

Ж. Б. СУЛЕЙМЕНОВА, Т. В. КУЗНЕЦОВА,
Ж. К. РАХМЕТОВА, А. Е. НУРЛЫБАЕВА, Ж. К. САДУЕВА

(РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРИБА ВЕШЕНКА В КОРМЛЕНИИ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

Аннотация. Настоящий обзор посвящен возможности использования дроворазрушающих высших базидиальных грибов, а именно вешенки обыкновенной для утилизации отходов органической природы, которые идут в корм домашним животным и птице.

Ключевые слова: съедобные грибы, *Pleurotus ostreatus*, кормопроизводство, кормовой белок.

Тірек сөздер: жеуге жарамды саңырауқұлақтар, *Pleurotus ostreatus*, жем-шөп өндірісі, азықтық ақуыз.

Keywords: edible mushrooms, *Pleurotus ostreatus*, feed processing, feed protein.

Эффективность современного животноводства в решающей мере зависит от состояния кормовой базы. Только при наличии необходимого количества высококачественных кормов можно организовать полноценное кормление животных и прибыльное ведение отрасли. Рационы должны содержать в 1 кг сухого вещества не менее 9–10 МДж обменной энергии, 130–150 г сырого протеина и оптимальное количество других жизненно важных элементов питания. Вместе с тем, анализ питательной ценности рационов, используемых в животноводстве, свидетельствует об их значительном дефиците по энергии (на 20–25%), протеину (на 18–20%) и биологически активным веществам (до 80%) [1, 2]. Скармливание таких рационов позволяет реализовать не более половины продуктивного потенциала животных и ведет к значительному перерасходу кормов на единицу продукции. Главной причиной сложившегося положения является несбалансированность рационов по энергии, протеину и витаминно-минеральному комплексу, что вызвано низким качеством заготавливаемых объемистых кормов, нерациональным использованием зерновых концентратов, плохой обеспеченностью скота энергонасыщенными высокобелковыми добавками.

Основными объемистыми кормами для жвачных животных являются сено, сенаж и силос, заготовка которых нередко сопровождается значительными потерями питательных веществ. Для микробиологической промышленности большой интерес представляют сельскохозяйственные и промышленные отходы целлюлозы, которые образуются каждый год и достигают сотен миллионов тонн [3]. Целлюлоза-6 принципиальный источник энергии у жвачных животных благодаря ее ферментации в руменретикуле целлюлолитической микрофлорой. Более того, целлюлоза – основной компонент растительных и сельскохозяйственных отходов, многих строительных материалов, она входит в состав взрывчатых веществ, лаков, клеев, чернил, пластмасс, киноплёнок, бумаги и т.д. Большая часть сельскохозяйственных и лесных целлюлозосодержащих отходов разлагается целлюлолитическими микроорганизмами, увеличивая плодородие почв. В Казахстане ежегодно образуется огромное количество растительных отходов сельскохозяйственного и промышленного производства – соломы злаковых культур, значительная часть которой гниет и сжигается. Мало используются такие сельскохозяйственные отходы, как лузга подсолнечника, стебли хлопчатника, шелуха риса и ячменя. При этом большинство отходов характеризуется оптимальным отношением углерода к азоту, что делает их наиболее подходящими в качестве субстратов при разведении грибов. Неблагоприятная обстановка, сложившаяся в связи с нерешенной проблемой утилизации отходов, грозит экологической катастрофой нашей стране. Рациональное использование целлюлозосодержащих отходов одновременно в известной мере решает две задачи: проблему белкового дефицита и проблему охраны окружающей среды.

Прогрессивной технологией, позволяющей получать первоклассный корм из растительного сырья повышенной влажности, является заготовка травяных рулонов с пленочным покрытием [4]. Растительная масса, герметично упакованная в самосклеивающуюся пленку, обладает более высокой в сравнении с обычным сеном концентрацией энергии и перевариваемого протеина в сухом веществе. К эффективным приемам повышения сохранности питательных веществ в растительном

сырье относится химическое консервирование. При силосовании зеленой массы целесообразно использовать анолит, получаемый при электрохимической активации природных (озерная вода) или искусственных водно-солевых растворов [5-8]. Этот экологически безопасный реагент, производство которого несложно организовать в хозяйствах, по эффективности действия сопоставим с импортными консервантами, а по стоимости в 200–250 раз дешевле их.

