

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В КОРМЛЕНИИ РЫБ

Аринжанов А.Е., Кирясова Ю.А.
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
г. Оренбург

Стремительное развитие аквакультуры во всем мире привело к тому, что это направление производства продуктов питания стало одним из основных источников обеспечения населения планеты ценными рыбными продуктами.

Преимущества этой отрасли обусловлены отсутствием зависимости от сырьевой базы, относительно низкими по сравнению с промыслом энергозатратами, возможностью стабильно реализовывать качественную продукцию. В рыбоводстве, питание гидробионтов имеет решающее значение, потому что корма представляет собой 40-50 % от себестоимости продукции. Большие резервы увеличения производства продуктов рыбоводства таятся в повышении коэффициента полезного действия потребляемых животными кормов.

Рыбная мука, которая в основном производится из мелких пелагических рыб, таких как ставрида и анчоус, уже давно используется в качестве основы комбикорма для рыб. Однако запасы этих рыб становятся все более ограниченными - это является одной из причин поиска альтернативных кормов и считается необходимым для устойчивого развития аквакультуры. Ученые сосредоточены на использовании альтернативных источников белка растительного происхождения. В частности, соевый шрот является наиболее распространенным заменителем рыбной муки из-за его цены, высокой доступности на рынке и относительно хорошо сбалансированного аминокислотного состава. Тем не менее, рыба питающаяся рационами, содержащие более высокие концентрации растительного белка, показывает низкие показатели роста и усвояемости корма [1].

Применение ферментов в аквакультуре для повышения эффективности использования кормов – это идея, которая изначально была хорошо изучена в кормлении теплокровных животных. Основной целью применения ферментов является улучшение пищеварения. Предполагается, что за счет получения дополнительной дозы ферментов, пищеварительные процессы происходят быстрее, что приводит к повышению эффективности кормления. Главным минусом является отсутствие на ранних стадиях развития или на протяжении всей жизни рыб в пищеварительном тракте ферментов, расщепляющих сложные полисахариды типа целлюлозы, гемицеллюлозы, пектиновых веществ и др.

Благодаря применению ферментных препаратов имеется возможность получения большей прибыли за счет сокращения сроков выращивания гидробионтов и снижения кормовых затрат. Повышение эффективности ферментных добавок, определяемой высокими показателями выживаемости, темпа роста и нормальным физиологическим состоянием рыб [2].

В нашей стране разрешены к применению в животноводстве целый ряд ферментных препаратов, содержащих амилалитические, протеолитические, пектинолитические, цитолитические и целлюлозолитические ферменты. В рыбоводстве используют также аттрактанты — ферменты, имеющие специфичный запах и привлекающие рыб к искусственным кормам.

Ферменты (энзимы) – биологические катализаторы белковой природы, способные во много раз ускорять химические реакции, протекающие в животном и растительном мире. В пищевой промышленности ферменты используются в виде ферментных препаратов, которые, как правило, представляют собой мультэнзимные комплексы и помимо активного белка содержат различные балластные вещества. Они участвуют во всех видах анаболических и катаболических путей пищеварения и обмена веществ.

Ферменты, как правило, весьма специфические катализаторы, которые действуют на один или, в лучшем случае ограниченную группу соединений, известных в качестве субстратов. Они обеспечивают дополнительные мощные процессы, которые могут инактивировать антипитательные факторы и повысить питательную ценность растительного белка в кормах. Ферменты осуществляют естественный способ преобразования сложных компонентов корма в усвояемые питательные вещества.

На сегодняшний день известно около 2 тысяч ферментов. В зависимости от типа катализируемой реакции все ферменты подразделяются на 6 классов:

1. Ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции - оксидоредуктазы;
2. Ферменты переноса различных группировок (метильных, амино- и фосфогрупп и другие) – трансферазы;
3. Ферменты, осуществляющие гидролиз химических связей - гидролазы
4. Ферменты не гидролитического отщепления от субстрата различных группировок (NH_3 , CO_2 , H_2O и другие) - лиазы;
5. Ферменты, ускоряющие синтез связей в биологических молекулах при участии донаторов энергии, например, АТФ - лигазы;
6. Ферменты, катализирующие превращение изомеров друг в друга - изомеразы.

Каждый класс имеет подклассы, которые детально раскрывают природу ферментативной реакции. Специфичность действия позволяет применять ферменты в таких процессах, которые иным путем, провести нельзя. Более того, ферментативный процесс достаточно легко прекратить, изменив условия его протекания [3].

