



НОВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТОВ В РОССИИ*

В первой части материала, опубликованного в №12-2019, мы тезисно рассказали об основных аспектах выступлений на семинаре, на котором участников кормового рынка ознакомили с новым производством ООО «Агрофермент» — биотехнологическим заводом и с новым поколением ферментных препаратов, выведенных на рынок. Во второй его части, публикуемой в этом номере, расскажем о двух других выступлениях.

ОБЗОР РЫНКА ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Выступление генерального директора ООО «Исследовательская компания «Аберкейд» Надежды Орловой было посвящено обзору российского рынка кормовых биодобавок, в том числе ферментов, а также сдерживающим барьерам и перспективам.

Объем рынка сельскохозяйственной биотехнологической продукции (иммунобиопрепараты, биопродукция для растениеводства, кормовые биодобавки) в 2018 г. составил 85,5 млрд руб., из них на рынок кормовых биодобавок приходится 51 млрд руб. (в 2015 г. — 38 млрд руб.). Надо сказать, что по сравнению с 2015 г. все сегменты рынка сельскохозяйственных биотехнологий выросли, в том числе кормовых биодобавок на 65%, или на 13,4 млрд руб. Среди них прирост показали: аминокислоты — на 20%, витамины — на 17%, ферменты — на 13%. Однако этот сегмент по-прежнему сильно зависит от импортных поставок. В частности, по витаминам 100%-ная зависимость, ферментам — 93%-ная, аминокислотам — 84%-ная (снизилась с 98% по сравнению с 2015 г. в связи запуском производства аминокислот в Белгороде). Наибольшее удорожание отмечено по витаминам.

Мировой рынок сельскохозяйственных биотехнологий оценивается в 46 млрд долл. США, на долю России приходится 3%. В структуре мирового рынка данного сегмента больше пробиотических и пребиотических препаратов, а также других биологических продуктов, способствующих улучшению благосостояния сельскохозяйственных животных (иммунобиологические препараты — 4,3%, кормовые биодобавки — 3,3%, аминокислоты — 4,6%, ферменты — 6,9%, витамины — 7,9%, эубиотиков — 0,4% и др.).

Что сдерживает развитие сельскохозяйственных биотехнологий в нашей стране? Понятно, что увеличение объемов потребления, в частности, кормовых ферментов зависит от естественного прироста поголовья животных и птицы. Однако сегодня в птицеводстве наблюдается стагнация, вы-

званная снижением рентабельности на фоне удорожания кормов, ухудшением эпизоотической ситуации по гриппу птиц, высоким уровнем насыщения внутреннего спроса на мясо птицы, ограниченным экспортным потенциалом. Темпы роста в свиноводстве также замедляются. Кроме того, в стране не развиты альтернативные сегменты потребления ферментов: например, производство биотоплива, биопластика и др.

Российский рынок ферментов в 2018 г. оценивается в 7,4 млрд руб. Динамика по группам — мультиэнзимные комплексы (МЭК), специфические ферменты, такие как фитаза, и моноферменты — свидетельствует об увеличении объемов поставок на рынок МЭК. Еще с советских времен они пользуются большой популярностью, темп прироста по ним составил 56%.

Число участников рынка достигает 50 компаний — это как производители, так и поставщики, и продавцы. Но около 50% объема всех продаж на рынке принадлежат пяти компаниям, остальной объем делится между другими участниками. К крупным производителям ферментов в Российской Федерации относятся ООО «Сиббиофарм» и ООО «Агрофермент», суммарные мощности которых составляют около 50% внутренней потребности, однако реальная доля продукции отечественного производства не более 7%. А основной объем — это поставки из-за рубежа.

Анализ структуры рынка ферментов в РФ показывает, что в 2018 г. относительно 2015 г. импорт увеличился на 55%, внутреннее производство — на 52%, экспорт почти отсутствует. В чем же основные причины нерезализованности потенциала российского ферментного производства на рынке? В отличие от отечественных производителей у зарубежных хорошее информационное сопровождение: буклеты, учебные семинары, промышленные испытания, результаты испытаний на различных видах кормов и зерновых культур, в разных регионах. Они предоставляют потребителю любую справочную информацию, технологическую помощь и консалтинг, и это является одним из ключевых моментов, почему успешно продвигаются такие продукты на рынке. Ферменты — сложные продукты, применение которых требует тщательной проработки.

