

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОВЕРКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОБОГАЩЕННОЙ БЕЛКОМ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ВЕРХОВОГО ТОРФА

Results are resulted is skilled-industrial tests of the fodder additive enriched with protein on the basis of riding peat.

Результаты лабораторных исследований по обогащению верхового торфа белком путем его «прямой» биоконверсии мицелиальными грибами показал перспективность данного направления. При биоконверсии верхового торфа способом твердофазной ферментации с применением выделенных из верхового торфа культур мицелиальных грибов *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp. и их ассоциации содержание белка составило 10,6, 11,2 и 12,9% соответственно [1].

Полученные результаты позволили перейти к отработке режимов твердофазной ферментации верхового торфа в опытно-промышленных условиях на экспериментальной установке.

Экспериментальная установка была смонтирована на одном из торфопредприятий концерна «Белтопгаз». Отработку режимов твердофазной ферментации субстрата на основе верхового торфа для его обогащения белком и наработку опытных партий кормовой добавки проводили в период с июля по ноябрь 2004 г. Полученную добавку направляли на испытания по определению ее эффективности при скормливании жвачным животным в Институт животноводства НАН Беларуси.

Экспериментальная установка представляла собой запарник-кормосмеситель для предварительной обработки верхового торфа и растительную камеру кюветного типа для осуществления процесса биоконверсии путем твердофазной ферментации.

Получение кормовой добавки на основе верхового торфа на экспериментальной установке осуществляли следующим образом.

Верховой торф с неотсортированной пушицей с влажностью около 50% загружали в запарник-кормосмеситель объемом 3 м³ в количестве около 300 кг и пропаривали при постоянном перемешивании и температуре около 100°C в течение 60 мин с целью повышения перевариваемости полисахаридов и их реакционной способности при последующей ферментации.

После охлаждения пропаренного торфа до температуры 28–32°C в него вносили расчетное количество сухих питательных солей — супер-фосфата аммонизированного, сульфата аммония, карбоната кальция (мела), а также добавляли воду в количестве, необходимом

для доведения влажности полученного субстрата до 60–70%.

Содержимое запарника-кормосмесителя тщательно перемешивали и субстрат инокулировали посевным материалом, полученным при культивировании в течение 3-х суток суспензии чистых культур мицелиальных грибов *Aspergillus* sp. и *Trichoderma* sp., выращенных в лаборатории в соответствии с принятыми требованиями на синтетической питательной среде (ПС) или грубом фильтрате послеспиртовой барды Хотовского спиртзавода. Количество инокулюма составляло 1–3% от массы абсолютно сухого субстрата. Посевной материал получали в лаборатории кафедры химической переработки древесины УО БГТУ.

Посевной материал микромицетов — продуцентов белка выращивали в 2 стадии: вначале осуществляли пересев с косяков на начальные колбы объемом по 250 мл, а затем — в лабораторный ферментатор. Для выращивания использовали синтетическую среду следующего состава, г/л: глюкоза — 20, (NH₄)₂SO₄ — 6, KH₂PO₄ — 1,0, KNO₃ — 0,5, MgSO₄ — 0,5, Fe₂(SO₄)₃ — 0,04, ZnSO₄ — 0,07. В качестве посевного материала использовали 3-суточную культуру мицелиальных грибов. К этому времени посевной материал достигал наибольшей плотности.

После перемешивания субстрат выгружали из запарника-кормосмесителя и раскладывали на кюветы размером 600×600×30 мм, обеспечивая высоту слоя не более 30 мм. В экспериментах использовали кюветы со сплошным и перфорированным в виде щелей длиной 150–170 мм и шириной 2–4 мм днищем. Кюветы помещали на четыре стеллажа (этажерки) по 15 на каждый и вкатывали в камеру. Двери камеры герметично закрывали и осуществляли процесс биоконверсии верхового торфа путем твердофазной ферментации при температуре в камере 30°C и постоянной аэрации воздухом, который подавали в камеру компрессором.

Для поддержания требуемой при ферментации влажности субстрата воздух в камере периодически увлажняли.

После окончания процесса твердофазной ферментации осуществляли сушку полученного продукта подачей в камеру горячего воздуха. Сушку проводили при температуре в камере 60–80°C до конечной влажности продукта 15–25%. Высушенный продукт загружали в

мешки и направляли на натурные испытания для скармливания животным.

Для определения прироста белка после биоконверсии при получении опытной партии продукта периодически отбирали пробы из субстрата с внесенным посевным материалом, после ферментации из различных зон камеры и кювет и после сушки в готовом продукте (в усредненной пробе). Пробы анализировали на содержание общего азота (сырого протеина) по Кьельдалю [2].

Содержание сырого протеина в образцах после биоконверсии верхового торфа приведено в таблице.

Для твердофазной ферментации использовали верховой торф предприятия «Глинка», кроме партий № 4 и 10 (торфопредприятие «Неманское»).

Посевной материал (ПМ) чистых культур мицелиальных грибов *Aspergillus* sp. и *Trichoderma* sp. вносился в виде их ассоциации.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы.

