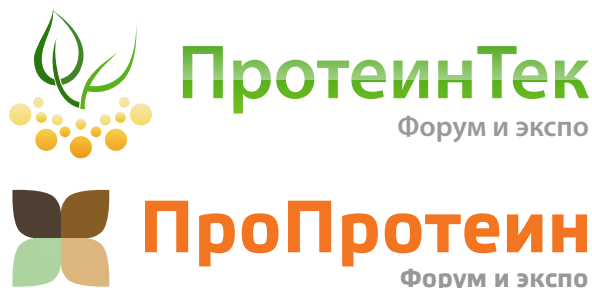


ПРОТЕИНЫ: НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В конце сентября в Москве состоялись международные форумы «ПротеинТек» и «ПроПротеин», в центре внимания которых были производство и использование растительных, микробных и животных протеинов в питании людей и кормлении животных. Организаторы мероприятий — Российская биотопливная ассоциация (РБА) и Центр новых технологий.



Значение белка в питании человека трудно переоценить. Наблюдаемый сегодня его дефицит в мире сохранится и в ближайшие десятилетия. По данным Института питания РАМН, в России ежегодный дефицит белка превышает 1 млн т. Эта проблема актуальна и для животноводства: производство комбикормов растет, а вместе с ним увеличивается спрос на белковые составляющие, так как протеин играет определяющую роль в питательности кормов.

Одна из участниц конференции *Елена Астраханцева*, заместитель министра сельского хозяйства России, рассказала о приоритетах ведомства в том, что касается рынка белка и его направлений, которые будут поддержаны государством. В этой сфере внимание Минсельхоза сосредоточено на потребности животноводства в протеине, производстве продуктов глубокой переработки зерна и на развитии рынка продукции из альтернативных источников сырья. Она привела данные о текущем производстве комбикормов. За 8 мес 2017 г. оно составило 18 млн т, что выше аналогичного периода 2016 г. на 7,7%. В последние годы наметилась положительная динамика в этом секторе переработки, и по оценкам, в 2025 г. производство комбикормов выйдет на уровень 38 млн т. Между тем, для дальнейшего развития животноводства и улучшения показателей молочной и мясной продуктивности наряду с ростом объемов выработки комбикормов требуется более широкое использование вторичных ресурсов перерабатывающей, микробиологической, пищевой и других отраслей промышленности: шрота, особенно рапсового; остатков бродильных производств и молочной промышленности; продукции, полученной биотехнологическим путем, в том числе аминокислот (микробиальный синтез) и др.

Заместитель министра сообщила, что базовый сценарий Долгосрочной стратегии развития зернового комплекса Российской Федерации на 2016—2025 годы и на перспективу до 2030 года предполагает рост объема потребления зерна на промышленную переработку до 10,6 млн т в год, из которых 5 млн т получит глубокая переработка зерна. В настоящее время в 10 регионах страны (Белгородская, Липецкая, Орловская, Калужская, Тюменская, Ростовская и Волгоградская области, Краснодарский и Ставропольский края, Республика Башкортостан) реализуется 12 проектов в этой сфере. Ввод в эксплуатацию основных производств позволит уже в ближайшее время направлять на глубокую переработку до 2,5 млн т зерна в год. Таким образом, удастся в полной мере обеспечить потребность в лизине. Его импорт в последние 5 лет увеличивался в среднем за год почти на 15% и в 2016 г. достиг 93,5 тыс. т. Планируется также запуск производства L-треонина мощностью 12 тыс. т в год.