*Окончание. Начало в № 12-2019.

«Без этих знаний и ознакомления с ними потребителя, что делают иностранные коллеги через свои программы и исследования, ферменты невозможно продать», — считает Надежда Орлова.

В среднесрочной перспективе зарубежная продукция будет доминировать на российском рынке ферментов. Их потребление увеличится



благодаря восстановлению темпов роста в птицеводстве и сохраняющейся положительной динамике в свиноводстве.

Ферментные препараты в целом дорожают. К 2025 г. объем рынка ферментов, по прогнозу, будет оцениваться в 10 млрд руб. Ключевыми их поставщиками сегодня являются следующие компании. DSM Nutritional Products — ассортиментная линейка включает восемь наименований кормовых ферментов под торговой маркой Ronozyme®. Huvepharma — широкий ассортимент ферментных препаратов линейки Hostazym®, фитазы под марками OptiPhos® (на основе бактериальной б-фитазы) и Kormophyt 5000 (грибковая 3-фитаза), а также мультиферментные композиции Xybeten-Cel® и Norditox-Мес®. Danisco (часть компании DuPont) — мультиферментные комплексы Avizyme®, отдельные наименования линейки Aextra®, препараты фитазы под марками Phyzyme® XP и Aextra® PHU, ксиланаза (Danisco Xylanase). Alltech — шесть наименований ферментных препаратов под брендом Allzyme®. BASF — препараты фитазы под маркой Natuphos® и мультиферментный комплекс Natugrain® TS.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В КОРМЛЕНИИ ПТИЦЫ И СВИНЕЙ. ФЕРМЕНТЫ: ОСОБОЕ МЕСТО В РАЦИОНАХ

Другой докладчик — **Кис Гирс**, консультант по кормлению животных компании F2CARE из Нидерландов, имеющий богатый опыт работы в комбикормовой промышленности — более 40 лет, а непосредственно с ферментами — около 30 лет, поделился им в части использования ферментных препаратов в кормопроизводстве и кормлении животных и птицы в Европе, привел обзор кормового рынка в странах Евросоюза, рассказал, с какими вызовами столкнулись производители комбикормов и животноводческой продукции в связи с запретом использования антибиотиков.

Начиная свой доклад, Кис Гирс, отметил: «Хотя я долго работаю в комбикормовой индустрии, мне до сих пор кажется, что составление рационов — это искусство, которое поддерживается наукой. И науки здесь не так много, в основном это искусство».

Производство комбикормов и животноводческой продукции. В 2017 г. в ЕС-28 было выработано 163 млн т комбикормов. Лидировали Испания и Германия — 23,7 и 23,8 млн т соответственно. Нидерланды находились на пятом месте — около 15 млн т. Для молочного скотоводства, свиней и кур, включая несушек и бройлеров, произведено соответственно 28,6%, 31,3%, 34,2%. Остальные 5,2% — это корма для объектов аквакультуры и 0,7% — ЗЦМ.

В составе комбикормов в ЕС используются: зерновые культуры (пшеница, рожь и кукуруза) — 50%; жмыхи и шроты (в основном соевые и подсолнечные) — 25%; отходы пищевой промышленности и побочные продукты биоэтанолового производства — 12%; витаминные, минеральные и другие кормовые добавки — 3% (по стоимости — 10%), масла и жиры — 2%. В небольшом количестве вводятся плазма и рыбная мука. Из рациона исключены животные протеины, в том числе мясокостная и перьевая мука.

В Нидерландах в 2018 г. выработано 12,5 млн т комбикормов. Дополнительно к ним получено 4,2 млн т влажных компонентов. Нидерланды только на 12% могут обеспечить себя источниками сырья для производства комбикормов, поэтому 55% закупают в других странах Европы, 33% — импортные поставки (20% из Латинской Америки, 8% из Северной, 5% из Азии). В рационе жвачных используются до 73% грубых кормов, 20% комбикормов, 4% жидких продуктов, 3% отдельных кормовых компонентов. В рационе свиней 73% занимают комбикорма, 18% отдельные компоненты, 9% жидкие продукты. В рационе птицы 77% комбикорма, 23% отдельных кормовых компонентов, в частности цельной пшеницы. Большую долю в рационе свиней и жвачных животных занимают продукты переработки пищевых производств, которые сразу поступают на фермы. Усредненные рационы в Нидерландах имеют следующий состав: зернобобовые — 52%, продукты переработки пищевой промышленности — 42%, кормовые добавки (соль, бикарбонат натрия, известняк, кормовой фосфат, витамины, холин хлорид, органические микроэлементы, препараты против кокцидий, аминокислоты, ферменты) — 4%, жиры и масла — 2%.