Белки растительного происхождения (например, соевые продукты) при всех их достоинствах, имеют ряд серьезных недостатков (отсутствие отдельных незаменимых аминокислот, наличие ингибиторов синтеза ферментов), что требует дополнительных методов обработки и производственных затрат [9, 10]. Производство белков животного происхождения является дорогостоящим и трудоемким. В погоне за дешевыми и быстро производимыми белковыми продуктами, производитель, увлекаясь достижениями научно-технического прогресса, далеко не всегда действует во благо человеческого здоровья. В настоящее время наиболее перспективно получение белка микробиологическим путем. При этом не требуется посевных площадей, промышленное производство не зависит от климатических условий, а также поддается точному планированию и регулированию. Биоконверсия растительных субстратов при помощи бактерий, дрожжей и низших грибов широко используется во многих странах [11]. В настоящее время уже широко используются в корм животным дрожжи, обладающие способностью в короткие сроки продуцировать большое количество биомассы, которая в высушенном виде представляет ценный белково-витаминный концентрат. Многочисленные исследования, проведенные как в нашей стране, так и за рубежом, свидетельствуют о высокой кормовой ценности белков микроорганизмов. Применение их в комбикормах дает возможность получить значительное количество свинины, говядины, птицы, яиц. Так, в килограмме пищевых дрожжей содержится столько белка, сколько в 3 кг мяса. То же самое можно сказать и о кормовых дрожжах. Добавка тонны этого продукта в корма для птицы позволяет получить дополнительно 1,5–2 т мяса или 25–30 тыс. штук яиц, в свиноводстве эта же тонна высвобождает около 5 т фуражного зерна [12, 13].

Однако следует отметить, что дрожжи, плесневые грибы и бактерии не способны использовать лигноцеллюлозные комплексы непосредственно. Растительные субстраты становятся доступными для них лишь после обработки сильными кислотами, что требует значительных затрат. Одним из перспективных направлений становятся технологии с использованием древоразрушающих высших базидиальных грибов, которые, как важнейший компонент лесных биогеоценозов, играют значительную роль в круговороте веществ в природе [14]. Грибы в отличие от бактерий, дрожжей и низших грибов способны к активному разложению лигноцеллюлозного комплекса и поэтому могут быть успешно использованы для получения пищевых (плодовые тела) и кормовых продуктов путем обогащения малоценных грубых растительных отходов грибным белком и легкоусвояемыми углеводами. В биомассе высших грибов содержится 22–57% белка, 18–40% углеводов, 1,8–5,0% жиров, минеральных веществ [15]. В плодовых телах содержатся все незаменимые аминокислоты, жирно-кислотный состав липидов сходен с составом растительных масел. Содержание витаминов превосходит их содержание во многих овощах, в минеральный состав входят все микроэлементы, необходимые в питании человека. Кроме этого, грибы содержат ферменты, незаменимые жирные кислоты, фосфолипиды, углеводные соединения, ароматические вещества. Это позволяет рассматривать грибы как ценный пищевой продукт и источник биологически активных веществ.

В последнее время все большее распространение получил гриб вешенка обыкновенная, которая по объему промышленного производства занимает второе место в Европе [16, 17]. Промышленное культивирование гриба вешенки имеет ряд преимуществ: высокая скорость роста, обильное плодоношение, конкурентоспособность к посторонней микрофлоре, относительная простота выращивания, хорошие вкусовые и питательные качества. Однако, наряду с этим, существует ряд проблем, в частности, интенсификация технологии производства, подбора состава питательных сред, повышения питательной и биологической ценности грибной биомассы. Культивирование вешенки позволяет решить не только проблему нехватки белка, но и утилизации отходов сельского хозяйства и лесоперерабатывающей промышленности. По разнообразию растительных субстратов гриб не имеет себе равных. Культивирование вешенки на дешевых недефицитных лигноцеллюлозных отходах обеспечит низкую себестоимость продукции и позволит утилизировать растительные отходы без загрязнения окружающей среды [18-20].

