

Промислові випробування технології білково-вітамінних концентратів з використанням переддефекаційного осаду

Дефицит кормового белка – одна из центральных проблем современности. Основным источником протеина для животных являются корма растительного происхождения. Однако по содержанию и соотношению аминокислот протеин растений в своем большинстве аминокислот не соответствует потребностям животного организма для обеспечения процессов интенсивного биосинтеза белков [1, 2]. Белок основных растительных кормов (зерновые культуры, картофель, сахарная свекла, кормовые травы и др.) содержит недостаточное количество витаминов, ферментов, микроэлементов, а главное незаменимых аминокислот.

В странах СНГ было создано крупномасштабное производство белка для кормовых целей на основе углеводов нефти, гидролизатов древесины, отходов пищевой промышленности. Сложившаяся современная экологическая обстановка, высокие цены на нефть и природный газ привели к переориентации заводов, выпускающих белково-витаминные препараты и использующих продукты переработки нефти, на выпуск другой продукции.

Восполнить дефицит кормового протеина могут индустриальные методы производства белковых веществ, основанные на культивировании низших организмов: дрожжей, бактерий, грибов на непищевых сырьевых источниках, среди которых возрастает роль процессов биоконверсии в белковые продукты возобновляемых целлюлозопектин- и крохмалсодержащих растительных субстратов, а также отходов промышленности и сельского хозяйства [3, 4]. Микробиологическая трансформация целлюлозы в белок будет способствовать также сохранению окружающей среды.

Нами разработан способ получения белково-витаминных концентратов (БВК) путем культивирования дрожжей на питательной среде, полученной из преддефекационного или предсатурационного осадка как нетрадиционного сырья.

Преддефекационный осадок, образующийся при обработке диффузионного сока небольшим количеством извести, содержащий 40...65,8 % органических веществ, сырой протеин, минеральные и органические кислоты, макро- и микроэлементы сахарной свеклы, по существующей технологии вместе с фильтрационным осадком I сатурации выводится на очистные сооружения.

Состав питательной среды для выращивания дрожжей подбирали методом однофакторного эксперимента по продуктивности истинного белка. В качестве продуцентов БВК были использованы штаммы дрожжей: *Candida utilis* Л–35, *Candida scottii* КС–2, *Candida utilis* Л–22, *Candida scottii* Тул, *Trichosporon cutaneum* БД–2 и БД–1, а также *Saccharomyces cerevisiae* ЛК–14. Наибольшей продуктивностью по белку, по нашим данным, обладают ассоциации дрожжей *Candida scottii* Sp и *Trichosporon cutaneum* БД–2, а также *Candida scottii* Тул и *Trichosporon cutaneum* БД–2.

Исследования подтвердили целесообразность дополнительного внесения в питательные субстраты мелассы до 4 %, а также минеральных солей как дополнительного источника фосфора и азота: сернокислого аммония, фосфорной кислоты и карбамида.

При двухстадийном культивировании штаммов дрожжей *Candida scottii* Тул с подсевом *Trichosporon cutaneum* БД–2 через 18 часов на питательной среде с 4 % мелассы накопление биомассы дрожжей через 48 часов составило 24,99 и 23,95 г/дм³, содержание сырого протеина – 29,8 и 30,58 г на 100 г сухих веществ, продуктивность по белку 7,45 и 7,32 г/дм³; на среде без мелассы накопление биомассы составило 14,29 г/дм³, продуктивность по белку – 4,19 г/дм³.

