клетчатки в грибном субстрате в сравнении с пшеничной соломой после ферментации закваской Леснова оказалась ниже в 1,5 раза ($p < 0,001$).

Показатель обменной энергии после обработки грибного субстрата закваской Леснова был в сравнении с обработанной пшеничной соломой выше в 1,6 раза ($p < 0,01$).

3. Сравнительная характеристика показателей качества грибного субстрата и пшеничной соломы, ферментированных закваской Леснова

Показатель	Субстрат	Солома
Массовая доля влаги, %	11,0	12,3
Массовая доля жира в сухом веществе, г/кг	17,5± 0,46	16,5±0,49
Массовая доля сырого протеина в пересчёте на сухое вещество, не менее г/кг	109,2±0,36	113,5±0,38
Массовая доля сырой золы в пересчёте на сухое вещество, не более г/кг	64,0±0,3**	43,0±0,3
Массовая доля сырой клетчатки в пересчёте на сухое вещество, не более г/кг	348,0±2,7	528,0±2,5***
Обменная энергия, МДж/кг	8,1**	5,2
Массовая доля растворимых углеводов по Бертрану, %	4,2±0,8***	1,6±0,8
Содержание крахмала в пересчёте на сухое вещество, г/кг	56,2***	27,0

Примечание: * — $p < 0,5$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Массовая доля растворимых углеводов после ферментации закваской Леснова отработанного субстрата была выше в сравнении с ферментированной пшеничной соломой в 2,6 раза ($p < 0,001$).

Содержание крахмала в пересчёте на сухое вещество после ферментации отработанного грибного субстрата закваской Леснова в сравнении с ферментированной пшеничной соломой было в 2,1 раза выше ($p < 0,001$).

Заключение. Таким образом, на основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. исследуемые показатели качества (кроме массовой доли сырой золы) пшеничной соломы и отходов грибного производства после ферментирования закваской Леснова достоверно изменились в сравнении с исходными;

2. массовая доля влаги, жира, сырого протеина в сухом веществе использованного грибного субстрата и пшеничной соломы после ферментации закваской Леснова были близки и статистически не отличались;

3. массовая доля растворимых углеводов в грибном субстрате в сравнении с пшеничной соломой после ферментации закваской Леснова оказалось выше в 2,6 раза ($p < 0,001$); содержание крахмала в пересчёте на сухое вещество после ферментации субстрата закваской Леснова в сравнении с ферментированной пшеничной соломой было в 2,1 раза выше;

4. обменная энергия после обработки грибного субстрата закваской Леснова в сравнении с пшеничной соломой, обработанной закваской Леснова, была выше в 1,6 раза ($p < 0,01$);

5. массовая доля сырой клетчатки в грибном субстрате в сравнении с пшеничной соломой после ферментации закваской Леснова оказалось ниже в 1,5 раза ($p < 0,001$).

Литература

- Болотин А. В. Методы повышения питательности соломы / А. В. Болотин, В. М. Апатов, Н. В. Бойков // Молочное и мясное скотоводство. — 1980. — № 2. — С.12–15.
- Лазаревич А. Н. Способ получения кормового продукта и концентрата / А. Н. Лазаревич, А. П. Леснов, Н. А. Табаков. // Патент 2 532 452 РФ, МПК А 23 К 1/06. Оpubл. 10.11.2014. Бюл. № 31.
- Лазаревич А. Н. Технология производства и применения кормового продукта и концентрата на основе пивной дробины: рекомендации / А. Н. Лазаревич, А. П. Леснов, О. В. Иванова. — Красноярск: ФГБНУ Красноярский НИИЖ, 2015. — 59 с.
- Лазаревич А. Н. Солома в рационах сельскохозяйственных животных: рекомендации / А. Н. Лазаревич, А. П. Леснов. — Красноярск, 2016. — С.83.
- Леонтьев С. В. Актуальность переработки отходов растительного происхождения / С. В. Леонтьев, А. П. Леснов // Эффективное животноводство. — 2011. — № 9. — С.32–33.
- Леснов П. А. Универсальная биологическая закваска / П. А. Леснов // Комбикормовая промышленность. — 1995 — № 6. — С.21.

7. Леснов П.А. Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов / П.А. Леснов // Патент RU 2 122 330 С1 Российское агентство по патентам и товарным знакам. Оpubl. 27.11.1998. Бюл. 5. — С.18.
8. Леснов П.А. Закваска Леснова для приготовления кормов и способ её использования / П.А. Леснов // Открытия, изобретения. — 1999. — № 6. — С.20–21.
9. Леснов А.П. Производство кормов из малоценного растительного сырья для КРС / А.П. Леснов, С.В. Леонтьев, А.И. Никитенков // Эффективное животноводство. — 2009. — № 9. — С.44–45.
10. Леснов А.П. Малоценное растительное сырьё в биотехнологиях кормопроизводства / А.П. Леснов, С.В. Леонтьев, А.Н. Ковалёв // АПК ЮГ. — 2011. — № 5. — С.40–43.
11. Перспективы использования технологических отходов промышленного производства грибов вёшенки 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.