Конверсия органических остатков съедобными грибами обладает многими ценными свойствами. Эта технология безотходна, причем твердые и жидкие отходы могут непосредственно смешиваться в процессе приготовления субстратов. Непереваримый лигнин и его комплексы используются грибами вплоть до полной минерализации, а соединения углерода преобразуются в более усвояемые формы, обогащаясь при этом белком. Масса переработанного грибами ферментами субстрата, пронизанная густой сетью грибницы, после несложной переработки идет в качестве добавки в корм сельскохозяйственным животным, употребляется в виде высококачественного удобрения или для выращивания других съедобных грибов. Мицелий многих грибов может быть использован в производстве ценных лекарственных препаратов. Высокая скорость роста, урожайность, возможность выращивания в течение всего года – все это делает культивирование грибов одним из наиболее эффективных и быстрых способов утилизации отходов органической природы, которые идут в корм домашним животным [21-23].

Если спрос на культивируемые съедобные грибы продолжает на международном рынке неуклонно расти, то для использования их в качестве белково-витаминного препарата для кормовых целей требуются дополнительные исследования, имеющие целью снижение затрат на их производство и обеспечение эффективности и рентабельности этой отрасли. Актуальными при этом представляется исследования, направленные на отработку принципа селективности субстрата для производства грибов, а именно, микробной его конверсии с использованием так называемых «защитных микроорганизмов».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Андреев А.В., Асланов И.Е., Ахламов Ю.Д. и др. Справочник по кормопроизводству. – М.: Колос, 1973. – С. 409-410.
- 2 Бабич А.А. Проблема белка в животноводстве // Зоотехния. – 1991. – № 6. – С. 18-20.
- 3 Бикташев Р.У. Повышение питательности и продуктивного действия грубых кормов электрохимической деструкцией клетчатки: Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук. – Ульяновск, 2002. – 46 с.
- 4 Ахламов Ю.Д., Шевцов А.В. Заготовка корма в рулонах // Кормопроизводство. – 1999. – № 7. – С. 28-29.
- 5 Гут Б.М. Использование синтетических азотистых веществ в кормлении сельскохозяйственных животных. – Л.: Сельское хозяйство, 1978. – 16 с.
- 6 Пасько О.А. Активированная вода и ее применение в сельском хозяйстве. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 134 с.
- 7 Калинин Н.А., Гизатулин Р.Ф., Шуванева Г.П. и др. Применение электроактивированного 1%-ного раствора поваренной соли при консервировании кормов // Науч.-техн. Бюл. РАСХН. Сиб. Отд-ние. СибНИИСХ. – 1991. – Вып. 6. – С. 10-14.
- 8 Кирпичников Н.А., Бахир В.М., Гамер П.У. и др. О природе электрохимической активации сред // Доклады АН СССР. – 1986. – Т. 286. – С. 663-666.
- 9 Бабич А.А. Проблема белка в животноводстве // Зоотехния. – 1991. – № 6. – С. 18-20.
- 10 Бенц В.А. Протеин в проблеме кормопроизводства Сибири // Кормопроизводство. – 1993. – № 2. – С. 11-15.
- 11 Gurpreet Singh Dhillona et al. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2013. – Vol. 27. – P. 789-805.
- 12 John H. Litchfield Production of foods, food additives and feeds from biomass by microbiological processes // Biomass Conversion Technology Principles and Practice. – 1987. – P. 113-122.
- 13 Pauline K. Marstrand Production of microbial protein: a study of the development and introduction of a new technology // Research Policy. – 1981. – Vol. 10, Issue 2. – P. 148-171.
- 14 Raj D. Rai, O.P. Ahlawat Edible fungi: Biotechnological approaches // Applied Mycology and Biotechnology. – 2002. – Vol. 2. – P. 87-121.
- 15 Shakuntala Ghorai et al. Fungal biotechnology in food and feed processing // Food Research International. – 2009. – Vol. 42, Issues 5-6. – P. 577-587.
- 16 Devinder Singh Chahal Production of protein-rich mycelial biomass of a mushroom, *Pleurotus sajor-caju*, on corn stover // Journal of Fermentation and Bioengineering. – 1989. – Vol. 68, Issue 5. – P. 334-338.
- 17 Nirmalendu Dasa, Mina Mukherjee Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on weed plants // Bioresource Technology. – 2007. – Vol. 98, Issue 14. – P. 2723-2726.
- 18 Ergün Baysala et al. Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials // Bioresource Technology. – 2003. – Vol. 89, Issue 1. – P. 95-97.
- 19 Yitzhak Hadar, Zohar Kerem, Barbara Gorodecki Biodegradation of lignocellulosic agricultural wastes by *Pleurotus ostreatus* // Journal of Biotechnology. – 1993. – Vol. 30, Issue 1. – P. 133-139.
- 20 Sibel Yildiz et al. Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom // Process Biochemistry. – 2002. – Vol. 38, Issue 3. – P. 301-306.
- 21 Viviana Brozzolia et al. Stoned olive pomace fermentation with *Pleurotus* species and its evaluation as a possible animal feed // Enzyme and Microbial Technology. – 2010. – Vol. 46, Issues 3-4. – P. 223-228.
- 22 Leonowicz A. et al. Higher Fungi as A Potential Feed and Food Source from Lignocellulosic Wastes // Studies in Environmental Science. – 1991. – Vol. 42. – P. 229-255.