Сегодня государственная поддержка данного сектора перерабатывающей промышленности заключается в предоставлении льготного инвестиционного кредитования на строительство объектов по глубокой переработке сельскохозяйственного сырья, а также краткосрочного кредитования на закупку сырья для переработки. В рамках госпрограммы уже субсидировано 89 кредитных договоров по 24 инвестиционным проектам на общую сумму 54,4 млрд руб. По словам Е. Астраханцевой, бюджетная поддержка распространится и на производства по глубокой переработке, ориентированные на экспорт. Она сообщила об участии ведомства в Национальной технологической инициативе. В долгосрочную стратегию технологического развития вошли девять перспективных рынков,

один из которых FoodNet. Дорожная карта его развития разрабатывается Министерством сельского хозяйства совместно с Агентством стратегических инициатив. FoodNet включает пять направлений: умное сельское хозяйство, ускоренная селекция, доступная органика, новые источники сырья и персонализированное питание. Сегмент новых источников сырья охватывает рынки пищевого и кормового белка, произведенного из альтернативного сырья, в том числе продуктов переработки биомассы водорослей и насекомых, внедрение псевдозлаковых культур, а также переработку побочных продуктов сельского хозяйства. Приоритетная поддержка будет оказана инновационным проектам, имеющим высокий экспортный потенциал.

Минсельхоз России ставит задачу организовать современную систему оперативного мониторинга действующих и строящихся предприятий, а также сформировать статистику об объемах производства продуктов глубокой переработки зерновых и в целом сельскохозяйственного сырья.

Начальник Центра экономического прогнозирования Газпромбанка *Дарья Снитко* высказала оптимистичный взгляд на развитие рынка традиционных источников кормового протеина. В ближайшие годы его производство будет достаточно интенсивно развиваться, а увеличение предложения растительных протеинов на рынке повлечет за собой снижение цен. Эта тенденция проявится, несмотря на замедление темпов роста животноводства. По оценкам эксперта, производство мяса в России в следующие пять лет увеличится не более чем на 10%.

Характеризуя текущий урожай зернобобовых, эксперт выделила люпин и другие культуры, применяемые в кормлении животных. В среднем их ежегодно собирают около 2,5 млн т, однако в этом году будет получено около 3,5 млн т (рост 30%). Сбор подсолнечника в сезоне 2017/2018 прогнозируется на уровне 10–11 млн т (возможности для расширения его выращивания практически исчерпаны, потенциал роста урожайности не столь высок), а сою ожидает очередной производственный рекорд. Причем, в первую очередь за счет использования дополнительных земельных ресурсов, которые практически уже освоены на Дальнем Востоке, но еще значительны в Центральном федеральном округе.

Лидером и абсолютным рекордсменом с точки зрения перспективы замены рыбной и частично мясокостной муки в кормлении животных и, прежде всего, объектов аквакультуры *Юрий Шушкевич* (холдинг «Базовый Элемент») назвал соевые концентраты. Это один из ключевых продуктов глубокой переработки сои. Другой вид технологической переработки предполагает «освобождение» белка сои от сахаров и/или клетчатки. В результате получают соевые концентраты и изоляты, высокофункциональные

белки и ценные фитокомпоненты. Истинным соевым концентратом, по словам докладчика, можно назвать только продукт, содержащий не менее 65% сырого протеина при влажности 8–10%. К продуктам с уровнем протеина менее 65% относятся соевая мука энзимной обработки и концентрированный белок, полученный водно-спиртовой экстракцией сои.

Юрий Шушкевич проанализировал особенности технологий производства соевых концентратов: водно-спиртовой промывкой нетостированного белого лепестка (по Д. Хайесу); кислотной промывкой; холодноводной промывкой тонкостенного текстурата (разработка ЗАО «Партнёр-М»). Он также ознакомил участников форума с показателями питательности продуктов, полученных с применением этих способов промывки: сырой протеин — 67; 66 и 68%; влага — 6; 6 и 5%; сырой жир — 0,3; 0,3 и 0,1%; сырая клетчатка — 3,5; 3,4 и 3,8%; сырая зола — 5,6; 4,8 и 3,0%. При всех способах в концентратах удаётся устранить большую часть антипитательных факторов, присущих соевым продуктам. Их отличает полноценный аминокислотный состав и высокая переваримость. Причем, для кормления разных рыб подходит своя технология. Если для речных рыб оптимален концентрат, полученный методом водно-спиртовой промывки, то для карповых, теляпии и сазана предпочтительна технология холодноводной промывки, которая обеспечивает наилучшую защищенность белка.

