

Применение искусственных кормов в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) для рыборазведения

Калашиников В.Ф., ООО «Финнелма», Россия

Выращивание рыбы в системах с замкнутым водоснабжением является вершиной интенсификации производства, позволяет получать максимальную продукцию с единицы площади или объема рыбоводных емкостей при минимальном потреблении воды. Размещение производственных мощностей в закрытых помещениях позволяет обеспечить эффективное круглогодичное производство вне зависимости от климатических условий района размещения предприятия и наличия значительных водных ресурсов, незначительный объем потребления свежей воды обеспечивает минимальное воздействие на окружающую среду.

Эффективность работы систем УЗВ зависит от выбора объектов культивации, качества проекта и составляющего систему оборудования, от качества применяемых кормов и от качества эксплуатации обслуживающим персоналом.

Россия по климатическим условиям имеет очень ограниченные территории, где возможно размещение открытых систем для организации круглогодичного интенсивного производства товарной пищевой рыбы, или такие системы должны базироваться на теплых стоках крупных предприятий энергетики и тяжелой промышленности. Во всех остальных случаях требуется строительство утепленных зданий, организация отопления в холодный период времени, устройство систем вентиляции, освещения. Все это удорожает стоимость предприятий в 2 раза по сравнению с открытыми системами, соответственно возрастают и эксплуатационные расходы. По этой причине для России вопрос выбора объектов выращивания и расчет необходимой производственной мощности в случае организации производства конечной пищевой продукции выходит на первое место. Спектр видов рыб, товарное производство которых экономически целесообразно, сужается до радужной форели и близких к ней видов, возможно, некоторых сиговых (муксун, палия), более прибыльным является выращивание осетровых. Наиболее реальным вариантом является культивация осетровых рыб с целью производства пищевой икры.

В случае организации выращивания рыбы на мясо системы УЗВ целесообразно использовать на стадии выращивания рыбопосадочного материала как конечного продукта производства или встраивать УЗВ в

комбинированное производство. При этом под посадочным материалом можно понимать рыбу разных возрастов и размеров в зависимости от принятых технологий и конечных целей производства в соответствии с расчетами наиболее рациональной схемы производства. Опыт использования рыбопосадочного материала осетровых рыб, выращенных в УЗВ, для выращивания товарных осетровых в садковых и бассейновых проточных хозяйствах на базе теплых вод энергетических объектов, показывает значительно более быстрый рост – рыба в двухлетнем возрасте по размерам и массе обгоняет трехлетнюю рыбу, выращенную от икры без применения технологий УЗВ.

С точки зрения производителей систем УЗВ, наиболее желательно выращивать виды рыб, выделяющих наименьшее количество загрязнений на единицу прироста массы рыбы. Основными проблемными для систем УЗВ загрязнениями является органическое вещество в виде экскрементов и растворимые соединения азота (свободный аммиак, аммонийный азот, мочевины).

В этой связи трудно переоценить селекционные достижения рыбоводов США, Дании, Финляндии, Франции в разработке быстрорастущих форм форели, триплоидной и однополый форели, эффективно использующих высокоэнергетические корма на прирост массы тела, а также достижения в области организации массового производства высококачественной оплодотворенной икры и рыбопосадочного материала

Вторым моментом в выборе объектов культивации в УЗВ является цена реализации произведенной продукции. Она должна покрывать все расходы на производство и реализацию продукции и обеспечивать достаточный уровень прибыли, при котором инвесторы готовы вкладываться в проект. По этой причине на территории России коммерческие заявки поступают в основном на разработку систем для выращивания осетровых рыб, причем преимущественно конечной целью производства является пищевая икра осетровых рыб. В последнее время повышается интерес к технологиям УЗВ при реализации экологических проектов, где рыба выращивается для целей воспроизводства ценных видов рыб в естественных водоемах.

При выборе подрядчиков на проектирование, комплектацию и поставку оборудования желательно обращаться к фирмам, имеющим серьезный опыт в данном виде деятельности и готовым нести ответственность за работоспособность рыбоводных систем. К сожалению, в последние годы желающих поучаствовать в таких проектах в части поставок

технологического оборудования появилось достаточно много. Приходится знакомиться с результатами деятельности подобных фирм, которые предлагают оборудование собственной разработки, не прошедшее производственных испытаний, не имеющее ни технических паспортов, ни технических характеристик, берутся за проекты без практического опыта и не имеющих реально работающих проектов. Как правило, привлекательным моментом у таких фирм являются ценовые показатели. Но существует старая истина – скупой платит дважды.