23 J.S. Van Dyk Food processing waste: Problems, current management and prospects for utilisation of the lignocellulose component through enzyme synergistic degradation // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2013. – Vol. 26. – P. 521–531.

REFERENCES

- 1 Andreev A.V., Aslanov I.E., Ahlamov Ju.D. i dr. Spravochnik po kormoproizvodstvu. M.: Kolos, 1973. S. 409-410.
- 2 Babich A.A. Problema belka v zhitovnovodstve. Zootehnija. 1991. № 6. S. 18-20.
- 3 Biktashev R.U. Povyshenie pitatel'nosti i produktivnogo dejstviya grubyh kormov jelektrohimicheskoj destrukciej kletchatki: Avtoref. dis. ... doktora s.-h. nauk. Ul'janovsk, 2002. 46 s.
- 4 Ahlamov Ju.D., Shevcov A.V. Zagotovka korma v rulonah. Kormoproizvodstvo. 1999. № 7. S. 28-29.
- 5 Gut B.M. Ispol'zovanie sinteticheskikh azotistyh veshhestv v kormlenii sel'skhozajstvennyh zhitovnyh. L.: Sel'skoe hozjajstvo, 1978. 16 s.
- 6 Pas'ko O.A. Aktivirovannaja voda i ee primenenie v sel'skom hozjajstve. Tomsk: Izd-vo TPU, 2000. 134 s.
- 7 Kalinenko N.A., Gizatuln R.F., Shuvanava G.P. i dr. Primenenie jelektroaktivirovannogo 1%-nogo rastvora povarennoj soli pri konservirovanii kormov. Nauch.-tehn. Bjul. RASHN. Sib. Otd.-nie. SibNIISH. 1991. Vyp. 6. S. 10-14.
- 8 Kirpichnikov N.A., Bahir V.M., Gamer P.U. i dr. O prirode jelektrohimicheskoj aktivacii sred. Doklady AN SSSR. 1986. T. 286. S. 663-666.
- 9 Babich A.A. Problema belka v zhitovnovodstve. Zootehnija. 1991. № 6. S. 18-20.
- 10 Benc V.A. Protein v probleme kormoproizvodstva Sibiri. Kormoproizvodstvo. 1993. № 2. S. 11-15.
- 11 Gurpreet Singh Dhillona et al. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013. Vol. 27. P. 789-805.
- 12 John H. Litchfield Production of foods, food additives and feeds from biomass by microbiological processes. Biomass Conversion Technology Principles and Practice. 1987. P. 113-122.
- 13 Pauline K. Marstrand Production of microbial protein: a study of the development and introduction of a new technology. Research Policy. 1981. Vol. 10, Issue 2. P. 148-171.
- 14 Raj D. Rai, O.P. Ahlawat Edible fungi: Biotechnological approaches. Applied Mycology and Biotechnology. 2002. Vol. 2. P. 87-121.
- 15 Shakuntala Ghorai et al. Fungal biotechnology in food and feed processing. Food Research International. 2009. Vol. 42, Issues 5–6. P. 577-587.
- 16 Devinder Singh Chahal Production of protein-rich mycelial biomass of a mushroom, *Pleurotus sajor-caju*, on corn stover. Journal of Fermentation and Bioengineering. 1989. Vol. 68, Issue 5. P. 334-338.
- 17 Nirmalendu Dasa, Mina Mukherjeeb Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on weed plants. Bioresource Technology. 2007. Vol. 98, Issue 14. P. 2723-2726.
- 18 Erg'n Baysala et al. Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials // Bioresource Technology. – 2003. – Vol. 89, Issue 1. – P. 95-97.
- 19 Yitzhak Hadar, Zohar Kerem, Barbara Gorodecki Biodegradation of lignocellulosic agricultural wastes by *Pleurotus ostreatus*. Journal of Biotechnology. 1993. Vol. 30, Issue 1. P. 133-139.
- 20 Sibel Yildiz et al. Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. Process Biochemistry. 2002. Vol. 38, Issue 3. P. 301-306.
- 21 Viviana Brozzolia et al. Stoned olive pomace fermentation with *Pleurotus* species and its evaluation as a possible animal feed. Enzyme and Microbial Technology. 2010. Vol. 46, Issues 3–4. P. 223-228.
- 22 Leonowicz A. et al. Higher Fungi as A Potential Feed and Food Source from Lignocellulosic Wastes. Studies in Environmental Science. 1991. Vol. 42. P. 229-255.
- 23 J.S. Van Dyk Food processing waste: Problems, current management and prospects for utilisation of the lignocellulose component through enzyme synergistic degradation. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013. Vol. 26. P. 521–531.