Известно, что производители кормов для рыб стремятся максимально повысить в них содержание белка и жира. Довести до 50% уровень белка и до 45% уровень жира позволяет использование экструдированного соевого концентрата, крахмал которого преобразован в легко растворимые углеводы (декстрины и частично сахара), то есть можно получить практически «бескрахмальные» корма. В заключение, подтверждая перспективность развития данного вида переработки сои, Юрий Шушкевич привел один из прогнозов, по которому к 2020 г. мировое производство соевого изолята составит 1,2 млн т, а соевого концентрата — 5,6–6 млн т.

Возможность применения насекомых в качестве альтернативного источника белка уже не воспринимается как фантастика. С июня 2017 г. в Европе насекомые разрешены в качестве корма для аквакультуры. Перспективность нового кормового сырья связывают с тенденцией роста производства аквакультурных объектов во всем мире. По прогнозам, к 2030 г. объем вылова и объем выращенных гидробионтов будут сопоставимы.

О том, как можно использовать преимущества биомассы насекомых, рассказал *Сергей Шинкарёв*, представитель ООО «ИнАгроБио». В компании отработана технология промышленного получения биомассы насекомых и создана пилотная установка, позволяющая перерабатывать до 5 т субстрата в сутки. Для выращивания биомассы в качестве субстрата используются органические отходы



птицеводства и свиноводства. Переработанный субстрат в составе рациона скармливается, например, крупному рогатому скоту. В компании считают, что биомасса насекомых — полноценный заменитель рыбной муки, так как она содержит до 50% белка, небольшое количество жира и золы. Аминокислотный состав продукта по качеству не уступает кровяной муке.

Одна из возможных форм применения биомассы личинки — в виде муки. Ввод ее в состав кормов для всех видов животных, птицы и рыбы приводит к улучшению конверсии корма по сравнению с рыбной мукой и соевым шротом; по питательности она может заменить их в рационах моногастричных животных. В муке из биомассы насекомых максимальное содержание влаги составляет 100 г/кг, сырой клетчатки — 130, сырого жира — 100, кальция — 30, фосфора — 5 г/кг. Минимальный уровень сырого протеина — 500 г/кг. Сравнение эффективности коммерческих кормов для разных видов рыб и кормов, разработанных на основе биомассы насекомых, показало, что затраты корма для форели/семги составили соответственно 1,2–1,5 кг/кг и 0,9–1,1; для карпа — 1,1–2,0 и 1,0–1,4; для африканского сома — 0,9–1,0 и 0,7–0,8 кг/кг. Затраты белка на 1 кг прироста живой массы для тех же видов рыб соответственно составили:

600–750 и 500–650 г; 350–700 и 280–450; 320–400 и 280–300 г. Привлекает и стоимость кормов, содержащих биомассу из личинок (42–100 руб/кг), по крайней мере, если сравнивать с мальком и товарной рыбой, которые традиционно входят в рацион африканского сома: соответственно 180–250 и 90–150 руб/кг.

Геннадий Иванов представил опыт компании МИП «НордТехСад» из Архангельской области по изучению использования кормовой муки (шрота) из личинок мухи *Hermetia illucens* и ее влияния на эффективность кормления животных. В результате сравнения питательной ценности исследуемого продукта с питательностью рыбной (Марокко) и мясокостной муки (Германия) получены следующие данные: массовая доля влаги — 4,6; 8 и 8%; сырого протеина (на а.с.в.) — 37,9; 67,74 и 56,1%; сырой золы — 6,3; 15,7 и 21,42; сырого жира — 37,3; 8,5 и 10,3; уровень обменной энергии — 19,39; 12,3 и 11,5 МДж/кг.

