

УДК: 60

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАВИТАЦИИ

Поромонов Я.С.¹, Полянская И.С.¹

¹Вологодская молочнохозяйственная академия, Россия, Вологда, e-mail: poljanska69@mail.ru

Из патентной и научно-технической литературы не известен способ производства без химических реагентов экстракта сахаристых фракций древесных отходов, получаемый из опилок березы с помощью низкочастотного ультразвукового реактора, который используется для приготовления субстрата на основе молочной сыворотки для последующей ферментации микроорганизмами. Разработан способ, позволяющий сократить древесные отходы и недоиспользованную молочную сыворотку, из которых получают за один технологический цикл multifunctional кормовой продукт для сельскохозяйственных животных: ультразвуковой экстракт сахаристых веществ для выращивания белковых кормовых дрожжей, белковый кормовой продукт, микроцеллюлозу, проявляющую функциональные свойства адсорбента, биоэлементы и комплекс других биологически активных веществ, переходящих из исходного сырья и образующихся в процессе ферментации при культивировании пробиотических клеток *in vitro*, живые пробиотические культуры и/или продукты метаболизма этих культур. Установлено, что использование в качестве сырья одновременно: молочной сыворотки, и древесных опилок, суммарно содержащих в среднем необходимый минимум питательных веществ для развития используемых пробиотических культур, позволяет сократить количество добавляемых биоэлементов качественно и количественно, использовать в минимальном варианте для обогащения субстрата только источники азота, калия и фосфора.

Ключевые слова: биотехнологии, ветеринарная нутрициология, микробный синтез

TECHNOLOGICAL ENTREPRENEURSHIP AS A DRIVER FOR THE DEVELOPMENT OF HIGH-TECH BUSINESS IN RUSSIA

Poromonov Ya.S.¹, Polyanskaya I.S.¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Vologda State Dairy Farming Academy, Russia, Vologda, e-mail: poljanska69@mail.ru

The patent and scientific literature does not describe the method of extracting sugary fractions of birch waste residues by using a low-frequency ultrasonic reactor where chemical reagents are not involved. The extract is used to prepare a whey-based substrate for subsequent fermentation by microorganisms. The authors have developed the method of reducing wood waste and underused whey, being taken for preparing a multifunctional feed product for farm animals in one technological cycle it can be an ultrasonic extract of sugary substances for growing protein feed yeast, protein feed product, microcellulose having the functional properties of an adsorbent, bioelements and a complex of other biologically active substances that transfer from raw feedstock and are formed during fermentation during the cultivation of probiotic cells *in vitro*, live probiotic cultures and/or metabolic products of these cultures. It is established that taking both whey and sawdust as raw materials, which contain on average the minimum amount of nutrients necessary for developing the probiotic cultures, makes it possible to reduce the quality and quantity of the added bioelements, to use minimum of nitrogen, potassium and phosphorus sources for enriching the substrate.

Keywords: Biotechnologies, veterinary nutritiology, microbial synthesis

Наукой и практикой установлено, что перевариваемость растительных протеинов у сельскохозяйственных животных не превышает 80%, а коэффициент использования его при получении молока составляет не более 30%. При этом у жвачных животных потребность в протеине на 20-30% удовлетворяется за счёт белка микроорганизмов рубца, а на 70-80% протеин должен поступать с кормом. Белок основных растительных кормов беден незаменимыми аминокислотами: лизин, метионин и триптофан [5, с.]. На долю кормов приходится более половины всех затрат на производство животноводческой продукции. От научного обоснования и внедрения новых разработок в кормопроизводстве во многом будут зависеть эффективность функционирования отрасли животноводства, уровень конкурентоспособности готовой продукции отечественных производителей на внутреннем и мировом рынках и, в конечном итоге, качество жизни россиян [2].

В рационах сельскохозяйственных животных в качестве дополнительного источника полноценного белка широко применяют кормовые дрожжи. В кормовых дрожжах содержится 3,0-3,5 г лизина; метионина – до 1,7%, триптофана до 1,3%. В большинстве опытов добавка их (в количестве до 25% от потребности в протеине) в рационы, содержащие только протеины растительного происхождения, значительно повышает продуктивность животных: возрастает прирост мяса, молока, шерсти, у птиц – яйценосность.