Резюме

Ж. Б. Сулейменова, Т. В. Кузнецова, Ж. Қ. Рахметова, А. Е. Нұрлыбаева, Ж. Қ. Садуаева

(ҚР БҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты» РМК, Алматы, Қазақстан)

ВЕШЕНКА САҢЫРАУҚҰЛАҒЫН ҮЙ ЖАНУАРЛАРЫ МЕН ҚҰСТАРЫН ҚОРЕКТЕНДІРУДЕ
ҚОЛДАНУДЫҢ КЕЛЕШЕГІ

Әлемнің көптеген елдерінде өсімдік субстраттарының бактериялар, ашытқылар және төменгі сатыдағы саңырауқұлақтардың (зеңдер) көмегімен биоконверсиялануы кең көлемде қолданыс тапқан. Алайда ағашты бұзатын жоғары сатыдағы базидиальды саңырауқұлақтарды қолданатын технология келешегінен үміт күттіретін бағыттардың бірі болып келеді. Органикалық қалдықтардың жеуге жарамды саңырауқұлақтар арқылы конверсиясы көптеген бағалы қасиеттерге ие: бұл технология қалдықсыз болады, сонымен бірге қатты және сұйық қалдықтарды субстраттарды дайындау процесі барысында араластыруға болады. Саңырауқұлақ ферменттерімен өңделген, саңырауқұлақтың қалың торымен қапталған субстрат массасы күрделі емес қайта өңдеуден кейін ауылшаруашылық жануардардың қорегіне қоспа ретінде қолданылуына, сонымен қатар жоғары сапалы тыңайтқыш ретінде немесе басқа да жеуге жарамды саңырауқұлақтарды өсіруге қолдануға болады. Осының барлығы саңырауқұлақтарды дақылдаудың микроағзалар арқылы өңделуге жетімді емес

өсімдік пен жануарлар қалдықтарының кең көлемін утилизациялауға бағытталған экотехнологияның маңызды элементі деп санауға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: жеуге жарамды саңырауқұлақтар, *Pleurotus ostreatus*, жем-шөп өндірісі, азықтық ақуыз.

Summary

Zh. B. Suleimenova, Zh. K. Rakhmetova, A. E. Nurlybaeva, Zh. K. Saduyeva

(RSE «Institute of Microbiology and Virology» KH MES RK, Almaty, Kazakhstan)

PROSPECTS FOR THE USE OF OYSTER MUSHROOM IN THE FEEDING OF LIVESTOCK AND POULTRY

Bioconversion of plant substrates using bacteria, yeasts and fungi (mildew) is widely used in many countries of the world. However, one of the most valuable technologies become using wood degrading higher fungi as a potential feed and food source from lignocellulosic wastes. The efficiency and quality of biomass depends on the fungal species and methods of culture growth. In this case, low-cost materials might be used as substrates for fungal mycelium production, and at the same time, the reduction of the biological oxygen requirement by waste by products to an acceptable level could be achieved. It results from the fact that higher fungi are equipped with efficient enzymatic apparatus, which can attack the substrates not acceptable for yeast and bacteria. All of this allow to consider the cultivation of fungi important element of environmental technology, because of recycling a wide range of plant and animal wastes, which are inaccessible for processing by microorganisms.

Keywords: edible mushrooms, *Pleurotus ostreatus*, feed processing, feed protein.