В европейской практике основные закономерности расчета систем УЗВ основаны на опыте культивации форели и подобных ей видов рыб. В России в 70-е 80-е годы прошлого века проводились исследования и разработка систем для выращивания карпа, форели, осетровых рыб. Но после 90-го года такие работы практически прекратились, почти все системы УЗВ, которые существовали при крупных промышленных предприятиях в составе подсобных сельских хозяйств, были уничтожены.

Практика показывает, что механический перенос принципов расчетов систем УЗВ для форели на другие объекты культивации не оправдывает себя. Особенно это касается осетровых рыб, которые, как я говорил ранее, на территории России являются основным объектом культивации в проектах рыбоводных предприятий на базе технологий УЗВ. Температурный фон культивации осетровых рыб находится ближе к оптимальному для работы биофильтров, чем при культивации лососевых, что, казалось бы, должно привести к большей эффективности биологической очистки. Но в силу ряда причин наблюдается обратная картина: системы УЗВ, рассчитанные на культивацию форели, при переходе на выращивание осетровых рыб выдерживают в 2 раза меньшую кормовую нагрузку, чем при выращивании форели. К сожалению, далеко не все проектировщики и производители систем УЗВ учитывают эти особенности, в том числе и зарубежные.

Выращивание рыбы в системах УЗВ производится за счет искусственных кормов. Применение живых кормов и кормовых компонентов в естественном состоянии нереально из-за их высоких кормовых коэффициентов и поступления большого количества загрязнений. В этой связи качество кормов, которое зависит от их производителей, является одним из важнейших условий успешной работы УЗВ. Критериями качества кормов является их соответствие пищевым потребностям выращиваемой рыбы, количество поступающих в систему загрязнений при их применении в виде экскрементов

и растворимых в воде азотных соединений при дыхании рыбы, а также их ценовой уровень.

Основные объекты индустриального рыбоводства – лососевые, окуневые, сомовые, осетровые рыбы являются потребителями в основном животной пищи или хищниками. По этой причине основным компонентом искусственных кормов служит рыбная мука. Она является основным источником поступления животного белка и дефицитных аминокислот. Вместе с тем, большое содержание белка в кормах приводит к повышению выделения основного лимитирующего загрязнения в системах УЗВ – азотных соединений (аммонийного азота). Рыбная мука – довольно дорогой компонент кормов, и высокое ее содержание в кормах приводит к снижению экономических результатов культивации рыбы в индустриальных рыбных хозяйствах. В то же время использование значительного количества белка, содержащегося в рыбной муке, на энергетический обмен рыбы приводит к увеличению нагрузки систем очистки воды по азотным соединениям.

Совместными усилиями производителей кормов и специалистов рыбного хозяйства проведена большая работа по совершенствованию состава кормов для выращивания товарной рыбы в части замены значительной доли животного белка и жира белками и жирами растительного происхождения. Применение компонентов растительного происхождения обеспечивают существенное (в 2 и более раза) снижение себестоимости и цены производимых кормов, что одинаково выгодно как для их производителей, так и для потребителей. Замена значительной доли белка, участвующего в энергетическом обмене, на жиры и углеводы обеспечивает серьезное сокращение азотных загрязнений при выращивании рыбы. Вместе с тем, уровень такой замены должен быть ограничен: применение таких кормов должно обеспечивать приемлемые показатели эффективности их использования на прирост (кормовой коэффициент) и обеспечивать удовлетворительное физиологическое состояние выращиваемой рыбы.

Производителями кормов выполнены разработки по увеличению доступности комовых веществ в кормах и снижению их потерь за счет размываемости кормов при внесении их в воду. Применяется тонкий помол, кормовых компонентов, повышается устойчивость гранул в водной среде. Серьезным шагом в увеличении доступности кормовых веществ стало применение экструдирования компонентов комбикормов.