Причиной увеличения биосинтетической активности при добавлении мелассы в питательные субстраты является то, что синтез белка, нуклеиновых кислот, жиров, витаминов и других соединений дрожжами происходит за счет энергии, выделяемой в результате окисления и распада поступающих в клетки питательных веществ. В процессах энергетического обмена дрожжами используются углеводы, сахара, спирты, органические кислоты, азотистые соединения (аминокислоты, аммиачный и амминный азот и др.), зольные элементы и микроэлементы мелассы [5]. Увеличение концентрации мелассы в питательной среде до 8,0 % оказалось не целесообразно, так как прирост биомассы АСД не был пропорционален количеству затрачиваемого сахара. Многие исследователи отмечали замедленное размножение дрожжей при увеличении содержания сухих веществ в питательной среде, обусловленное повышением осмотического давления [6, 7, 8]. На средах с повышенным содержанием редуцирующих веществ клетки, теряя свободную воду, замедляют биосинтетическую активность.

Промышленные испытания разработанной нами технологии получения БВК с использованием коагулята несахаров предварительной дефекации и мелассы были проведены на Киевском заводе медпрепаратов (цех бактериальных препаратов) путем совместного культивирования штаммов дрожжей *Candida scottii* КС–2 и *Trichosporon cutaneum* БД–2. Продуценты культивировали погружным способом в ферментере емкостью 1000 дм³ на среде, содержащей 20 % осадка, мелассу и минеральные добавки, в г/дм³: мелассы – 33, (NH₄)₂SO₄ – 2,3; H₃PO₄ – 1,2; H₂NCONH₂ – 0,15.

Технология совместного культивирования включала две стадии. Первая – приготовление посевного материала чистых культур дрожжей в пробирках на скошенной агаризованной питательной среде. Выращенную культуру стерильно смывали и переносили в колбы Эрленмейера на 750 см³, содержащие 100 см³ жидкой питательной среды состава, г/дм³: мелассы – 100, (NH₄)₂SO₄ – 0,6; H₂NCONH₂ – 0,15. Процесс выращивания чистых культур дрожжей осуществляли на качалках (180–240 мин^{–1}) при температуре 28 °С в течение 24 часов.

Вторая стадия – собственно ферментация. Культивирование проводили в среде при аэрации 1 дм³/дм³·ч и температуре +28±1 °С. Аэрация необходима для снабжения растущей глубинной культуры дрожжей кислородом. Длительность культивирования составила 48 часов.

Контроль накопления биомассы дрожжей, определение содержания белка и сырого протеина на 100 г АСД, продуктивность по белку осуществляли через 24 и 48 часов. Ферментацию заканчивали через 48 часов. По окончании процесса культуральную жидкость прогревали при 90 °С в течение 1 часа.

Промышленные испытания способа получения БВК из нетрадиционного сырья показали, что выход дрожжей по предложенной технологии составляет

23,5–27,2 АСД г/дм³, содержание сырого протеина – 24,5–25,4 % на 100 г сухих веществ АСД, продуктивность по белку – 5,76–6,91 г/дм³.

Содержание редуцирующих веществ в фильтрах культуральной жидкости после 24 ч культивирования составило 0,038 %, после 48 ч – 0,018 %, что свидетельствует о глубокой ассимиляции редуцирующих веществ используемыми штаммами дрожжей и хорошо коррелирует с содержанием белка в фильтрах культуральной жидкости – 0,081 %.

Биологическая ценность кормой биомассы определяется содержанием в ней биологически активных веществ – незаменимых аминокислот, макро- и микроэлементов, высших жирных кислот, витаминов, ферментов. Обогащение кормов незаменимыми аминокислотами позволяет снизить затраты кормов в 1,5–2,5 раза. Микроэлементы входят в структуру многих витаминов, гормонов, ферментов и других органических веществ, участвующих в регулировании жизненных процессов.

Выращенный в производственных условиях БВК на основе нетрадиционного сырья – предфекационного осадка содержит: 25,4 – 28,0 % белка; 2,95 % клетчатки; 1,66 % нуклеиновых кислот (ДНК и РНК); 8,78 % жиров. В составе липидов БВК обнаружены нативные и омыленные жирные кислоты: миристиновая, пальмитоолеиновая, олеиновая, пальмитиновая, стеариновая, линолевая. Биологическая ценность органо-минерального премикса по Карпачи составила 58,18 %.

