

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра водных биоресурсов и марикультуры

Саенко Е.М.

КОРМЛЕНИЕ ГИДРОБИОНТОВ

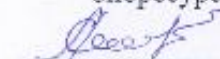
Курс лекций

для студентов направления подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
очной и заочной форм обучения

Керчь 2019

УДК 639.3.043 (075.8)

Составитель: Саенко Е.М., канд. биол. наук, доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМУ»



подпись


Рецензент: Кулиш А.В., канд. биол. наук, зав. кафедрой водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМУ»



подпись

Курс лекций рассмотрен и одобрен на заседании кафедры водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМУ»,
протокол № 10 от 13 июня 2019 г.

Зав. кафедрой _____ А.В. Кулиш



подпись

Курс лекций утвержден и рекомендован к публикации на заседании методической комиссии ТФ ФГБОУ ВО «КГМУ»,
протокол № 10 от 02.07. 2019 г.

© ФГБОУ ВО «КГМУ», 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Раздел 1 Основы кормления гидробионтов в аквакультуре.....	6
1.1 Предпосылки разработки комбикормов для рыб.....	8
1.2 Значение рационального кормления рыб в современном товарном рыбоводстве.....	11
1.3 Особенности белкового обмена рыб.....	13
1.4 Особенности липидного обмена рыб.....	18
1.5 Особенности углеводного обмена у рыб.....	21
1.6 Особенности минерального обмена рыб.....	24
1.7 Значение витаминов в питании рыб.....	27
Раздел 2 Характеристика отечественного комбикормового сырья.....	32
2.1 Кормовое сырье животного происхождения.....	33
2.2 Кормовое сырье растительного происхождения.....	36
2.3 Кормовое сырье микробиального синтеза.....	39
Раздел 3 Искусственные корма для рыб.....	41
3.1 Принципы составления рецептуры кормов.....	41
3.2 Технологические способы изготовления комбикормов.....	49
3.3 Показатели качества кормов.....	59
3.4 Показатели питательности кормов.....	65
Раздел 4 Кормление карпа.....	70
4.1 Основные принципы кормления карпа.....	70
4.2 Породы карпа применительно к рыбоводным зонам России.....	71
4.3 Потребности карпа в протеине, аминокислотах и жире.....	76
4.4 Факторы, влияющие на потребность карпа в корме.....	81
4.5 Стартовые корма для молоди карпа.....	83
4.6 Кормления карпа в тепловодных хозяйствах индустриального типа.....	87
4.7 Кормление карпа в прудах.....	91

Раздел 5	Кормление холодолюбивых видов.....	99
5.1	Основы кормления лососевых рыб.....	99
5.2	Стартовые корма для лососевых рыб.....	101
5.3	Кормление лососевых рыб производственными кормами.....	104
5.4	Кормление сиговых рыб.....	110
Раздел 6	Кормление осетровых рыб.....	117
6.1	Основы полноценного кормления осетровых рыб.....	117
6.2	Стартовые корма для осетровых рыб.....	119
6.3	Кормление осетровых рыб производственными кормами.....	124
Раздел 7	Кормление сомовых рыб.....	128
7.1	Основы кормления сомовых рыб.....	128
7.2	Кормление канального сома.....	132
7.3	Кормление клариевого сома.....	138
Раздел 8	Культивирование живых кормов.....	141
8.1	Разведение жаброногих рачков.....	142
8.2	Разведение ветвистоусых рачков.....	149
8.3	Разведение олигохет.....	155
8.4	Разведение коловраток.....	158
Список литературы		159

ВВЕДЕНИЕ

Рыбные ресурсы являются важным фактором экономического и социального развития населения Земли. По оценкам Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций потребление рыбной продукции аквакультуры в последние годы превысило уровень 167 млн тонн, а среднее потребление на душу населения – отметку 20 кг на человека. В условиях снижения мирового запаса рыбного ресурса в водах мирового океана аквакультура является важной отраслью сельского хозяйства, способной обеспечить население полноценным белковым питанием в объеме, существенно превышающем их добычу из естественных морских и пресноводных водоемов мира. В связи с этим кормление гидробионтов в аквакультуре требует особого внимания как перспективное направление сельского хозяйства. Для создания рентабельных выростных хозяйств требуются глубокие знания физиологии питания гидробионтов, их пищевые потребности в зависимости от объекта питания, возраста и условий содержания и абиотических и биотических условий в выростных водоемах.

Курс лекций «Кормление гидробионтов» посвящен изучению основ кормления объектов в аквакультуре. В работе обобщены данные по видовым особенностям питания различных видов выращиваемых гидробионтов и их потребности в основных питательных веществах. Рассматриваются пути оптимизации обеспечения рыб полноценными комбикормами в процессе онтогенеза.