При использовании кювет со сплошным дном (партии № 1–4, часть партии № 5) оче-

видной причиной, объясняющей невысокое содержание (7,3–7,9%) сырого протеина в анализируемых пробах после ферментации, является недостаточная аэрация всего объема субстрата воздухом. Кроме того, количество подаваемого воздуха при расходе 170 м³/ч в расчете на массу субстрата, подвергавшегося ферментации, составляло около 0,65 м³/кг·ч, что меньше потребности в нем для субстрата при твердофазной ферментации.

Полученное после ферментации содержание сырого протеина в количестве 12,3% можно объяснить тем, что проба для анализа была взята из верхней зоны кюветы, где имел место максимальный рост мицелия.

Невысокое содержание сырого протеина в рассматриваемых случаях объясняется за счет того, что основное количество мицелия грибов в условиях эффективной аэрации фактически только поверхностного слоя образуется именно на поверхности субстрата при невысоком его росте в массе кюветы и особенно у дна. В результате после сушки и усреднения проб получается невысокое значение образовавшегося белка.

Таблица

Содержание сырого протеина в кормовой добавке на основе верхового торфа, полученной биоконверсией ассоциации мицелиальных грибов *Aspergillus* sp. и *Trichoderma* sp. на экспериментальной установке

№ партии	Содержание общего азота (сырого протеина), % от массы а. с. продукта			Примечание
	в субстрате (перед ферментацией)	после ферментации	после сушки	
1	6,2	12,3	8,2	Искусственная ПС ПМ – ассоциация культур Кюветы со сплошным дном
2	6,2	8,6	7,8	То же
3	6,3	9,2	8,5	»
4	6,4	7,9 7,8 7,7 7,3	7,5	»
5	6,3	7,4 7,1	7,8 (усредненная проба)	Искусственная ПС Ассоциация культур Кюветы со сплошным дном
		10,2 9,6		Искусственная ПС Ассоциация культур Кюветы с перфорированным дном
6	6,7	8,9	7,3	Искусственная ПС Ассоциация культур Кюветы с перфорированным дном
7	9,4	10,0	10,3	ПМ выращен на послеспиртовой барде (содержание РВ в барде 0,24%, сырого белка в остатке 23,5%)
8	8,0	11,9	11,7	Искусственная ПС (вместо КС1 добавлен KNO ₃ в таком же количестве)
9	8,6	15,0	11,3	ПМ выращен на послеспиртовой барде
10	8,4	11,1	10,8	ПМ выращен на послеспиртовой барде

Необходимо отметить, что при наработке партий № 1–3 применяли посевной материал с довольно высокой плотностью биомассы в суспензии, в то время как при выработке партий № 4–6 (где также получен невысокий выход белка – 73% от массы абсолютно сухого продукта после сушки) вносилось недостаточно ПМ в связи с малоэффективным ростом чистой культуры. Кроме того, возможным объяснением невысокого содержания белка является недостаточная влажность субстрата (35–50% вместо рекомендуемой 60–70%) и несовершенство системы увлажнения и поддержания влажности субстрата в процессе ферментации.

Важным является и то, что в результате предварительного пропаривания и последующей ферментации в продукте наблюдается повышенное содержание легкогидролизуемых, т. е. более легко усваиваемых организмами животных, полисахаридов; оно увеличивается с 19–21% до 26–28%.

Улучшение аэрации субстрата за счет применения кювет с перфорированным днищем (партия № 5) позволило при таком же количестве внесенного посевного материала получить более высокое содержание сырого протеина (9,6–10,2%) по сравнению с образцами, отобранными из кювет со сплошным днищем (7,1–7,4%). При этом и после сушки и усреднения проб содержание белка составило 9,1% от массы абсолютно сухого продукта.

При использовании для получения чистой культуры в качестве ПС грубого фильтрата послеспиртовой барды (партия № 7, температура ферментации 29–30°C, температура в камере при сушке 56–64°C при температуре подаваемого воздуха 100°C) содержание сырого протеина после ферментации составило 10,0%, после сушки, в усредненной пробе – 10,3%. При соблюдении баланса ПМ и субстрата

(партия № 8, температура ферментации 30–31°C и температура в камере при сушке 60°C), с использованием посевного материала, полученного на искусственной ПС, содержание сырого протеина в усредненной после сушки пробе составило 11,7%.

Высокое содержание протеина, полученное в партии № 9 свидетельствует об эффективности процесса биоконверсии при соблюдении оптимальных условий процесса ферментации.

Результаты по скармливанию наработанного продукта жвачным животным, полученные институтом животноводства НАН Беларуси, показали, что использование добавки на основе верхового торфа, обогащенной белком путем биоконверсии мицелиальными грибами, не оказывает отрицательного влияния на поедаемость кормов, процессы рубцового пищеварения, перевариваемость и использование питательных веществ, продуктивность животных и качество мяса. При бактериологических исследованиях мяса патогенной микрофлоры не выявлено, а относительная биологическая ценность мяса выше по сравнению с контролем.

Кормосмеси с применением обогащенной белком кормовой добавки на основе верхового торфа могут быть рекомендованы для производственного внедрения.

Литература

1. Погорелова Ю. Н., Цедрик Т. П., Болтовский В. С. Биоконверсия верхового торфа // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: Материалы международной научно-технической конференции, г. Минск, 26–28 ноября 2003 г. – С. 480–482.

2. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения азота и сырого протеина.