Исследование аминокислотного состава БВК проводили на аминокислотном анализаторе, макро- и микроэлементный состав определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии. Анализ полученных данных (исследовалось 10 образцов БВК) свидетельствует о широком спектре биологически активных веществ в полученной кормовой биомассе: незаменимых аминокислот и микроэлементов (биометаллов). В состав кормового белка входят все незаменимые (эссенциальные) аминокислоты: лизин, метионин, треонин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, гистидин и их количество составляет 33,7 % от общего содержания аминокислот. Эти аминокислоты имеют важное значение в процессе биосинтеза физиологически активных соединений, пуриновых и пиримидиновых оснований, гормонов, витаминов и др.

Минеральный состав АСД представлен 14 макро- и микроэлементами, значительную часть из них составляет кальций – 6,2 %, фосфор – 2,34 %, калий – 0,31 % к массе АСД. Кальций наиболее трудноусваиваемый элемент кормов, играет особенно важную роль в формировании скелета, фосфор тесно связан с кальциевым обменом. В состав кормовой биомассы входит семь незаменимых микроэлементов (биометаллов), мг/кг: железо – 1243,5; медь – 14,36; цинк – 346,4; марганец – 119,7; кобальт – 14,17; хром – 6,9; никель – 7,4. Велика роль этих биометаллов в регулировании жизненных процессов.

Особая ценность кормовых дрожжей обусловлена наличием в них комплекса витаминов группы В: тиаминана (В₁), рибофлавина (В₂), пантотеновой кислоты (В₃), холина (В₄), никотиновой кислоты (В₅), пиридоксина (В₆), биотина (В₇), инозита (В₈). Суммарное содержание витаминов этой группы составило 4553,5–10375,7 мг/кг.

Таким образом, кормовые дрожжи полученные из нетрадиционного сырья – (предфекационного осадка) являются биологически активным продуктом и мо-

гут быть использованы как ценная белково-витаминная добавка, содержащая эссенциальные аминокислоты, незаменимые микроэлементы – биометаллы, липиды и нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК).

Литература

1. Бабицкая В.Г., Стахаев И.В., Костина А.М. Образование белка смешанными культурами гриба *Penicillium 24П* и дрожжей // Микробиологическая промышленность. – 1977. – № 11. – С. 32–35.
 2. Вальдман А.Р., Бекер В.Д. Актуальные проблемы аминокислотного и витаминного питания животных // Прикладная биохимия и микробиология. – 1982. – № 6. – С. 778–791.
 3. Рычков Ф.С. Актуальные проблемы развития микробиологической промышленности // Журнал Всесоюзного микробиологического общества. – 1982. – Т. 27, № 6. – С. 613–617.
 4. Скрябин Г.К., Ерошин В.К. Биотехнологическое получение белка. Биотехнология / Под ред. А.А. Бабаева. – М.: Наука, 1984. – С. 41–47.
 5. Переработка мелассы на спирт и другие продукты по безотходной технологии / В.Г. Артюхов, В.Г. Гарбаренко, Я.С. Гайворонский и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 287 с.
 6. Жеребцов Н.А., Букова В.В. Влияние осмотического давления среды на спиртовое брожение и размножение дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Ферм. и спирт. пром-сть. – 1978. – № 5. – С. 10–13.
 7. Пузыревская О.М. Зависимость между осмотическими свойствами дрожжей и их способностью утилизировать повышенные концентрации сахара // Труды института микробиологии и вирусологии АН. Каз. СССР. – 1974. – Т. 20. – С. 28–30.
 8. Розманова Н.В., Палагина Н.К., Хрычева А.И. Интенсивность размножения дрожжей в зависимости от концентрации среды // Хлебопекар. и кондит. пром-сть. – 1981. – № 1. – С. 40–43.
- // Сборник докладов V ежегодной международной научно-практической конференции. Сахар 2005. 21–22 апреля 2005 г., Москва, С. 175–180.**