Опыт проводили 41 день на молодняке свиней в период доращивания. В качестве базового рациона применяли комбикорм СК-4, для животных двух опытных групп он содержал муку из личинок из расчета 1 и 3 г на 1 гол. в сутки. К концу периода масса опытных животных незначительно, но все же превосходила контроль — на 6,14–6,62%; среднесуточный прирост живой массы так-

же был выше — на 8,18–9,11%. При скармливании муки из личинок мух прослеживалась тенденция к снижению расхода комбикорма — 2,676 и 2,653 кг на 1 кг прироста по сравнению с контрольной группой (2,894 кг). Биохимический анализ крови показал, что ввод муки интенсифицировал белковый и жировой обмен в организме поросят, а общие гематологические показатели были в пределах физиологической нормы. Экономический эффект в опытных группах составил 91 и 24 руб./гол. Другой опыт был связан с использованием личинок мухи *Hermetia Illucens* в качестве кормовой добавки для телят с целью определения ее эффективности. В нем были задействованы 39 телят недельного возраста. Результат показал, что использование сушеной измельченной личинки в количестве 7 г/гол. в сутки дает дополнительный прирост живой массы 170 г/сут на 1 гол. по сравнению с контролем. Для получения ожидаемого дополнительного прироста по массе 5 кг и более в месяц потребуется 210 г сушеных личинок.

Алексей Аблаев (Российская биотопливная ассоциация и Центр новых технологий) ознакомил участников форума с другой нетрадиционной технологией получения кормового протеина — из природного газа. Впрочем, новой она является только на первый взгляд. В СССР исследования в этой сфере проводились с конца 60-х годов и завершились промышленным производством дрожжевого белка гаприн. В 1994 г. Минсельхозом России было утверждено «Наставление по применению гаприн в комбикормах и белково-витаминных добавках (БВД) для сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы». Производство белка с помощью биосинтеза имеет свои преимущества: быстрая скорость накопления биомассы; большое количество белка, создаваемого микробными клетками; стабильное качество конечного продукта.

Выступающий обратил внимание на то, что в настоящее время за рубежом нет действующих промышленных производств по получению белковых концентратов на основе биотехнологии переработки метана. Он изложил принципы моделирования и инжиниринга завода по производству гаприн на метане, разработанные Центром новых технологий, и технико-экономическое обоснование проекта.

Тема сообщения *Натальи Хабибулиной* — инновационные компоненты корма на базе принципа 3Д-структурирования, предлагаемые компанией «Партнёр-М». Специалисты видят проблему не только в том, что потребность в сое превышает ее наличие, но и в неэффективном

использовании этого источника белка, не раскрывающем в полной мере его потенциал. Ответ компании на этот вызов — создание белкового продукта Протефид с содержанием сырого протеина 52%. Его высокую переваримость обеспечивает низкий уровень клетчатки — 2,1%; высокую поедаемость — 9% сахара. Обменная энергия составляет 13,5–14,3 МДж/кг для различных видов животных. Всего 1 кг продукта обеспечивает около 30% суточной потребности дойной коровы в нерасщепляемом протеине. Концентрированная форма Протефида приобретает новые свойства по сравнению с традиционными продуктами, полученными по технологии микробной и спиртовой ферментации.

Разработанный в «Партнёр-М» метод сухого безотходного фракционирования позволяет получать из муки желтого гороха тонкого помола (менее 50 мкм) две фракции — обогащенную белком (55% белка, 15% крахмала) и обогащенную крахмалом (65% крахмала, 15% белка). Чтобы максимально использовать свойства каждой из фракций, на их основе путем экструзии созданы специализированные добавки с различным содержанием белка и крахмала.

Растительный белковый концентрат Протелон позиционируется производителем как имеющий преимущества при использовании в кормах для рыб, в том числе ценных видов. Обращает на себя внимание повышенный уровень полноценного белка в сухом веществе этого продукта — 50–60%, а также высокое содержание лизина — 96,4 г/кг, или 5,38%. Другие показатели Протелона: клетчатка — 2,3%; сахар — 5,7; крахмал — 15,9%; обменная энергия — 14,5–15,5 МДж/кг в зависимости от вида животных. В Протелоне оптимальное соотношение фосфора и кальция.

