

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПРОИЗВОДСТВУ МИКРОБНОГО БЕЛКА МЕТОДАМИ БИОТЕХНОЛОГИИ

С. ГЛУХИХ, Центр промышленного внедрения прикладных разработок НИИ РАН «БИОЦЕНТР-САС»

В настоящее время решить проблему дефицита кормового белка животного происхождения, который в России составляет более 2 млн т в год, а в мире превышает 30 млн т, возможно путем налаживания в стране производства биотехнологических белково-витаминных концентратов (БВК). Они могут выпускаться круглогодично, независимо от погодных условий и логистики, что является наиболее оптимальным вариантом. Для биосинтеза необходимы в первую очередь подходящие для микроорганизмов-продуцентов белка простые и дешевые источники углерода и энергии: например, древесные отходы, спиртовая барда, парафины нефти, метан, различные спирты и др.

Крупнотоннажное производство микробного белка — это высокотехнологичное предприятие, создание которого потребует немалых затрат, поэтому проще и целесообразнее решать белковую проблему путем строительства в регионах небольших предприятий или внедрения биотехнологических установок. Начинать процесс следует с поиска подходящего местного сырья и подбора технологий, а главное — консолидации финансовых средств.

Сырьевые источники

Многие регионы обладают большими по объему и разнообразными по происхождению сырьевыми ресурсами. Там, где животноводы испытывают потребность в белке, необходимо провести тщательный анализ, с целью выявления источников сырья и адаптации их к целевому биотехнологическому использованию.

Таким сырьем могут быть: спиртовая барда; свекловичная меласса; отходы кукурузы, хлопчатника и подсолнечника; зерновые отруби; побочные продукты целлюлозно-бумажной промышленности и лесопереработки, перерабатывающей промышленности и даже солома; камыш; отходы картофеля и др. Кроме того, сырьем могут обеспечить законсервированные малодобитные и с низким пластовым давлением месторождения природного газа и нефти; попутный нефтяной газ и шахтный метан; биогаз от переработки органических отходов птицефабрик и животноводческих ферм; сухой отбензиненный газ; природный газ; метанол; геогенный водород; активный ил очистных сооружений и др.

Производственная база

Базой для организации производства белка в регионе могут стать неработающие предприятия (остановленные по разным причинам спиртовые заводы, включая гидролизные, биохимические и комбикормовые заводы), складские помещения и т.д.

Питательные среды

Питательные среды для микробного биосинтеза зависят от выбранных производственных культур на основе имеющегося сырья и планируемого к выпуску целевого продукта. По существу, это соли различных химических элементов, а также ряд биогенных веществ, необходимых для биосинтеза. Питательные среды готовят на чистой питьевой воде, но в некоторых случаях можно использовать морскую и шахтную воду, которая уже имеет некоторую степень минерализации.

Принципиальная схема биосинтеза на примере производства гаприна

Производство белково-витаминного концентрата гаприн, являющегося микробным белком, осуществляется на специальной технологической установке (подробнее с принципиальной схемой технологической установки биосинтеза можно ознакомиться в статье, опубликованной в №9-2020, с. 46. — *Ред.*). Установка состоит из ферментера, расходных контейнеро-дозаторов, узла водоподготовки, смесителей ингредиентов питательной среды, расходных емкостей водных растворов, смесителя биогенного питания, аппарата окончательного формирования питательной среды, автоматического анализатора химического состава оборотной воды, системы охлаждения питательной среды и предварительного растворения газов, напорного насоса подачи питательной среды, газовых фильтров, фильтра разделения газов, многосоплового инжектора газа, фотобиореактора, сепаратора сине-зеленой водоросли спирулины (СЗВС), сушилки СЗВС, устройства таблетирования СЗВС, центрифуги обработки культуральной жидкости, фильтра фугата, сушилки биомассы и гранулятора.

Соли микроэлементов из расходных контейнеро-дозаторов направляют для смешивания с водой, а затем последовательно в аппарат окончательного формирования, где она смешивается с раствором биогенных факторов. Данный раствор приготавливают в смесителе биогенного питания на основе воды, солей и растворов Р, N, K и Mg.