Свиноводство в Нидерландах представлено 4300 свинофермами, где 12,4 млн свиномест и производится 24,4 млн свиней в год. Для них вырабатывается около 5 млн т кормов. По некоторым параметрам продуктивности голландские свиньи уступают датским: например, на свиноматку в Дании получают больше 30 поросят в год. Но по их сохранности Нидерланды опережают Данию. На экспорт отправляют около 3 млн 115-килограммовых свиней и около 7 млн 25-килограммовых поросят.

Для бройлеров в Нидерландах производится около 2 млн т комбикормов, все они скормливаются птице на 600 фермах с 49 млн птицемест. Показательно экспортное направление — 300 млн инкубационных яиц и 110 млн суточных цыплят в год. Основной рынок сбыта — Германия, Восточная Европа, а также Россия.



На 900 яичных фермах содержатся 35 млн кур-несушек. В год здесь получают 10,2 млрд товарного яйца, из этого количества 6,6 млрд экспортируются. Все активное птицеводство находится на юге и востоке страны.

«В нашей отрасли некогда скучать». В комбикормовой индустрии Евросоюза почти каждый месяц появляются законодательные акты, выходят какие-то запреты и новые правила. Например, с 2000 г. запрещено использование в комбикормах большинства животных протеинов; с 2006 г. введен запрет на использование стимуляторов роста; постоянно снижаются уровни меди и цинка (запрет на ветеринарные препараты с оксидом цинка к 2022 г.); существует запрет на использование формальдегида против сальмонеллы в кормах; введены законодательные нормы по благополучию животных; лекарственные корма запрещены в Нидерландах; отказ от использования антибиотиков на 70% к 2015 г. по сравнению с 2009 г. (достигнуто 58%). И это серьезно влияет на развитие комбикормовой отрасли. Помимо ограничений, которые накладываются на голландское фермерство со стороны правительства, еще есть общественное мнение. Оно особенно касается загрязнения окружающей среды. Зная об изменении климата, общественные группы населения защищают леса Бразилии от вырубки и выращивания на этих площадях сои, что вынужденно влияет на ее экспорт из Латинской Америки. Они защищают благополучие и права животных, отказываются от антибиотиков и ГМО, хотят применять исключительно органическое земледелие — чистое фермерство, местные источники протеина. В настоящее время одна из лидирующих политических партий в Нидерландах выступает за то, чтобы на 50% сократить поголовье продуктивных животных в стране. Иногда весь этот комплекс проблем вводит в депрессию людей, занимающихся сельским хозяйством. «В нашей отрасли некогда скучать. Но что же делать? Ведь мы должны отвечать на вызовы времени, иначе невозможно работать, нужно брать себя в руки и с терпением ко всему относиться», — призывает Кис Гирс.

В начале 2019 г. был проведен опрос 350 экспертов-профессионалов в сфере птицеводства по всему миру. Им задали вопросы, среди которых был такой: что для вашей компании является самым масштабным вызовом в плане составления рационов и/или затрат на корма? 42% участников опроса ответили, что снижение и отказ от использования антибиотиков. И хотя опрос касался только птицеводства, на свиноводство его тоже можно распространить.

«Когда в странах ЕС внедрялся запрет на использование антибиотиков, наши коллеги из США и Латинской Америки удивлялись, зачем это мы делаем, — продолжает эксперт. — Но сейчас отказ от антибиотиков является мировым трендом, в том числе в Азии. Все начали говорить о здоровье кишечника, и сегодня это горячая тема».

Для 36% опрошенных вызовом является нестабильность результатов при использовании альтернативных

продуктов вместо антибиотиков. Также названы: стоимость альтернативных добавок (34% опрошенных), время на овладение новыми знаниями (15%), сложность введения новшеств на уровне фермы (28%), значительные капитальные вложения для улучшения благополучия животных (25%), борьба с потерями продуктивности при отмене стимуляторов роста — антибиотиков (27%). При этом участники опроса отмечали рост числа случаев кокцидиоза и некротического энтерита после снижения или отмены антибиотиков в программах кормления. Пять процентов опрошенных не заметили никакого негативного воздействия.