Применение экструдированных кормов выявило некоторые их недостатки. Экструдирование практически не влияет на усвоение жиров и мало - на

усвоение белков. Зато значительно повышает усвоение углеводов. Если в обычных кормах без применения технологий экструзии усваивается около 20% углеводов, то в экструдированных кормах – до 80 – 90 %. Значительно повышается уровень доступной энергии. При этом лишние углеводы очень легко, через две реакции, превращаются в организме рыбы в жиры, и избыток энергии накапливается в организме в виде излишних жировых отложений в органах рыбы и приводит к серьезным негативным последствиям при длительном использовании таких кормов – возникновению алиментарных заболеваний. Очевидно, что автоматический перенос рецептур кормов, разработанных до освоения технологий экструзии, невозможен и требует определенной корректировки. Если при выращивании товарной рыбы эта проблема выражена не так остро за счет короткого периода выращивания, то при выращивании производителей рыб на воспроизводство и для целей получения товарной пищевой икры в промышленных масштабах она очень серьезна. Опыт использования таких кормов, разработанных для товарного откорма рыбы, для выращивания производителей осетровых рыб, при форсировании темпов роста рыбы аналогично товарному откорму, показывает плачевные результаты: наблюдается массовое жировое перерождение половых гонад, рыба не способна производить икру. Такие примеры имеются в Финляндии, в Прибалтике, в России, в других европейских странах.

При выращивании производителей в крупных водоемах в садках, в прудовых условиях при относительно низких уровнях интенсификации, в бассейновых прямоточных хозяйствах эта проблема вынужденно решается путем замены части концентрированных кормов рыбой, рыбным фаршем или боенскими отходами. В условиях УЗВ применение такого приема невозможно, иногда приходится вынужденно переходить на корма, произведенные без технологий экструзии, что не лучшим образом отражается на работе очистного оборудования систем УЗВ.

К сожалению, отдельные кормопроизводящие фирмы до последнего времени не обращали на этот вопрос серьезного внимания, или решали эту проблему оригинальным способом. Просто в информации качественного состава исчезло указание на содержание углеводов (безазотистых экстрактивных веществ). Некоторые фирмы декларируют специальные рецепты для производителей, но при детальном их изучении выясняется, что от кормов для интенсивного выращивания товарной рыбы они отличаются только размерами гранул.

Проблему необходимо решать корректировкой рецептуры кормов для производителей, выращиваемых в условиях УЗВ. На первый план выходит соответствие состава кормов физиологическим потребностям выращиваемой рыбы. Возможно, это приведет к увеличению их цены по сравнению с производственными кормами, но необходимо находить компромисс. Объемы производства в УЗВ неизбежно будут нарастать, скорее всего, конечной продукцией в большинстве случаев будет дорогостоящая продукция, которая сможет выдержать ценовой уровень новых рецептов.

Опыт культивации осетровых рыб в УЗВ показал еще одну проблему, существенно влияющую на эффективность их эксплуатации. Экскременты осетровых имеют гораздо более рыхлую консистенцию и подвержены сильному размыванию. Если при культивации лососевых рыб до 60% загрязнений удаляются из систем с фекалиями на стадии механической фильтрации на барабанных микрофильтрах, при культивации осетровых фракционный состав взвешенных веществ сдвигается в сторону повышения доли мелкодисперсных частиц, которые не могут быть задержаны микросетками барабанных фильтров. Увеличение органической нагрузки в виде мелких фракций взвеси и в растворенном состоянии на биофильтры вызывает сдвиг состава биопленки в сторону существенного увеличения количества гетеротрофных бактерий, которые переводят азот органических соединений в неорганическую форму - аммонийный азот (NH_4+NH_3). Этот процесс сопровождается значительным сдвигом pH воды в щелочную сторону. При этом угнетаются бактерии - нитрификаторы, переводящие аммонийный азот в нитриты и затем в относительно безопасные нитраты. Эти группы бактерий имеют оптимальные условия для развития и отправления своего назначения в довольно узком диапазоне pH, близком к нейтральным показателям.