Второй продукт Протамилон отличается высоким содержанием крахмала — 62,6%. Уровень сырого протеина 15,5% позволяет рассматривать добавку как дополнительный источник белка. Обменная энергия для различных видов животных составляет 13,3–14,2 МДж/кг. Низкий уровень золы, КДК и НДК обеспечивает максимальную переваримость и высокую поедаемость корма. Интересно, что синтез Протефида и Протамилона благодаря возможности регулировать показатели в широких пределах позволяет создавать продукты с набором характеристик, оказывающих синергическое действие. ■

*Продолжение
в следующих номерах*

ПРОТЕИНЫ: НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ*



ПротеинТек
Форум и экспо



ПроПротеин
Форум и экспо

На форумах «ПротеинТек» и «ПроПротеин», безусловно, не была обойдена вниманием проблема нехватки рыбной муки. По мнению *Андрея Агеева* (подкомитет по развитию рыбохозяйственного комплекса Комитета по развитию агропромышленного комплекса ТПП РФ), это объясняется объективным уменьшением сырьевой базы и объемов вылова рыбы (анчоусы, мойва, некоторые виды ставриды), из которой вырабатывают муку. Одновременно увеличилось пищевое использование рыбы, например минтая и ставриды. В результате за последние 15 лет объемы производства рыбной муки в мире сократились с 7 млн т до 4,5–5 млн т. 80% ее производства обеспечивается за счет вылова и только 20% получают путем переработки отходов.

Эксперт ТПП напомнил, что в свое время СССР был одним из лидеров, выпуская ежегодно от 400 до 700 тыс. т этого ценного компонента комбикормов. Основным сырьем служили минтай и некоторые водные виды удаленных районов океана. Производственную базу составляли специализированные технологические транспортные мощности: плавбазы, оснащенные для переработки вылова в муку, большое количество траулеров-заводов, на которых производили муку, и береговые перерабатывающие предприятия. Вследствие названных выше мировых тенденций, а также по причине потери инфраструктуры внутри страны отечественное производство сократилось примерно в 6–8 раз, до 60–90 тыс. т. Серьезной проблемой стало изменение структуры производственной базы. Масштабы промысла в дальних районах океана сократились в десятки раз, из 98 плавбаз осталось только 6, количество траулеров уменьшилось в 2,5 раза, а береговые предприятия практически прекратили свое существование из-за уничтожения технологических цепочек поставок. В разрушении инфраструктуры Андрей Агеев видит одну из причин роста экспорта рыбной муки. В условиях нехватки и часто

ненадлежащего качества портовых мощностей, складских помещений, специализированных вагонов для перевозки и другого, проблема сводится не к выработке рыбной муки, а к ее доставке до потребителя. В этом случае производителю проще отгрузить продукцию покупателям из других стран непосредственно в море, избавляя себя от столкновения с трудно решаемыми инфраструктурными задачами. В определенном смысле к факторам, не способствующим промышленному получению рыбной муки, эксперт отнес ответную реакцию животноводства — развитие технологий, связанных с использованием белков растительного и другого происхождения, которые хотя и с разной эффективностью, но тем не менее заменяют традиционный и высококачественный компонент комбикормов.

На этом фоне естественным образом сократилось потребление рыбной муки на кормовые цели. Сегодня в России оно колеблется в интервале 70–110 тыс. т, тогда как потребность всех отраслей животноводства, по разным оценкам, составляет от 500 до 700 тыс. т, то есть фактически в стране используется 10–15% этого объема.

В обозначении перспектив производства рыбной муки ориентироваться, видимо, следует на цифры, указанные в проекте «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года». В соответствии с ней предполагается удвоить производство и получить 185 тыс. т этой продукции в 2020 г. и 200 тыс. т в 2030 г. Документ нацелен на инновационное развитие отрасли и прежде всего на создание флота, который должен производить продукцию глубокой степени переработки. Сырьевую базу должно дополнить вовлечение малоиспользуемых ресурсов, в том числе хамсы, антарктического криля и др. Кроме этого предусматривается более активное применение механизмов мотивации производителей и государственной поддержки. Речь идет об инвестиционных квотах на вылов (обновление флота), поддержку предприятий, которые будут утилизировать 40–50% отходов, о налоговых льготах и др.