Кормовые дрожжи представляют собой, своего рода, природный премикс, состоящий из комплекса незаменимых аминокислот, витаминов и наиболее ценных биоэлементов. Многочисленные практические исследования доказывают, что по зоотехнической эффективности кормовые дрожжи превосходят мясокостную муку и мало уступают рыбной муке, даже при высоком её качестве [5, с.]. При этом ферменты кормовых дрожжей по протеазной активности пепсина в 2 раза выше, чем мясокостной муки, в 2,8 раза выше, чем рыбной муки, в 5-10 раз выше, чем подсолнечного жмыха, ячменя и гороха. В тоже время дрожжи активизируют трипсин желудочно-кишечного тракта животных. Благодаря этим биологическим особенностям дрожжи оказывают положительное влияние на рост, развитие и продуктивность животных. Дефицит кормового белка в мире оценивается примерно в 30 млн. т/год, а в России – в 2,3 млн т/год. При этом прослеживается тесная связь между пищевой промышленностью, биомедициной и кормопроизводством, так как эффективная конверсия белков корма в организме продуктивных сельскохозяйственных животных обеспечивает в итоге необходимый уровень метаболизма человека как основного потребителя животноводческой продукции [3].

Цель настоящей работы – исследования в области экологичной биотехнологии получения кормового продукта для животных с основным функциональным назначением – кормовой белок, дополнительно обогащённых дефицитными биоэлементами.

Задачи настоящего исследования: анализ литературных источников по теме кормового белка, кормовых дрожжей, функциональных кормовых продуктов, постановка опыта по использованию ультразвука для получения сахаристых фракций из древесных опилок с использованием в качестве экстрагирующего агента творожной сыворотки, и анализ эмпирических данных.

Материалы и методы.

Исследование проводилось на кафедре технологии молока и молочных продуктов Вологодской ГМХА в 2020-2021 годах при методической поддержке кафедры биологии и химии. Эффективность экстрагирования сахаристых фракции определялись на

Эмпирическая составляющая авторского вклада заключалась в биотехнологическом исследовании безопасности получаемых сахаристых экстрактов для развития дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Методы исследований

В работе применялись общие методы теоретического и эмпирического уровней, в частности, патентный поиск.

Основная часть.

Ветеринарная нутрициология, кормовая база сельхозпредприятий должна базироваться на внутренних ресурсах хозяйств, иметь необходимые резервы и одновременно включать наиболее дешевые источники питательных веществ. Только при этих условиях может быть обеспечена растущая продуктивность животных, высокое качество продукции и последовательное снижение ее себестоимости. Древесное сырье характеризуется быстрой и непрерывной возобновляемостью, что является одним из важнейших его преимуществ перед большинством других сырьевых источников. Средний естественный его прирост оценивается 1,4 м³ древесины на 1 га лесной площади [9, с.].

Ещё одним высокоценным сырьём для биотехнологии получения кормового продукта для сельскохозяйственных животных является молочная сыворотка, в том числе сухая молочная сыворотка [11, с.]. Известно, что загрязняющая способность 1 тонны сыворотки превышает аналогичный показатель для бытовых сточных вод более чем в 500 раз, что является чрезвычайно опасным для водоемов. Показатель недоиспользования молочной сыворотки колеблется в различных регионах, составляя примерно 25%, при этом недоиспользованными остаются около 250 ценных соединений, в том числе азотистые соединения, молочный жир, минеральные вещества, лактоза, витамины, ферменты, органические кислоты [8, с.].

Наличие в молочной сыворотке легкоусвояемых многими видами микроорганизмов источников углеродного питания, а также различных ростовых факторов выдвигает ее в ряд наиболее ценных питательных сред для получения продуктов микробного синтеза. Способность к ассимиляции лактозы имеется примерно у 20% всех известных видов дрожжей.

При невозможности быстрой переработки молочной сыворотки, являющейся скоропортящимся продуктом, можно использовать сгущённую или сухую молочную сыворотку. В сгущённой сыворотке с высокой концентрацией сухих веществ, как правило, отсутствуют условия для развития большинства групп микроорганизмов. Кроме того, сгущенная сыворотка более транспортабельна и не требует больших емкостей для хранения. Другой продукт данного вида - сыворотка гидролизованная сгущенная. Еще менее благоприятны условия для развития микрофлоры в сухой сыворотке, которая может храниться при положительных температурах достаточно длительное время, а использование вакуумной упаковки этот срок увеличивает в 4-5 раз. Сухая молочная сыворотка представляет собой биологически полноценный продукт, который после восстановления может с успехом применяться в качестве питательной среды в процессе микробного синтеза [7, с].

При дополнительном обогащении среды недостающими сельскохозяйственным животным биоэлементами можно направлено повышать их содержание в функциональном кормовом продукте.