В результате усвоения кормов осетровые выделяют в воду в 2 раза больше растворимых азотных соединений, чем форель. Эти данные подтверждаются исследованиями и производителями кормов. Происходит это по двум причинам. Во-первых, корма для осетровых содержат больше белка, который и является источником поступления азота. Во - вторых, кормовые коэффициенты при выращивании осетровых в 1,5 раза выше, чем при выращивании форели. В результате, в комплексе с отрицательным влиянием на устройства биологической очистки увеличения органического загрязнения, наблюдается прямо противоположная для общей теории картина. Если по всем канонам теории выращивания рыбы в УЗВ увеличение плотности содержания рыбы и кормовой нагрузки должно приводить к

снижению рН даже ниже нейтральных показателей и требуется корректировка кислотности воды путем ввода в оборотную воду щелочей, в осетровых системах требуется обратный процесс снижения рН в сторону нейтральной реакции путем ввода в систему кислоты. При этом это мероприятие имеет очень важное значение. Общеизвестно, что токсичность аммонийного азота возрастает с ростом рН выше нейтральных показателей за счет увеличения содержания активной его части - свободного аммиака NH_3 - в суммарном аммонийном азоте. Так, при температуре воды $+20^\circ\text{C}$ при нейтральной рН доля аммиака в суммарном аммонии составляет 0,5%, а при рН 8,0 она увеличивается до 4,7 %, или в почти в 10 раз. Если при нейтральной реакции среды предельное содержание суммарного аммонийного азота без ущерба для выращивания рыбы может достигать порядка 10 мг/л, то при рН равном 8,0 этот порог снижается до 1,1 мг/л. Если при эксплуатации УЗВ не контролировать рН и не принимать меры к ее нормализации, можно полностью погубить выращиваемую рыбу при, казалось бы, нормативном содержании аммонийного азота на вытоке из рыбоводных бассейнов (2,0 мг/л).

Отрицательное влияние роста рН воды в осетровых УЗВ дополнительно заключается в подавлении процессов нитрификации азота, в результате чего в воде растет содержание нитритов – второго по уровню токсического воздействия на объекты культивации азотного соединения.

Иными словами, рост показателей рН оказывает отрицательное влияние как на выращиваемую рыбу, так и на эффективность работы биофильтров.

Подобные тенденции при перегрузке систем биологической очистки УЗВ наблюдаются при культивации и других видов рыб, в том числе форели. Это наблюдается на крупнейшем в России форелевом хозяйстве в Белгородской области, где при проектировании допущен ряд грубых ошибок и смешаны новейшие технические решения с решениями 50-летней давности.

Вопрос актуален и для европейских систем УЗВ для выращивания лососевых рыб. Год назад на семинаре в г. Астрахани официальный дистрибьютор известной европейской кормопроизводящей фирмы представлял доклад о проводимых работах, направленных на повышение устойчивости экскрементов форели к размываемости и увеличению эффективности изъятия органического загрязнения в виде взвешенных веществ на стадии механической фильтрации. Надеюсь, такие разработки будут распространяться и на корма для других видов рыб, в том числе и осетровых.

Важное значение имеют такие качественные характеристики кормов, как перекисное и кислотное число (показатели уровня окисления жиров в составе кормов), токсичность и уровень бактериальной обсемененности. К сожалению, основное сырье для производства рыбных кормов – рыбная мука отечественного производства отличается недоброкачеством, зачастую, особенно на береговых предприятиях, производится откровенный фальсификат, в котором содержание белка корректируется добавлением кровяной и мясокостной муки и даже соевого белка. Мука производится на морально и физически устаревшем оборудовании. Эти сведения приводятся в открытых источниках информации.

При производстве качественной продукции наличия только современного оборудования недостаточно, необходимы качественные ингредиенты, жесткий входной контроль сырья, технологическая этика.

Вопросы качества производимых и поставляемых кормов относятся не только к отечественным производителям. Крупные зарубежные фирмы, обычно имеют сеть заводов в ряде стран Европы и на других континентах. Головная фирма в своих презентационных материалах, как правило, декларирует одинаковое качество продукции независимо от места расположения завода. Практика показывает иногда другое. В ряду заводов известной европейской фирмы, расположенных в Дании, Польше, Греции и Турции, качество кормов меняется в сторону ухудшения по такому же порядку. По-видимому, на это оказывают влияние традиции и особенности производственно-технологической дисциплины персонала, а также действенность контроля со стороны головной фирмы.

При возникновении спорных вопросов по качественным характеристикам кормов между потребителями и поставщиками часто аргументом поставщика являются претензии на несоблюдение условий хранения поставленных кормов. Хотя далеко не всегда условия хранения соблюдаются и официальными дистрибьюторами. Представляется, что деловая этика требует безусловного соблюдения условий хранения в процессе доставки кормов от производителя к потребителю участниками процесса, выставляющими такие требования. Производителям кормов, в свою очередь, при выборе официальных дистрибьюторов необходимо учитывать их реальные возможности по сохранению качества кормов в процессе транспортировки и в местах временного хранения.