«Я буквально поседел, когда был введен запрет на использование антибиотиков. Очень уж сложными оказались первые этапы перехода на альтернативные добавки, — говорит докладчик. — Изначально показатели продуктивности были провальными. И пока ты не научишься нормально этим пользоваться, положение не стабилизируется. Необходимо пересмотреть всю систему кормления, составления рационов. Это должен быть целостный подход, целый комплекс разнообразных мер».

Рационы без антибиотиков необходимо пересматривать по многим показателям: энергии (нетто-энергия вместо обменной энергии), аминокислотам (снижение уровня протеина до нижней возможной границы), клетчатке (выше уровень и более грубая), жирам (переваримость, эмульгаторы), минеральным веществам (значительно меньше Са и больше органических микроэлементов), витаминам (витамин D₃, витамин Е, биотин).

«Сегодня во многих литературных источниках, особенно в статьях, широко продвигается концепция снижения уровня протеина в рационе при использовании синтетических аминокислот — приблизительно на 2%. Например, в рационе поросят до 17–18%. Это, соответственно, снижает себестоимость комбикорма», — отмечает Кис Гирс.

В настоящее время в Европе для свиней на откорме используют рационы с максимальным содержанием сырого протеина 16,2%, но уже рассматриваются 16,0 и 15,7%. При этом соевых компонентов вводится сейчас 7,5% вместо 24% в прошлом. Падение уровня протеина компенсируется кормовыми аминокислотами.

С рационом бройлеров такая же ситуация. Прежний уровень протеина 22% сменился на 20,4%, а, по прогнозу, он будет составлять 19,4% и так же добираться кормовыми аминокислотами. Запреты на использование мясокостной и рыбной муки толкают на поиски способов их компенсации, то есть «с этим надо как-то жить».

Сейчас тенденция в рационах свиней указывать не обменную энергию, а нетто-энергию. Это позволяет контролировать ввод компонентов, богатых протеином. Концепция по протеину такая же — по илеальной переваримости и илеальному профилю аминокислот, как для свиноводства, так и для птицеводства. При составлении рационов для птицы об-



ращают внимание на кажущуюся обменную энергию.

«По использованию клетчатки прослеживается интересная тенденция. Когда я учился в институте, нам говорили о ней как об антипитательном веществе и рекомендовали, насколько это возможно, не включать ее в рацион, — вспоминает Гирс.

— А сейчас весы качнулись в другую сторону — клетчатка обязательна к вводу в комбикорма и для свиноматок, и для поросят, и для бройлеров».

По минеральным веществам наблюдается большее использование органических микроэлементов. Особенно это касается комбикормов, которые не являются лекарственными и в которые не вводятся антибиотики.

Участники другого опроса, посвященного эффективности различных групп кормовых добавок, однозначно ответили, что органические кислоты хорошо зарекомендовали себя в кормлении животных и птицы.

О необходимости применения ферментов осознание вышло на стадию зрелости: никто сейчас не отрицает, что это следует делать. А фитопрепараты и эфирные масла пока находятся «в эмбриональной стадии осознания для потребителей» — только 60% опрошенных уверяют, что эти препараты эффективны. Однако наметилась тенденция к все большему появлению на рынке фитопрепаратов и привлечению к ним все большего внимания.

Наметилась тенденция к снижению уровня общего кальция в рационе как свиней, так и птицы. Если раньше его использовалось много, в частности, в качестве носителя, поскольку он был довольно дешевым компонентом, то сейчас считается, что в таком количестве нет необходимости, и оно даже вредно для организма. Для повышения переваримости фосфора применяют фитазы.

«Несмотря на вызовы современности, они тем не менее настраивают нас на дальнейшую работу, желание продвигаться и жить лучше, в том числе в таких условиях. Например, 30 лет назад, когда я начинал работать, ни одного фермента вообще не применялось в комбикормовой отрасли, а сейчас их большое количество, и это уже стало общепринятой практикой», — отметил докладчик.