Далее питательная среда поступает в систему охлаждения и предварительного растворения в ней газов; сюда же подаются отфильтрованные метан и воздух. При этом процессы настраивают так, чтобы весь объем газов в ферментере был использован как можно больше. Охлажденную питательную среду, обогащенную метаном и воздухом, с помощью напорного насоса под давлением подают в нижнюю часть ферментера. Метан и воздух дополнительно подают и непосредственно в ферментер. Инокулят в виде смешанной культуры направляют в ферментер разово после частичного ввода питательной среды. Отделенные на фильтре излишки углекислого газа подают в фотобиореактор культивирования сине-зеленых микроводорослей, биомассу которых выделяют на сепараторе, высушивают и таблетуют. Выращенную биомассу метанотрофных бактерий отделяют на центрифуге от фугата и высушивают вместе с биомассой, выделенной на фильтре фугата, после чего всю биомассу гранулируют и упаковывают. Анализируют химический состав фугата и затем нормализуют его на узле водоподготовки с целью дальнейшего использования в системе оборотного водоснабжения.

Пример структуры регионального биопромышленного комплекса

На рисунке приведена возможная структура регионального биопромышленного комплекса большой мощности с замкнутым циклом производства, в состав которого входят различные подразделения. Но, видимо, более эффективным может оказаться небольшой завод или биотехнологическая установка, выпускающие БВК в объеме потребления конкретного агрохолдинга и входящие в его производственную структуру.

Мощность завода БВК рассчитывается исходя из потребностей в них собственного поголовья и частичную продажу на региональном кормовом рынке. На базе БВК на комбикормовом заводе либо в кормовом цехе будут

ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВОГО БЕЛКА В СССР

О производстве микробного белка из непищевых видов сырья и отходов деревообработки, а также из углеводов нефти и газа, этилового и метилового спиртов с целью применения его в качестве альтернативы источника белка животного происхождения в рационе животных было известно давно. В СССР, как и в европейских странах, развитие биотехнологической промышленности началось в 30–40-е годы именно с использования возобновляемого сырья, в частности побочных продуктов лесной и деревообрабатывающей промышленности. Первый советский завод кормовых дрожжей из гидролизатов древесины и побочных продуктов сельского хозяйства (гидролизные дрожжи) построили еще в 1935 г. Позже были построены десятки гидролизно-дрожжевых заводов небольшой производительности, что определялось логистикой обеспечения их сырьем.

По мощности этот белковый научно-технологический производственный комплекс страны был сопоставим с космическим и атомным проектами. В 60-х годах были созданы лаборатории и институты, в том числе отраслевой технологический институт ВНИИсинтезбелок. Он имел лаборатории, разрабатывающие все этапы биотехнологических процессов получения белковой микробной биомассы из нетрадиционных источников сырья и стенд опытных установок для их отработок. Проектный отдел данного института проектировал опытные установки, а институты в Ленинграде, Одессе и Иркутске проектировали заводы по производству белково-витаминных концентратов (БВК).

В начале 60-х годов в нашей стране начала быстрыми темпами развиваться микробиологическая промышленность, одной из главных задач которой являлось импортозамещение сои, используемой для восполнения недостатка белка в кормах и пище. Результаты многолетних всесторонних испытаний нового кормового продукта — белково-витаминного концентрата паприн — показали целесообразность его использования в кормлении сельскохозяйственных животных. Получали паприн из биомассы, полученной при выращивании дрожжей рода *Candida* на водной среде, в которую добавлялись высокоочищенные жидкие парафины, минеральные соли, азот и кислород из воздуха.

В 70-е годы были построены 10 биохимических заводов по производству паприна: в Светлом Яре (Волгоградская область), Кременчуге (Украина), Уфе и Благовещенске (Башкирия), Мозыре и Новополоцке (Белоруссия), Киришах (Ленинградская область), Кстове (Горьковская область),

Ангарске (Иркутская область) (рис. 1), небольшой завод в Ахмете (Грузия). Последний строили ради создания рабочих мест для населения, занятого только сезонной работой на виноградниках. Проектировался еще один завод в Павлодаре (Казахстан). Первый завод по производству паприна мощностью 35 тыс. т в год был запущен в эксплуатацию в 1973 г. в городе Кстово.



Рис. 1. Завод по производству БВК в Ангарске

В СССР работы в данном направлении продолжались целенаправленно, и к настоящему времени наша страна, вне всякого сомнения, могла бы быть крупнейшим в мире производителем белка одноклеточных.

К концу 80-х годов более 40 предприятий из отходов подсолнечника, свекловичной патоки, коробочек хлопка и отходов древесины выпускали около 700 тыс. т кормовых дрожжей и этанола в год. Микробиологи предложили закрыть дефицит кормового белка за счет производства кормовых дрожжей из парафинов нефти.