Целью курса лекций является получение студентами знаний основ кормления гидробионтов, формирование четких представлений об особенностях пищеварительной системы объектов аквакультуры, их пищевых потребностях, о составе и питательности используемых кормов, методах ее оценки физиологической доступности и качества кормов, режимах и нормах кормления, механизации и автоматизации производства комбикормов.

РАЗДЕЛ 1 ОСНОВЫ КОРМЛЕНИЯ ГИДРОБИОНТОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Основные понятия и термины

Норма кормления – количество корма, удовлетворяющее потребность гидробионтов в питательных веществах и энергии, которая обусловлена физиологическим состоянием организма.

Нормированное кормление – это кормление гидробионтов с учетом требуемых объемов пластических и энергетических веществ гидробионтам в каждый конкретный период жизненного цикла.

Кормовой рацион – это сбалансированный питательный состав кормовых компонентов в требуемых количествах, удовлетворяющий потребность гидробионтов для осуществления физиологической деятельности организма.

Полноценность кормления – это качественный состав кормов, представленный в доступной для усвоения гидробионтами форме. – кормовые рационы

Полноценные рационы – кормосмеси, созданные с учетом потребности гидробионтов в питательных веществах, их доступности и переваримости.

Суточный рацион – это требуемое в течение суток организму количество питательных веществ (корма) для осуществления жизнедеятельности и выражается в процентах к массе тела.

Энергетическая питательность корма – количество энергии, содержащиеся в корме и измеряется в джоулях (Дж). Нехватка корма приводит к дефициту энергии, что в свою очередь, тормозит процессы пластического и функционального обмена, соответственно, процессы роста и развития.

Валовая энергия – это вся энергия потребленной пищи гидробионтами вместе с кормом.

Перевариваемая энергия – это энергия усвоенной пищи, выражается в Дж и определяется как разность между валовой энергией и энергией неусвоенной пищи и выделенной с экскрементами. Ее величина зависит функциональной способности организма усваивать (переваривать) потребляемые кормосмеси.

Неусвоенная энергия – энергия экскрементов.

Энергия роста – представляет собой энергию, израсходованная на рост гидробионтов и является разностью между величинами перевариваемой и обменной энергией.

Обменная энергия – это энергия функционального обмена, которая осуществляет метаболизм организма и является разностью между величинами перевариваемой энергии и энергии ростового процесса.

Энергия генеративного обмена – энергия затраченная гидробионтом на формирование половой системы и созревание половых продуктов.

Энергетическая питательность корма – энергия, содержащаяся в органической части корма.

Уровень общего питания – фактическое количество кормовых или энергетических единиц, получаемых рыбой в сутки.

Уровень протеинового питания – содержание сырого протеина в сухом веществе корма, его величина выражается в процентах.

Уровень аминокислотного питания – отношение количества аминокислот к сырому протеину или сухому веществу корма, или сбалансированность рационов относительно потребности рыб.

Уровень витаминного питания – относительное содержание витаминов в единице корма,

Годовое потребление пищи – масса еды, потребленная гидробионтами за год, выраженная отношением к массе тела рыбы или в процентах.

1.1 Предпосылки разработки комбикормов для рыб

Представлены основные предпосылки создания искусственных кормов для кормления объектов аквакультуры с учетом их физиологических и видовых особенностей на различных стадиях онтогенеза.

Аквакультура гидробионтов по способу выращивания имеет два направления – пастбищное и откормочное.

Пастбищная аквакультура подразумевает выращивание гидробионтов без их специального кормления, используя в качестве кормов естественную кормовую базу.

Откормочная аквакультура имеет место при выращивании гидробионтов в различных по площади и конфигурации прудах, садках, бассейнах и других водоемах, зачастую искусственно созданных водоемах. В этих водоемах рыбы и беспозвоночные выращиваются при повышенной плотности посадки с применением кормления. За счет кормов и кормления получают от 70 % продукции в прудовых хозяйствах до 100 % – в индустриальных хозяйствах.

Существующий перечень видов, подвидов и пород рыб – объектов отечественной аквакультуры – включает около 120 представителей разных систематических групп (карповые, осетровые, лососевые, сиговые, сомовые и другие виды рыб). В последние десятилетия популярными объектами пресноводной и морской аквакультуры становятся представители различных семейств ракообразных (речные раки, пресноводные и морские креветки).