Роль ферментов в рационах моногастричных животных. Опыт работы Киса Гирса с ферментами начался в 1991 г. — с участия в разработке Натуфоса, который был создан в Голландии (затем эту марку выкупил BASF). Изначально он предназначался для борьбы с загрязнением окружающей среды фосфором. Позитивное воздействие кормовых ферментов известно с 1920-х годов. Прорыв произошел в 1984 г., когда в Финляндии на рынок были выпущены корма на основе ячменя с дополнительным вне-

сением кормовых ферментов с бета-глюканазной активностью. В 1989 г. в Великобритании выходят коммерческие корма с ксиланазной активностью для бройлеров. В 1991 г. в Нидерландах применяется первая коммерческая ГМО-фитаза (Натуфос).

Сегодня мировой рынок ферментов довольно обширный. По данным Graham, в 2017 г. с использованием ферментов было произведено более 95% комбикормов для птицеводства и более 90% для свиноводства. Годовой рынок фитаз составляет приблизительно 450 млн евро, НПС-ферментов — 500 млн, протеаз — 100 млн евро. Их применение позволяет комбикормовой индустрии экономить более 4 млрд евро.

НПС-ферменты. Кормовые ферменты разделяют на фитазы и не-фитазы. Не-фитазы (карбогидразы: НПС-ферменты, амилазы, галактозидазы; протеазы) работают в основном на некрахмалистых полисахаридах. К преимуществам ввода НПС-ферментов в рацион свиней и птицы относят: снижение вязкости (растворимая клетчатка), разрушение клеточных стенок и высвобождение питательных веществ (нерастворимая клетчатка), в результате чего улучшается переваримость протеина, аминокислот, крахмала, липидов и энергии; уменьшение разброса в питательной ценности кормовых компонентов (чем ниже качество, тем больше ответ на воздействие фермента); более гибкий ввод компонентов, который позволяет использовать разнообразное сырье; улучшение микрофлоры кишечника — сдвиг в сторону более полезных бактерий, благоприятно влияющих на здоровье кишечника; обеспечение однородности поголовья; уменьшение нагрузки на окружающую среду за счет более полного усвоения питательных веществ корма организмом животного.

В течение 30-летней истории взгляды на применение НПС-ферментов менялись. Если изначально они добавлялись в рационы, чтобы снизить вязкость химуса, повысить растворимость клетчатки (первая концепция), то затем стали нужны для повышения доступности питательных веществ корма (вторая). Сейчас появилась третья концепция: ферменты нужны для выработки олигосахаридов, стимулирующих рост бактерий, улучшающих микробиом кишечника и, соответственно, его здоровье.

В зависимости от периода времени, то одной концепции (теории) уделяли большее внимание, то другой. «Но как специалист я могу сказать с уверенностью, что снижение вязкости в птичьих рационах остается одним из наиболее принципиально важных механизмов НПС-ферментов», — подчеркнул Кис Гирс.

Ответ на их действие бывает разным. Иногда вообще не видно изменений. Иногда ответ вроде бы есть, а вроде бы его и нет. Иногда он очень сильный. Почему так происходит? Потому что существует множество разнообразных факторов, которые влияют на эффективность ферментов, воздействующих на некрахмалистые полисахариды.

Это зависит от вида животного, его физиологии и процессов пищеварения. Например, на птице, особенно на молодняке бройлеров, ответ всегда заведомо больше, чем на свиньях при внесении таких ферментов. А вот на взрослом животном, например на свиноматке, эти эффекты практически невозможно продемонстрировать.

Эффект также зависит от вида сырья, используемого в составе комбикорма. Так, на пшенице и ячмене, которые по своей природе более вязкие, эффект от ввода ферментов проявляется лучше, чем на кукурузе, ржи, сое и сорго. И хотя рожь — не часто используемый компонент, она является модельным зерном для более наглядной демонстрации эффекта, получаемого от НПС-ферментов. Соевый, рапсовый, подсолнечный и пальмовый шроты — достаточно сложные субстраты для НПС-ферментов. Зависит от взаимодействия с другими факторами: стимуляторами роста, фитазами, жирами различных уровней и типов (насыщенный животный жир или растительное масло). То есть это не простое воздействие ферментов на углеводы, это целый комплекс.