Стоит заметить, что при довольно высоком уровне инвестиционных затрат

на строительство систем УЗВ дополнительные затраты на обеспечение нормативных условий хранения кормов не оказывают сколь-нибудь серьезного их увеличения, а высокая стоимость содержащегося на таких предприятиях стада культивируемой рыбы служит дополнительным стимулом к их обеспечению. И как правило, серьезные предприятия на базе технологий УЗВ имеют нормальные условия для хранения кормов.

Третьим решающим фактором успешности производства с технологиями УЗВ, кроме качества проектов, оборудования и качества кормов, является уровень ведения технологического процесса. Это касается как технических вопросов эксплуатации (выстраивание системы технического обслуживания и ремонта оборудования, контроль параметров оборудования), так и технологического режима его эксплуатации. Инженерные службы должны понимать сущность процессов, происходящих на системе оборудования оборотного водоснабжения, а не только обеспечивать техническую исправность оборудования.

Рыбоводные службы должны знать, и, что особенно важно, соблюдать допустимые нагрузки по плотностям содержания рыбы и уровню кормовой нагрузки на системы. Важное значение имеет дробление выдачи суточной нормы кормов в течение возможно большего времени суток, техника внесения кормов в рыбоводные бассейны для предотвращения их выноса с потоком сбросной воды. Недопустим перекорм рыбы и длительное, более 15 минут, нахождение не съеденных кормов в рыбоводных бассейнах. Это отрицательно влияет как на уровень затрат кормов на прирост рыбы, так и на эффективность работы очистного оборудования. Комбикорма в не переваренном состоянии, попадающие в систему очистного оборудования, крайне трудно перерабатываются на устройствах биологической очистки, за счет содержащегося в составе комбикорма жира забивают микросетки барабанных фильтров, что приводит к расстройству работы всей системы оборудования. Недопустимы резкие изменения в уровне кормления рыбы. Необходимо систематически контролировать состояние выращиваемой рыбы, поедаемость вносимых кормов, в случае сбоя выяснять и устранять причины, их вызывающие.

Эффективность работы систем УЗВ возможна только при слаженной работе всех подразделений персонала. Технические сбои работы оборудования, отклонения параметров оборотной воды от технологических норм должны незамедлительно доводиться до рыбоводных служб, совместными действиями выясняются причины и корректируется

технологический процесс выращивания рыбы до восстановления нормального режима. В свою очередь, рыбоводные службы должны доводить до инженерных служб предстоящие изменения в нагрузках на системы по количеству культивируемой рыбы и уровню раздачи корма.

Система УЗВ – это единый комплекс рыбоводных бассейнов и оборудования оборотного водоснабжения, комплекс этот живой и базируется на жизнедеятельности бактерий оборудования биологической очистки воды. Поэтому нормальная его работа обеспечивается при тесном взаимодействии рыбоводной и инженерной служб, которые делают одно дело. При эксплуатации УЗВ нет главных и вспомогательных служб. Эксплуатация УЗВ требует высокой культуры производства, строгого соблюдения технологической и производственной дисциплины, творческого отношения к обязанностям. Специалистам приходится применять весь багаж знаний, которые они накопили в процессе среднего и специального образования.

В заключение скажу следующее. За технологиями УЗВ – будущее развития аквакультуры. Объемы производства в таких системах будут нарастать, потребление кормов – также. Будет возрастать спрос на специалистов, способных осуществлять грамотную эксплуатацию систем. Перед проектировщиками и производителями оборудования стоят задачи совершенствования систем УЗВ, перед производителями кормов – совершенствование рецептур и технологий производства специализированных кормов, предназначенных для использования в системах УЗВ. Уже сейчас остро стоит проблема нехватки эксплуатирующих кадров специалистов рыбного хозяйства, необходимо проводить корректировку программ подготовки рыбоводов, которая позволит готовить специалистов соответствующего уровня.

Для достижения хороших результатов необходимы большее взаимодействие, скоординированные действия всех сторон, участвующих в развитии данного направления рыбного хозяйства.