В настоящее время, применение ферментов в аквакультуре имеет ограниченный характер. Это напрямую связано с некоторыми ограничениями относительно эффективности применения ферментов в кормлении рыб, то есть: влияние температуры на стабильность ферментов, применяемых в кормах для гранулирования или экструзии, выщелачивание ферментов в воде, эффективность микробных ферментов, которые имеют оптимальную температуру 37 °С, при применении в холодной воде для гидробионтов, которые имеют низкую температуру тела.

Рынок ферментных препаратов стремительно развивается, за последние 20 лет лишь в нашей стране разнообразие применяемых ферментов в сельском хозяйстве увеличилось почти в 3 раза. Существуют ферментные препараты 2-х видов: грибные и бактериальные, которые в свою очередь разделяют на технические и очищенные.

Наименование препарата состоит из сокращенного названия основного продуцента. Любой ферментный препарат обозначается определенным буквенным и цифровым индексом. Буква «Г» в названии указывает на то, что он получен из культуральной жидкости при глубинном методе выращивания микроорганизмов, тогда как буква «П» свидетельствует о том, что ферментный препарат получен из поверхностной культуры микроскопических грибов. Индекс «2» в названии препарата показывает, что это концентрированный сироп, «3» — сухой ферментный препарат, «Ю» — очищенный ферментный препарат. Индекс «Пх» обозначает, что ферментный препарат представляет собой высушенную поверхностную культуру грибов [4].

Содержащиеся в препаратах ферменты типа амилаз и протеаз активируют ферментолиз крахмала и белков, способствуя повышению перевариваемости и усвоения углеводов и протеина корма.

Отмечено, что ферментативные препараты микробного происхождения не являются катализаторами, они дополняют энзимы пищеварительного тракта. Действие этих препаратов направлено на расщепление целлюлозы, гемицеллюлозы, пектина и других труднолизируемых соединений корма [5].

Большое количество исследований, проведенных на основе применения ферментов для видов аквакультуры, направлено на применение фитазы. Применение и преимущества фитазы для многих видов животных, хорошо задокументированы. До 80 % фосфора в семенах растений находятся в виде фитатов. Переваримость фитатов фосфора рыбами очень низкая.

Кроме того, фитаты формы хелаты содержат большое количество минеральных катионов (K, Mg, Ca, Zn, Fe, Cu и) и комплексов с белками и аминокислотами, таким образом уменьшая биодоступность других минералов и усвояемость белков.

Фитиновая кислота является одним из самых мощных антипитательных факторов в растительных компонентах. Антипитательная активность фитиновой кислоты может быть ликвидирована путем добавления соответствующих ферментов, например, фитазы. В фитиновой кислоте или фитатах, содержащийся в злаковых, бобовых, масличных и зерновых культур, связанных с фосфором, а также кальцием и магнием, микроэлементами, таких как железо и цинк, белок и аминокислоты. Большинство рыб не имеют собственных ферментов для расщепления фитатов и высвобождают питательные вещества, поэтому они проходят через рыбу непереваженными.

Кормовой фермент фитаза не только высвобождает фосфор из фитатов, но и высвобождает минералы и аминокислоты, которые также, позволяют максимально использовать питательные вещества.

К тому же, с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности, фитаза не представляет никакой опасности: как это функциональный белок, как

только он достигает желудка, он имеет это период действия, а затем он деградирует с помощью протеаз, присутствующих в рыбе пищеварительная система [6].

Другим важным антипитательным фактором, который можно решить с помощью кормовых ферментов, являются некрахмальные полисахариды, присутствующие в растительных компонентах, что приводит к снижению производительности рыб.

Одним из первых в 1975 году в своих опытах Б. Аугустинавичус получил положительные результаты использования протосубтилина ГЗх в кормах для двухлеток карпа, выращиваемых в прудах. При дозе протосубтилина ГЗх 0,2 и 0,3 % от массы корма дополнительный прирост карпов опытной группы составил 18 %. Отмечено, увеличение темпа роста рыбы, улучшение физиологического состояния – повысилась концентрация гемоглобина, увеличилось количество жира и белка в мышцах на 10,8 %. Ферменты, действуя на пищеварительные процессы, увеличивали общее количество аминокислот в химусе кишечника [7].

В 1976 году эффективность применения ферментов в своих опытах подтвердила М.А. Щербина. Проводилось введение в корм протосубтилина ГЗх в дозе 0,01 %, который катализировал переваривание углеводистой и жировой части корма на 14 %. Протосубтилин ГЗх в дозах 0,1 и 0,2 % проявил четко выраженные липолитическое, амилитическое и протеолитическое действия.