При выборе и оценке эффективности фермента наиболее чувствительным к его воздействию параметром является конверсия корма. При сравнительных производственных испытаниях не следует ожидать, что один фермент будет лучше другого, например, на 20%. Такого не бывает. В доказательство этого докладчик привел результаты сравнительных испытаний семи хорошо известных на рынке НПС-ферментов различных производителей: очищенная ксиланаза, смесь ксиланазы с глюканазой и «коктейль» ферментов. Опыт длился 35 дней. Использовались два типа рациона — кукурузно-пшеничный и ячменно-пшеничный. В период с 7 до 25 суток разница в конверсии корма составляла всего 0,02 ед. (была 1,37, стала 1,39). Конечно, статистической достоверности такие данные не имеют, слишком малое различие в цифрах. На 37 день тенденция сохранилась: разница в конверсии также была слишком маленькой — 0,03. Это свидетельствует о том, что довольно сложно доказать силу ферментов даже на самой чувствительной птице. На основании полученных данных не удалось ранжировать эти семь ферментов по эффективности, они показали себя примерно одинаково.

Необходимо отметить, что ферменты в рационах с высоким НПС (пшеница) дают матричное значение обменной энергии 125 ккал/кг, с низким НПС (кукуруза) — 40 ккал/кг.

Кис Гирс поделился своим мнением, основанным на опыте работы: на птице монофермент показывает себя так же хорошо, как и «коктейли» (связано со снижением вязкости); на свиньях, что подтверждает мета-анализ, — эффективнее мультиферментные комплексы (для них снижение вязкости — не принципиальный механизм). Две другие концепции (повышение доступности питательных веществ из корма и улучшение микробиома кишечника) более применимы в свиноводстве. Публикация мета-анализа в 2019 г. (на основе данных по всему миру) показала, что только третья часть статей содержала информацию

о незначительном улучшении конверсии корма у свиней, в остальных статьях упоминания об этом отсутствуют. Это еще раз говорит о том, что не следует ожидать улучшения производственных показателей от добавления ферментов. Докладчик подчеркнул, что конверсию корма для свиней трудно измерить, поэтому на измеренные значения не следует полагаться — они не всегда бывают достоверными.

Фитаза. Как уже говорилось выше, первую фитазу изобрели в Нидерландах. Вызвано это было необходимостью защиты окружающей среды от загрязнения фосфором. По сравнению с НПС-ферментами фитаза наиболее изученный и понятный фермент. Она работает на хорошо известном субстрате — фитате. И дело не только в высвобождении фосфора и повышении его доступности, но и других минеральных веществ, особенно кальция. По-другому секретируется протеин, энергия подрастает с добавлением фитазы. В итоге повышается питательность корма и, соответственно, продуктивность животных и птицы. Следует отметить, что до сих пор биохимики и кормленцы не пришли к единому мнению, как измерить эффективность работы фермента. Биохимики определяют ее через активность ферментов *in vitro*. Практики чаще всего ориентируются на количество высвобождаемого фосфора, пытаются *in vivo* исследовать преимущества добавления фитаз.

Задача фитазы — работать быстро, то есть уже в желудке при pH 4. Однако ответ на нее, как и на другие ферменты, может быть таким же многогранным. Активность фитазы, необходимая для высвобождения эквивалента 0,1% доступного фосфора, у бройлеров может находиться в пределах от 400 до 1100 FTU (Ravindran, Massey University, 2012). В этом диапазоне получены схожие результаты.

Применение матричных значений — довольно сложная задача. Мировой эксперт, ученый М. Бедфорд, который сейчас активно работает с ферментами, тоже предупреждает, что надо с осторожностью относиться к матричным значениям. Они могут как помочь, так и навредить. Здесь не работает линейная зависимость, когда, например, в два раза больше добавили и ожидают, что в два раза больше выделится фосфора. Программа «Корм Оптима» (компания «КормоРесурс») хорошо показывает эту криволинейную зависимость, как она реально нарастает. Не все программы это могут делать.

Завершая выступление, Кис Гирс еще раз отметил важность применения ферментов в рационах животных и птицы. Это общепризнанный и широко применяемый способ улучшения использования кормов и снижения их себестоимости. Кормовые ферменты позволяют снизить нагрузку на окружающую среду. Следует также вводить карбогидразу и протеазу и учиться с ними работать. Ферментативная активность и единицы активности — параметры, необходимые для контроля качества и правильного дозирования, однако по ним нельзя сравнивать или оценивать кормовые ферменты. ■