References

1. Bolotin A.V. Metody povysheniya pitatelnosti solomy / A.V. Bolotin, V.M. Apatov, N.V. Boykov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. — 1980. — No. 2. — P.12–15.
2. Lazarevich A.N. Sposob polucheniya kormovogo produkta i kontsentrata / A.N. Lazarevich, A.P. Lesnov, N.A. Tabakov. // Patent 2 532 452 RF, MPK A 23 K 1/06. Opubl. 10.11.2014. Byul. No. 31.
3. Lazarevich A.N. Tekhnologiya proizvodstva i primeneniya kormovogo produkta i kontsentrata na osnove pivnoy drobiny: rekomendatsii / A.N. Lazarevich, A.P. Lesnov, O.V. Ivanova. — Krasnoyarsk: FGBNU Krasnoyarskiy NIIZh, 2015. — 59 p.
4. Lazarevich A.N. Soloma v ratsionakh selskokhozyaystvennykh zhivotnykh: rekomendatsii / A.N. Lazarevich, A.P. Lesnov. — Krasnoyarsk, 2016. — P.83.
5. Leontev S.V. Aktualnost pererabotki otkhodov rastitelnogo proiskhozhdeniya / S.V. Leontev, A.P. Lesnov // Effektivnoe zhivotnovodstvo. — 2011. — No. 9. — P.32–33.
6. Lesnov P.A. Universalnaya biologicheskaya zakvaska / P.A. Lesnov // Kombikormovaya promyshlennost. — 1995 — No. 6. — P.21.
7. Lesnov P.A. Sposob ispolzovaniya zakvaski v kormosmesi. Zakvaska Lesnova dlya prigotovleniya kormov / P.A. Lesnov // Patent RU 2 122 330 S1 Rossiyskoe agentstvo po patentam i tovarnym znakam. Opubl. 27.11.1998. Byul. 5. — P.18.
8. Lesnov P.A. Zakvaska Lesnova dlya prigotovleniya kormov i sposob ee ispolzovaniya / P.A. Lesnov // Otkrytiya, izobreteniya. — 1999. — No. 6. — P.20–21.
9. Lesnov A.P. Proizvodstvo kormov iz malotsennogo rastitelnogo syrya dlya KRS / A.P. Lesnov, S.V. Leontev, A.I. Nikitenkov // Effektivnoe zhivotnovodstvo. — 2009. — No. 9. — P.44–45.
10. Lesnov A.P. Malotsennoe rastitelnoe syre v biotekhnologiyakh kormoproizvodstva / A.P. Lesnov, S.V. Leontev, A.N. Kovalev // APK YuG. — 2011. — No. 5. — P.40–43.
11. Perspektivy ispozovaniya tekhnologicheskikh otkhodov promyshlennogo proizvodstva gribov veshenki posle fermentirovaniya zakvaskoy Lesnova v kachestve korma dlya krupnogo rogatogo skota / O.A. Mironova, A.P. Lesnov, L.P. Mironova, A.A. Mironova, M.I. Egorov // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. — 2023. — No. 1 (47). — P.117–124.

THE PHYSICS AND CHEMISTRY OF WHEAT STRAW AND THE SUBSTRATE USED FOR THE LARGE-SCALE CULTIVATION OF OYSTER MUSHROOMS WHEN FERMENTING WITH THE LESNOV'S STARTER CULTURE

MIRONOVA O. A.¹, PhD Biol. Sc.

KARMAZIN A. P.², PhD Biol. Sc.

LESNOV A. P.³, PhD Econ. Sc.

¹RUDN University

117198, Russia, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6

E-mail: m2889888@mail.ru

²Federal Servis for Veterinary and Phytosanitary Supervizion (Rosselkhoz nadzor)

107139, Russia, Moscow, Orlikov pereulok (alley), 1/11, office №.808

E-mail: fumrostov@mail.ru

³ООО "INBIOTEKH-K"

125252, Russia, Moscow, Zorge str., 15

E-mail: lesnovap@gmail.com

Feeding ruminants with the roughage feed made out of agricultural byproducts is a promising concept in agriculture. The large-scale production of oyster mushroom results in the substantial amount of residual substrate comprising straw, hay, alfalfa dry mass, and sunflower husks. The objects of this study were seven-day-old mushroom substrate and wheat straw treated by the Lesnov's starter culture. The goal was to test the nutritional values of the oyster mushroom byproducts and wheat straw after the fermentation with the Lesnov's starter culture. The proportions of water, fat, protein, crude ash, crude fiber, starch, soluble carbohydrates in dry matter (DM), and exchange energy were analyzed at the laboratory of the Grain Quality Assessment Center of Moscow and the Moscow region. All the tested parameters varied significantly when fermenting with the Lesnov's starter culture except for the proportion of crude ash. The mass fraction of soluble carbohydrates were 2.6 times higher in the mushroom substrate versus the one in straw. The starch concentration in the DM of the mushroom substrate exceeded the one of straw by 2.1 times. The exchange energy in the mushroom substrate was 1.6 times higher than the one in the straw. Wheat straw was 1.5 times richer in crude fiber than mushroom substrate.

Keywords: the Lesnov's starter culture, microbiological processing of byproducts, fermentation, oyster mushroom, wheat straw.