Установлено, что амилосубтилин ГЗх и протосубтилин ГЗх оказывают стимулирующее действие на рост годовиков карпа в зимний период и активность их пищеварительных ферментов – амилазы, трипсина и липазы на фоне растительной кормосмеси. Лучшие показатели прироста рыб и затрат корма получены при совместном их включении в кормосмесь. Стоит отметить, что при увеличении доз этих препаратов отмечено замедление скорости роста рыб и одновременное изменение соотношения пищеварительных ферментов за счет резкого увеличения активности амилазы и угнетения трипсина [8].

Пфеффер в 1995 году провел исследования с форелью, где рыбу кормили двумя овощными рационами (главным образом на основе соевой муки) с добавлением фитазы. Ферменты при добавлении в количестве 0,2 % от массы тела, привели к улучшению роста и увеличению коэффициента конверсии корма форели.

Ферментные препараты могут быть использованы не только в качестве добавки, но и для гидролиза кормосмеси. А.Н. Бойко и В.А. Федоренко был проведен опыт по определению эффективности добавок ферментных препаратов (лизосубтилина ГЗх, протезима, протосубтилина Г10х) в стартовые комбикорма при подращивании личинок пестрого толстолобика, а также по гидролизу кормосмеси ферментными препаратами в сопоставлении с их термической обработкой. Контролем служили личинки пестрого толстолобика, выращенные на стартовом корме «Эквизо». Результаты опытов показали, что ферментативный гидролиз стартового корма эффективнее влияет на темп роста и выживаемость личинок пестрого толстолобика, чем обогащение

ферментными препаратами. Однако и применение ферментных препаратов имеет положительный результат [9].

Положительные результаты были отмечены М.С. Дементьевым при применении ферментных препаратов при подращивании личинок карповых рыб в условиях тепловодных хозяйств. Испытывался ферментный препарат животного происхождения – панкреатиноген, добавка которого в стартовую кормосмесь способствовала увеличению выживаемости личинок карпа на 20-25 %, по сравнению с контролем [10].

В опыте В.В. Мезиной был так же испытан ферментный препарат животного происхождения – высушенная свиная поджелудочная железа. Получено увеличение темпа роста личинок карпа и американского канального сома. Введение в стартовую кормосмесь этого препарата стимулировало развитие активности щелочных протеаз, трипсина и амилазы.

Добавки ферментных препаратов при выращивании хищных видов рыб (лососевых, американского канального сома) также оказывают существенное влияние. Добавки протосубтилина Г3х и пектофоетидина П10х не вызывают патологических изменений в организме, способствуют повышению продуктивности молоди кижуча [11].

В.А. Федоренко, Н.А. Бойко и В.К. Янчевский разработали способ получения искусственного корма для молоди рыб, включающий гидролизат лизосубтилина Г10х. Применение этого корма позволило увеличить выживаемость личинок в 2,25 раз, а прирост массы тела – в 2,5 раза [12].

Ченг и Харди в 2002 году показали, что прием микробной фитазы по 500 ед/кг корма, содержащий ячмень, рапс, пшеницу и крупку пшеничную улучшает доступность энергии и переваривания фосфора радужной форелью. Исследования Дебната в 2005 году так же показали, что добавление фитазы по 500 ед/кг корма эффективнее. Значительно увеличивается вес рыб, происходит видимое усвоение белка и удержание энергии у мальков.

В 2005 году Drew проводил исследования, основанные на добавлении протеазы в корма для лососевых видов рыб. Добавление 250 г / тонну коммерческой протеазы к экструдированной рапс-гороховый основе привело к значительному повышению эффективности корма и переваримости сырого протеина, энергии, липидов и сухого вещества ($P < 0,05$) у радужной форели.

В Китае - Кабир Чоудхури в естественных условиях проводил опыты с тремя видами лососевых (Кижуч, Атлантический лосось и Радужная форель). При добавлении протеазы в рацион рыб усвояемость белков и углеводов была значительно улучшена. В дальнейшем для лечения рыб применяли корма, содержащие коммерческую протеазу.

Так же в 2009 году Т.А. Дорофеева проводила исследования влияния ферментной добавки Bio - Feed — Wheat и антиоксиданта ОКСИ-НИЛ-Dry в составе немецкого корма на рост и развитие радужной форели. Проведенные исследования показали положительный результат: ферментный комплекс Bio-Feed-Wheat и антиоксидантная смесь ОКСИ-НИЛ-Dry способствовал ускорению роста молоди радужной форели разводимых в бетонных каналах с артезианской водой; применение ферментного комплекса и антиоксидантной

смеси отдельно и совместно на фоне контроля обеспечивает достоверное увеличение массы тела на 24,4 % [13].