В 70–80-х годах была разработана еще одна национальная биотехнология — получение БВК на природном газе. Этот вид БВК называли гаприн (сокращенно от слов «газовый протеин»). Опытная установка по производству гаприната эксплуатировалась с 1985 г. в течение десяти лет и успела произвести более 40 тыс. т уникального кормового продукта — биомассы метанотрофных бактерий. В те же годы в стране была разработана еще одна оригинальная технология производства белка, но уже на базе использования водородных бактерий. В соответствии с данной технологией источником энергии является водород, а источником углерода — CO_2 . Таким образом, уже тогда в СССР решали активно обсуждаемый в настоящее время вопрос устранения углеродного следа, наносящего вред экологии.

К концу 80-х годов микробиологическая промышленность СССР ежегодно производила:

- 400 тыс. т дрожжевой биомассы из возобновляемого сырья на гидролизных и биохимических заводах;
- 1,1 млн т паприна на н-парафинах нефти на 10 заводах БВК;
- 15 тыс. т бактериальной биомассы на природном газе на опытно-промышленной установке завода по производству БВК в Светлом Яре.

Все это позволяло экономить 6,6 млн т фуражного зерна. Потребность советского животноводства оценивалась в 6 млн т кормового белка. В то время БВК уже широко использовалось в птицеводство. Минмикробиопром выходил на реальное решение проблемы белкового дефицита.

На рисунке 2 показана география расположения предприятий биоиндустрии СССР: гидролизные заводы, производства БВК, лизина и ферментов, по состоянию на 1990 г. В настоящее время они закрыты. За рубежом подобных производств не было, не считая отдельных установок в Англии. Советский БВК охотно закупали Финляндия, Чехословакия, ГДР, Китай, Куба.

В советское время функционировала отлаженная система: работали НИИ РАН (проводили фундаментальные исследования), региональные лаборатории и ведущий отраслевой институт (воплощал разработки в конкретную технологию). Все структуры развивались и тесно взаимодействовали друг с другом в рамках единой государственной программы.

Все это было позже, к сожалению, разрушено, уничтожены крупнотоннажные и опытно-промышленные технологические установки по производству белка на гидролизатах древесины, на парафинах нефти, на метаноле, на водороде с углекислотой, на метане.

Сегодня при дефиците кормового белка крайне важно продолжать ранее начатое и на базе сохраненного опыта и современных знаний возрождать в России биотехнологическую промышленность.



Рис. 2. География расположения предприятий биоиндустрии СССР в 1990 г.

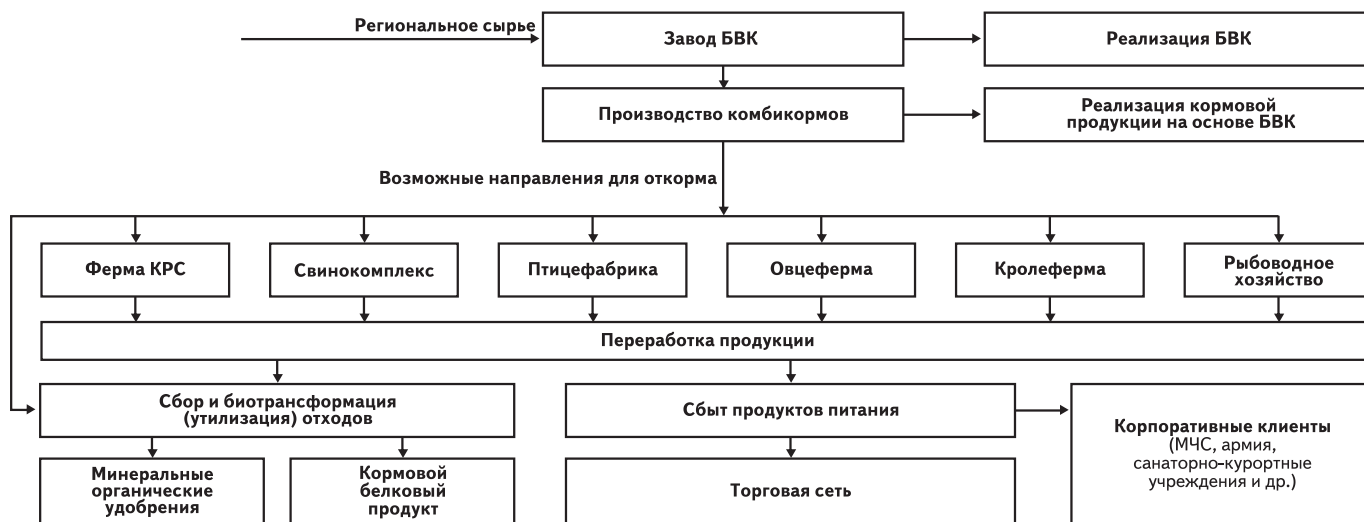
производиться комбикорма для собственного поголовья, а также для продажи сторонним покупателям. Количество, мощность и направленность откормочных площадок определяются в соответствии со спецификой и возможностями региона базирования как по объему сырья, так и по сбыту производимой конечной продукции биопромышленного комплекса. Кроме того, постоянное применение БВК в рационе животных позволит оценить эффективность данной белковой добавки и корректировать нормы ее ввода в комбикорма.