Всего известно 60 родов и около 450 видов дрожжей. Некоторые нашли промышленное применение как источник белковых и других биологически активных веществ. Основные представители вида *Saccharomyces cerevisiae* применяются в производстве этанола. В активной форме дрожжи *Saccharomyces* используются в хлебопекарной промышленности, в инактивированной форме – как источник белка, витаминов и др [8, с]. Хорошие результаты по усвоению углеводов и накоплению белка показали *Saccharomyces cerevisiae* различных рас, штаммы *Rhodosporidium diobovatum*, *Torulopsis*, *Rhodosporidium diobovatum*, *Hansenula species*, *Debaryomyces hansenii*, *Guehomyces pullulans*, *Candida albicans* и др. [10, с.].

Результаты.

Способ переработки молочной сыворотки осуществляющий предложенное техническое решение составляет дополнительное введение в молочную сыворотку или восстановленную молочную сыворотку питательных веществ и внесение подготовленных древесных опилок в соотношении опилки:сыворотка - 1:10, перемешивание, пастеризацию, а после пастеризации сыворотки с внесёнными опилками и питательными веществами её охлаждают до температуры (33+1) °С, вносят культуры *Lactobacillus* и *Propionibacterium*,

проводят ферментацию до снижения рН 4,0-4,6, затем проводят её ультразвуковую кавитацию.

Для достижения указанного технического результата осуществляется последовательно:

- приемка молочной сыворотки с массовой долей сухих веществ 5,0-5,5% (творожной, подсырной, казеиновой) в соответствии с ГОСТ Р 53492-2009, или восстановление сгущённой/сухой сыворотки (ГОСТ 33958-2016 Сыворотка молочная сухая. Технические условия) до аналогичной массы сухих веществ, которая направляется в ферментеры с функциями стерилизации, охлаждения и аэрации;

- добавление в ферментёр биоэлементов, подготовленных измельчённых опилок ели или березы, перемешивание и пастеризация молочной сыворотки при $(75\pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 2 мин;

- охлаждение до $(33\pm 1)^\circ\text{C}$, добавление пробиотических культур, включающих по меньшей мере *Lactobacillus*, *Propionibacterium* и культивирование их до рН 4,0-4,6;

- далее подвергают смесь опилок с сывороткой и пробиотическим культурами ультразвуковой кавитации при установке выходной мощности генератора, соответствующей интенсивности УЗ, равной 2.4 Вт/см^2 , охлаждение до $(33\pm 1)^\circ\text{C}$;

- добавление культуры кормовых дрожжей и проводят ферментацию при $(33\pm 1)^\circ\text{C}$, при этом в процессе культивирования культур проводят аэрацию;

- культивирование при указанной температуре в течение 36-48 часов с аэрацией, до достижения биомассы культур не менее 10^7 КОЕ/мл;

- охлаждение биомассы до 10°C ;

- возможно как отстаивание с контаминацией пермеата верхней части, фильтрацией или сепарированием на сепараторе-творогоотделителе до массовой доли сухих веществ 47-50%, так и использование полученной биомассы без разделения для последующей сушки.

Готовый ФКП получают в виде концентрата с массовой долей 47-50% или сухого порошка с массовой долей сухих веществ 9-10%, полученного сублимационной сушкой, при которой сохраняются живые клетки пробиотических культур, вальцовой или распылительной сушкой, в этом случае используют культуры с метабиотическими свойствами.

Минеральные компоненты для обогащения продукта, которые могут корректироваться в качественном и количественном отношении в зависимости от установленной потребности животных, для которых продукт предназначен, в частности (г/л), табл 1:

Таблица 1.

Минеральный компонент	Добавление в сыворотку
Фосфат кальция	2 г/л
Нитрат калия	2 г/л
Сульфат цинка	0,8 г/л
Иодид калия	18,4 мг/л
Сульфат кобальта (III) семиводный	28 мг/л

В представленном исследовании произведен продукт, обогащённый биоэлементами в соответствии с таблицей 1. Накопление биомассы дрожжей в течение 48 часов без подпитки субстратом составило в опытных образцах 113,8% от контроля, при среднеквадратичном отклонении $\pm 0,113$. Исследование проводилось в трёх повторностях. В качестве контроля служил образец приготовленный идентично опыту, но помещённый на время проведения опыта (на 48 часов) в холодильник при температуре 5 °С.

Заключение или выводы.