При оценке эффективности ферментного препарата Амилосубтилина установлено, что величину кормового коэффициента при использовании ферментного препарата удалось снизить на 12,4 %. Так же имеется возможность получения дополнительной экономической прибыли при производстве товарного карпа, а именно использование мультиэнзимного комплекса Амилосубтилин Г3х в рационе карпа с содержанием протеина 18-20 % [14].

На рыбноводном заводе города Ардон Республики Северная Осетия-Алания проводились опыты на радужной форели с применением ферментного комплекса МЭК-СХ-3 и антиоксиданта Эпофен. Был изучен химический состав мышц. Группа, получавшая с основным рационом ферментный комплекс и антиоксиданта, имела наиболее высокий результат по содержанию сухого вещества в мышечной ткани, который составил 22,0 %, что на 14,7 % больше контрольной группы [15].

Обобщая результаты исследований в области использования ферментных препаратов при выращивании рыб, можно заключить, что их применение оказывает положительное воздействие на физиологическое состояние рыб, а также на их рост и развитие. Хотя ферментные препараты пока не нашли широкого применения в промышленном рыбноводстве но, учитывая перспективу производства ферментных добавок, а также положительные результаты, полученные при включении их в состав корма, представляется актуальным изучение эффективности использования.

Список литературы

1. Пономарев, С.В. *Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России* / С.В Пономарев, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров. — Астрахань: «Новаплюс», 2002. - 264 с.
2. Боярский, Л.Г. *Ферментные препараты в кормлении животных* / Л.Г Боярский, В.П Коршун, Р.У. Константинов — М.: Россельхозиздат, 1985. — 110 с.
3. Кайрос, Н. *Пробиотики и ферменты — суперфуд XXI века* / Н. Кайрос. - СПб.: «Путер», 2013. - 224 с.
4. Мамадоу, М. *Ферменты: факты и концепции* / М. Мамадоу И.С Ролик, Е.Э Чуйкина. - М.: НАТУРВИТА, 2009. - 115 с.
5. Houlihan, D. *Food Intake in Fish* / D Houlihan, T. Bouiard, M. Jobling, eds. Iowa State University Press. Blackwell Science Ltd, 2001. - 418 pp.
6. Cain, K.D. *Pretreatment of soybean meal with phytase for salmonid diets to reduce phosphorus concentrations in hatchery effluents* / K.D. Cain, D.L. Garling // *Journal of the World Aquaculture Society*. - 1995. - № 27. - P.309-313.
7. Аугустинавичюс, Б.Б. *Использование ферментных препаратов при кормлении карпа* / Б.Б. Аугустинавичюс, Б.Б. Марма, Р.П. Ширвис // *Рыбоводство и рыболовство*. - 1997. - №3. - С. 14-16.

8. Желтов, Ю.А. Методические рекомендации по нормированному кормлению двухлетков карпа / Ю.А. Желтов. – Львов: 1979, – 11 с.

9. Бойко, А.Н. Повышение питательной ценности стартовых кормов для личинок растительноядных рыб / А.Н. Бойко // Внедрение интенсивных форм ведения рыбного хозяйства внутренних водоемов СССР. - 1982. - № 2. - С. 43-44.

10. Дементьев, М.С. Новые стартовые комбикорма / М.С. Дементьев // Рыбоводство и рыболовство. 1980. - №2. - С. 10.

11. Развитие активности пищеварительных ферментов у молоди карпа и американского канального сома, содержащихся на разных кормовых рационах / В.В. Мезина, М.С. Дементьев, М.Т. Проскураков, В.Я. Складов. // Научная думка. - 1981. - С. 89-93.

12. Федоренко, В.А. Авт. Свид. 3375118/28-13. Способ получения искусственного корма для молоди рыб / В.А. Федоренко, Н.А. Бойко, В.К. Ячевский. - 1983.

13. Дорофеева, Т.А. Рост и биологические особенности радужной форели при использовании ферментных препаратов и антиоксидантной смеси. / Т.А. Дорофеева, Б.З. Цалиев.– Владикавказ: ФГОУ ВПО ГОУ Горский гос.ун-т., 2009. – 123 с.

14. Мирошникова, Е.П. Биологические особенности и качество продукции кур и карпа при использовании различных энзимсодержащих рационов. Автореф. дисс. на соискание ученой степени док. биол. наук. Волгоград. – 2006. – 46 с.

15. Цалиев, Б.З. Гематологические показатели радужной форели при введении в рацион ферментного комплекса Bio-Feed-Wheat и антиоксиданта Окси-Нил Dry / Т.И. Агаева, Б.З. Цалиев // Известия Горского государственного аграрного университета. - 2007. - № 44. - С. 96-99.