*Окончание. Начало в №10' 2017.



Андрей Агеев подчеркнул, что без финансового сопровождения заявленные цели останутся лишь словами. Вместе с тем он заметил, что реализация всех направлений, которые формируют сырьевую и технологическую базу производства рыбной муки, позволит выйти на показатели, сформулированные в документе.

Одним из конкретных и перспективных решений проблемы нехватки рыбной муки А. Агеев считает возобновление промысла антарктического криля. В целом биомасса криля оценивается в 200–700 млн т; допустимый вылов — до 8,7 млн т в год, а фактический не превышает 100–520 тыс. т. Крилевая мука имеет свои неоспоримые достоинства. Уровень сырого протеина не менее 60%, содержащийся в ней белок равноценен белкам рыбной муки и может полностью заменить ее в кормлении креветок. В крилевой муке высокая концентрация полезных веществ, в 3 раза больше содержание липидов. Она лучше усваивается организмом и способствует усвоению растительных компонентов комбикормов; уменьшает потребность в дорогостоящих составляющих, позволяя таким образом сокращать затраты. Эксперт ТПП напомнил, что в 1974–2012 гг. СССР/РФ выловлено 4,2 млн т криля, или 55% мирового вылова.

Одновременно был накоплен большой опыт использования криля в кормовых целях. И хотя данное направление выделено в стратегии развития рыбохозяйственного комплекса, необходимо учитывать, что оно дорогостоящее. Стоимость проектируемого в Норвегии современного специализированного судна для добычи и переработки криля достигает 200 млн долл. США.

Тему продолжил Роман Артёмов (ФГБНУ «ВНИРО»). Он привел цифры, свидетельствующие о колоссальном сокращении импорта рыбной муки в Российскую Федерацию — со 106,5 тыс. т в 2012 г. до 11,4 тыс. т в 2016 г. Ученый также привел данные, в соответствии с которыми в 2016 г. из 94,9 тыс. т произведенной отечественной рыбной муки 65,7 тыс. т было отгружено на внешние рынки. Известно, что экспортное производство сосредоточено в основном в дальневосточном регионе. ВНИРО проанализировал продукцию, собрав данные с каждого промыслового судна. Результаты показали, что она содержит 63–70% белка. Это свидетельствует об использовании не отходов переработки рыбы, а качественного сырья. 70–75% от общего его количества производится

из минтая и макруруса. В целом же сырьем для российской рыбной муки служат минтай — 68%; треска и пикша — 10%; скумбрия — 8%; сельдь — 8% и 6% приходится на прочие виды рыб. Дополнительным аргументом в пользу поставок российской рыбной муки на внутренний рынок Роман Артёмов назвал возможность ее круглогодичного получения. Оценка потенциальных объемов выработки ценного компонента кормов, учитывающая применение всех, в том числе недоиспользованных ресурсов, отходов рыбопереработки, позволила сделать вывод: по самым скромным подсчетам они могут составить 180 тыс. т. Исходя из очевидного тезиса, что даже в перспективе рыбная мука не обеспечит потребности всего растущего российского животноводства, Роман Артёмов считает рациональным использовать ее преимущественно для выращивания объектов аквакультуры. Это около 40 тыс. т муки, которые полностью обеспечат сектор производства экструдированных кормов для ценных пород рыб (лососевые, осетровые, форелевые).