При выборе пробиотических культур рас дрожжей и штаммов *Propionibacterium* и *Lactobacillus* руководствуются данными исследований:

- их пробиотического потенциала на различных уровнях: специфического антагонизма по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре;

- неспецифического антагонизма по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре; клеточного и гуморального иммунитета, а также биосовместимости в условиях *in vitro* пробиотических микроорганизмов с индигенными штаммами нормобиоты конкретных животных, для которых продукт предназначен и др.;

- улучшения контролируемых показателей нормализации обмена веществ, кислотно-щелочного равновесия, и др. показателей здоровья и развития животных;

- обеспечение низкой концентрации в продукте пуриновых и пиримидиновых остатков нуклеиновых кислот;

- количество скармливаемого продукта устанавливается таким образом, чтобы его введение в рацион служило профилактической мерой по обеспечению здоровья животных;

- метабиотических свойств используемых штаммов, что позволяет в функциональных кормовых продуктах одновременно увеличивать срок хранения продукта, и обеспечивать пробиотические свойства за счёт метаболитов, т.к. бактерицидная активность таких штаммов до 40 % выше у лизатов, чем у живых культур [11, с. 34];

- необходимого и безопасного для данного вида животных содержания в готовом продукте полисахаридов (целлюлозы, гемицеллюлозы, пектина), а также полифенольного

вещества – лигнина, определяемых современной детергентной аналитической системой [6, с. 21].

- в последующих экспериментах будут уточняться эффективные соотношения сыворотка/опилки, формы и количества обогащающих биоэлементов, т.к. в предварительных опытах было показано минимальное обогащение азотом, калием и фосфором, режимы кавитационной обработки, аэрации, скорости подпитки субстратом и др.

Производство кормового продукта по данному способу осуществляется в условиях как мелких, так и крупных цехов по переработке сыворотки биотехнологических производств, а также возможно непосредственно в животноводческих хозяйствах.

Список литературы:

1. Биотехнология кормов: учебное пособие для обучающихся направлений подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, 35.03.04 Агрономия. ФГБОУ ВПО Приморская ГСХА / ФГБОУ ВПО ПГСХА; сост. Е.П. Иванова, О.М. Скалзуб. - Уссурийск, 2015. – 92с.
2. Волкова Г.С., Римарева Л.В., Арифиллина Л.Р. и др. Биоконверсия вторичного сырья спиртового производства в белковые кормовые добавки / Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов. М.: Государственное научное учреждение ВНИИ пищевой биотехнологии РАСХН. - 2016. - . 275-282.
3. Гришин Д.В., Подобед О.В., Гладилина Ю.А. и др. Биоактивные белки и пептиды: современное состояние и новые тенденции практического применения в пищевой промышленности и кормопроизводстве // Вопросы питания. - 2017. - Т. 86. - № 3
4. Зелтиня М, Лейте М, Апине А., Швинка Ю. и др. Получение кормового белкового препарата из соломы и других малоценных отходов сельского и лесного хозяйства // *Biotechnology & BioE.* №5, 1991. - С. 4-5.
5. Калюнянц К.А., Ездаков Н.В., Пивняк И.Г. Применение продуктов микробиологического синтеза в животноводстве / К.А.Калюнянц, М.: Колосс. - 1980. – 228 с.
6. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебно-практическое пособие/В.Г. Рядчиков – Краснодар: КубГАУ, 2012. - 328 с.
7. Ле Ань Туана «Применение психротолерантных дрожжей для биоконверсии вторичных ресурсов переработки растительного сырья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Казань, КНИТУ, 2016. - 167 с.
8. Ручай, Н. С. Экологическая биотехнология: учебное пособие для студентов специальности "Биоэкология" вузов / Н. С. Ручай, Р. М. Маркевич. - Минск : БГТУ, 2006. - 311 с.
9. Тарасов С. М., Кононов Г.Н. Комплексная химическая переработка древесины. Технология лесохимических и гидролизных производств. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 18.03.01, 18.04.01. – М.: ФГБОУ ВО МГУЛ, 2016. – 122 с.
10. Туршатов М. В., Кононенко В. В., Леденев В.П., Кривченко В. А., и др. Технологические основы получения белковых кормопродуктов при переработке крахмалсодержащего сырья в биотехнологическую и химическую продукцию // *Хранение и переработка сельхозсырья.* 2018. - №2.
11. Polyanskaya I., Stoyanova L., Popova V. CONCEPT OF METABIOTICS IN FERMENTED DAIRY PRODUCTS. - *Journal of Hygienic Engineering and Design.* - Vol 37. - PP 25-36.