Создание мощного регионального биопромышленного комплекса, ввод его структурных подразделений в эксплуатацию можно организовать поэтапно: строительство завода по производству БВК; строительство комбикормового завода; строительство объектов животноводства и биокомплекса по переработке отходов (боенских и органических, поступающих как с собственного производства, так и с других перерабатывающих предприятий региона); строительство перерабатывающего терминала.

Каждый этап создания биопромышленного комплекса — готовый бизнес со всеми его атрибутами, включая главный — товарную продукцию. Каждый следующий этап интегрируется в созданную функционирующую структуру, дополняя ее и увеличивая ассортимент выпускаемой продукции.

При такой структуре производства обеспечиваются не только гарантированно высокое качество продуктов питания и их натуральность, но и низкая себестоимость конечной продукции по сравнению с раздробленной схемой производства. Низкая себестоимость достигается высокой экономией тепловой и электрической энергии, воды, природного газа; малыми транспортными затратами; отсутствием внутренних НДС и налогов; оптимальным штатом работников и др. В конечном счете это формирует конкурентную цену готовой продукции.





Возможная структура регионального биопромышленного комплекса

Создание в регионах крупных биопромышленных комплексов, в структуру которых войдут заводы по производству белково-витаминных концентратов, позволит за короткий срок решить задачу продовольственной

безопасности страны по обеспечению населения качественной и доступной животноводческой продукцией. Закрытие же потребностей уже действующих агрохолдингов и животноводческих хозяйств в кормовом белке

возможно путем создания небольших биотехнологических производств БВК. Если для первого варианта требуется федеральная и/или региональная поддержка, то для второго достаточно частных инвестиций. ■



ИНФОРМАЦИЯ

ГК «Дамате», крупнейший производитель индейки в стране, стала первой компанией в России, внедрившей на своих предприятиях систему менеджмента халяль международного образца (Halal Management Assurance System). Благодаря этому шагу компания получила возможность экспортировать продукцию практически во все мусульманские страны. Основной принцип, заложенный в системе, — организация и обеспечение независимого контроля за всеми компонентами и этапами производства продукции от поставок сырья и ингредиентов, производства кормов, откорма животных и птицы до переработки, упаковки, хранения и продаж.

Начиная с 2016 г. предприятия «Дамате» успешно прошли 14 аудитов Международного центра стандартизации и сертификации халяль, профильных халяльных ведомств Объединенных Арабских Эмиратов и Саудовской Аравии. Система менеджмента халяль формировалась в «Дамате» с марта 2020 г. с использованием требований ведущих регуляторных органов и практического опыта Малайзии, Индонезии и стран Ближнего Востока. В начале 2021 г. первая редакция системы была проверена Департаментом халяль SFDA Саудовской Аравии и получила одобрение ее специалистов. В настоящее время проводится работа по адаптации системы к требованиям конкретных экспортных рынков.

Преимущества международной системы очевидны: она гарантирует соблюдение требований халяль благодаря независимости инспекторов от руководства предприятия, но при тесном взаимодействии с ним как на корпоративной основе, так и во всех рабочих сменах. Кроме того, система имеет признанную на международном уровне структуру, наполнение и систему документируемых гарантий и мониторинга по аналогии с ISO 9001, 22000, BRC и HACCP. А это позволяет снять дополнительную нагрузку с предприятия в виде постоянного надзора третьей стороны при аудитах соответствующих аккредитованных органов.

По словам генерального директора Международного Центра стандартизации и сертификации «Халяль» при Совете муфтиев России Айдара Газизова, продукция халяль на предприятиях ГК «Дамате» производится в соответствии с требованиями документированных процедур системы менеджмента халяль, что позволяет поддерживать конкурентоспособность российской продукции из мяса индейки на внутреннем и внешнем рынках.

В планах компании — аудиты на право поставок в такие крупнейшие страны исламского мира, как Малайзия и Индонезия, а также Филиппины и целый ряд новых рынков Ближнего и Среднего Востока и Африки с преобладанием мусульманского населения.

По материалам ГК «Дамате»