Ученый также рассказал о прогрессивных направлениях глубокой переработки водных биологических ресурсов, которые позволяют получать качественные продукты для



кормления животных. Это ферментативные и низкотемпературные технологии производства, а также решения, направленные на развитие безотходной переработки. Получение ферментированной рыбной муки из отходов, образующихся при разделке массовых объектов промысла, не будет повсеместным. Но оно вполне возможно на береговых предприятиях. Такая мука имеет преимущества: меньшие нормы ввода в комбикорм по сравнению с обычной. Она богата полипептидами и свободными аминокислотами. Технология включает процессы измельчения, варки и прессования сырья. Далее идет непосредственно

ферментирование. Вслед за обработкой ферментом продукт проходит две стадии сушки и еще одно измельчение. Завершающий этап — охлаждение и удаление металлопримесей. В зависимости от исходного сырья готовая ферментированная мука содержит до 80% белка. Разработчики обратили внимание на рентабельность данной технологии при относительно низких объемах производства — от 1 т в сутки.

Преимущества технологии термовакuumноимпульсного воздействия (ТВИ) связаны с возможностью работы с высокожирным сырьем (более 8%). Вакуумная обработка позволяет снизить температуру сушки до 60°C, минимизируя тем самым риск возникновения окислительных процессов. Кроме того, благодаря интенсификации процесса сушки удается сэкономить до 15–20% энергетических затрат. Схема производства выстроена следующим образом: после аккумуляирования и измельчения сырья оно подвергается ТВИ-воздействию, затем происходит механическое отделение белково-липидной эмульсии и далее — ТВИ-сушка. Процесс получения рыбной муки завершается охлаждением и измельчением высушенного продукта.

Для кормления животных разработан белково-липидный концентрат. Основой для его производства служит рыбный подпрессовый бульон, из него выделяют белковые взвеси. В результате следующего этапа — ультрафильтрации — образуется две фракции: фильтрат для ополаскивания технического оборудования и влажный концентрат, из которого после внесения антиоксиданта и сушки получают готовый компонент кормов. Его отличает повышенная, до 94%, переваримость пепсином белковых веществ (низкомолекулярные фракции).

Современные подходы к перерабатывающей промышленности базируются на принципах экологичности, создания безотходных производств (глубокая переработка), максимального использования ресурсов и побочных продуктов других производств, экономии энергии и др. Этим требованиям соответствуют решения компании «Альфа Лаваль» — передовые технологии производства рыбной, мясной муки и растительных протеинов в результате переработки природных ресурсов, с которыми ознакомил участников форумов Александр Негоица. В арсенале компании применение ферментативного гидролиза. Одинаковый, за исключением деталей, для мясных и рыбных отходов процесс позволяет получать как функциональный протеин, так и протеин соответствующей концентрации на мембранных установках. Схема включает ферментативный гидролиз при определенных условиях: разделение — очистка — упаривание — сушка на распылительных сушилках. Оснащение сепараторами и вакуумно-выпарными установками обеспечивает выход муки больше на 20–25%, чем при традиционной технологии. Технология предварительного (до поступления сырья на гидролиз) обезжиривания сырья снижает энергоемкость производства мясокостной и рыбной муки. Ее задача — исключить образование трудно делимых

белково-жировых соединений. Схема предполагает закрытый нагрев в течение 2–3 мин, небольшую выдержку без нагрева, моментальную сепарацию в центробежном оборудовании, отделение жира, упаривание бульона. В результате на гидролиз поступает качественное сырье в виде белковой массы, а отобранный жир, также качественный, имеет ценность с точки зрения его последующей реализации. Удаление жира до основного процесса уменьшает затраты на очистку, а полная рекуперация ароматических соединений дает больше возможностей при размещении перерабатывающих предприятий. Александр Негоица описал также технологию получения изолятов из картофельных и гороховых белков, глютенных злаковых культур. При ее реализации восстанавливается до 80% белка, содержащегося в растительном сырье. Благодаря процессу ферментативного гидролиза изменяются свойства белков, из них выделяются пробелковые вещества пептоны. В результате получают пищевую и кормовую клетчатку, а сиропы очищают и фракционируют на олигосахариды.

Прежде чем рассказать о производстве дрожжей, обогащенных каротиноидами, Андрей Гончарук (НИЦ «Курчатовский институт» — ГосНИИГенетика») дал общую характеристику рынка каротиноидов. В стоимостном выражении он оценивается в 1,2 млрд долл. США. С 2014 г. наблюдается его стабильный рост на 3,5–4,0% в год, и к 2019 г. объем рынка достигнет 1,4–1,5 млрд долл. В настоящее время 59% мирового рынка каротиноидов приходится на кормовые добавки; 26% используются в пищевой промышленности и 15% — в фармацевтической.

Наиболее востребованный из каротиноидов — бета-каротин. В 2015 г. общий объем его рынка составил 432,2 млн долл. США. При этом стоимость натурального и искусственного бета-каротина отличается: около 700 и 500 долл. США за 1 кг соответственно. Актуальная тенденция отражает снижение потребления искусственного бета-каротина в пользу натурального. В перспективе же в течение следующих восьми лет ожидается значительный рост отрасли в мире. Он станет следствием заметного увеличения потребления бета-каротина не только в пищевых продуктах и напитках, пищевых добавках, косметических средствах, но также в производстве кормов для животных.

Хорошо известен в качестве компонента кормов каротиноид астаксантин. Он успешно применяется в животноводстве и при выращивании объектов аквакультуры, например, для пигментирования рыбы и мяса, а также в качестве антиоксиданта. В 2016 г. мировой рынок астаксантина оценивался в 555,4 млн долл., растущий спрос на этот ингредиент обусловлен вниманием населения к здоровому питанию в целом и естественным красителям в частности. Стоимость 1 кг натурального астаксантина около 1600 долл. США.

Микроорганизмы — один из природных источников сырья для получения каротиноидов. Их получают в процессе переработки бактерий, дрожжей, мицелиальных грибов

и микроводорослей (*Haematococcus pluvialis Dunaliella*). Так, в 2015 г. на переработку последних пришлось более 35% от суммарного объема. И есть основания считать, что данный способ производства будет иметь устойчивую положительную динамику как имеющий преимущества по сравнению с другими источниками.

Андрей Гончарук отметил и тенденцию роста популярности микробиологической ферментации с помощью дрожжей. Разработанная в ГосНИИГенетике биотехнология производства каротиноидов с помощью дрожжей *Rhodospiridium diobavatium* и *Phaffia rhodozima* позволяет получать высокий выход биомассы за короткое время. В качестве субстрата используется различное дешевое сырье, такое как пшеничное и ячменное сусло, меласса, кукурузный сироп, экстракт торфа, послеспиртовая барда. Это возможность улучшения технологии с применением селекции и генной инженерии.

Информацию о рынке каротиноидов дополнил *Илья Зубов* (GEA Group). 85% объема рынка приходится на синтезированные формы. Использование каротиноидов в кормах для животных в денежном выражении оценивалось в 2005 г. в 527 млн долл. США, в 2010 г. — в 663 млн долл. Мировой рынок бета-каротина из микроводорослей составляет примерно 200 т в год.

В основной части сообщения речь шла о получении бета-каротина путем переработки микроводорослей. Это метод экстракции, в котором исходным сырьем служит предварительно высушенная водоросль *Dunaliella salina* с содержанием бета-каротина до 14%. Первый шаг технологии — подача в реактор водоросли, растительного масла и спирта. После того как прошла реакция, масса поступает в гомогенизатор высокого давления, где происходит механическое разрушение клеточных мембран. *Илья Зубов* отметил, что это наиболее эффективный и предпочтительный способ их разрушения по сравнению с химическим и ферментативным. Затем при помощи трехфазного декантера с автоматическим наполнением одной из фаз осуществляется экстракция бета-каротина. Масса разделяется на составляющие: масло с бета-каротином, тяжелую жидкость и непосредственно клеточные мембраны.

В этом материале мы осветили темы, представляющие интерес для производителей комбикормов. Но не можем не отметить высокую информационную насыщенность форумов «ПротеинТек» и «ПроПротеин». Живой отклик аудитории вызвали сообщения о применении белков в функциональном и спортивном питании. Блок докладов был посвящен перспективам искусственного мяса. ■