В IV-VI зонах рыбоводства широко распространенными объектами пресноводной аквакультуры являются рыбы семейства карповых, из которых наиболее популярными из них являются карп, амур белый, белый и пестрый толстолобики. Эти виды выращивают в искусственных прудах и на задамбированных участках малых рек. В проточных условиях при достаточном водоснабжении и водоемах карьерного типа выращивают радужную форель – наиболее широко культивируемый вид из лососевых рыб. Из осетровых видов в прудах, садках бассейнах и установках с

водоснабжением замкнутого типа выращивают веслоноса, бестера, осетра и стерлядь. Популярным объектом выращивания становится судак обыкновенный. В III-IV зонах рыболовства перспективными объектами выращивания относятся судак обыкновенный, щука обыкновенная, речной окунь. В последние годы вновь популярными становятся такие виды как канальный сом, тилапии, и из беспозвоночных – пресноводные и морские креветки и раки.

Перечисленные объекты аквакультуры существенно различаются по спектру питания, пищевым потребностям, технологии выращивания. Но основным и самым важным аспектом их содержания в искусственных условиях является кормление и обеспечение их полноценными кормами.

По **типу питания** все виды гидробионтов подразделяют на три основные группы: растительноядные, плотоядные мирные и хищные. К числу растительноядных гидробионтов относятся виды, основу питания которых составляет детрит, низшая водная растительность и высшая надводная и погруженная водная растительность. Группа мирные плотоядные гидробионты в свою очередь подразделяется на подгруппы бентофаги и планктонофаги. Основу питания хищников составляют различные более мелкие виды гидробионтов.

Объем потребляемой пищи существенно различается у разных по типу питания рыб. Хищные рыбы способны заглатывать жертву размером до 25 % собственной массы тела, но их питание носит нерегулярный характер. Мирные плотоядные рыбы питаются практически постоянно и поедают за один раз гораздо меньше пищи. Рыбы, питающиеся фитопланктоном и имеющие относительно длинный кишечник, обычно потребляют количество пищи, равное 10 % массы тела. В среднем суточный объем потребляемой пищи хищными рыбами больше, чем растительноядными.

Объем одновременного приема пищи меняется с возрастом.

Все эти особенности питания реализуются строением пищеварительной системы и генетически обусловленным комплексом пищеварительных

ферментов. Специфические особенности структуры пищеварительного аппарата у рыб с различным типом питания обусловлены адаптацией к усвоению потребляемой ими пищи. У бентосоядных рыб с широким спектром питания и непрерывным потреблением пищи (карповые), отсутствует желудок. Через глотку и пищевод пища поступает в кишечник, представляющий длинную трубку. Хищные рыбы и детритофаги имеют хорошо развитый желудок и короткий кишечник. Всасывающая поверхность пищеварительного тракта увеличивается за счет слепых выростов кишечника (пилорических придатков). Планктоноядные рыбы имеют в составе пищеварительного тракта жаберный аппарат, жаберные тычинки которого выполняют функцию фильтрации пищи. У осетровых рыб кишечник короткий, представляющий трубку с толстыми стенками, внутри которой расположена складка в виде спирали, увеличивающая поверхность кишечника. Число витков может достигать 40.

Такой широкий спектр типов питания, анатомические различия в строении пищеварительной системы, потребности как в объемах суточного потребления пищи и в потребностях питательных веществах создают проблемы в создании полноценных кормов для аквакультуры гидробионтов.

Литература [3, 4, 6]

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите способы выращивания рыб в аквакультуре.
2. Какие группы разделяют рыб по типу питания?
3. Назовите основные особенности рыб различных типов питания.

1.2 Значение рационального кормления рыб в современном товарном рыбоводстве

Определены основные положения, принятые при разработке полноценных рационов для различных видов гидробионтов, выращиваемых на искусственных кормах.

Питание является основой обмена веществ и, следовательно, жизни любого организма. Вещество и энергия, поступающее в организм в виде пищи, трансформируются в пищеварительном тракте и обеспечивают все жизненные функции. Одна часть вещества и энергии используется на рост, а другая на выполнение функциональной деятельности.

Важной задачей кормления является мобилизация питательных веществ на пластический обмен. Пищевое значение кормов оценивается с нескольких позиций:

- корм должен быть доступным по размерам и находиться в необходимой концентрации, чтобы рыба могла его легко найти и потреблять без значительных затрат энергии;
- корм должен находиться в местах доступных для рыб и в то время, когда они испытывают в нем потребность;
- корм должен быть привлекательным по вкусу и цвету, иметь химически полноценный состав, легко перевариться и усваиваться в необходимом количестве;
- корм должен обеспечивать все энергетические потребности организма, нормальное развитие и максимальную скорость роста.

В естественных водоемах рыба обеспечена пищей за счет естественных кормовых организмов. Количество выращиваемых гидробионтов регулируется объемом пищевых ресурсов водоема. При пастбищном выращивании осуществляется за счет естественной кормовой базы водоема. В условиях рыбоводных предприятий выращиваемых гидробионтов естественные кормовые организмы могут обеспечить лишь часть пищевого

рациона. Например, в рыбоводных прудах доля естественных кормов составляет не более 20-25 % общего кормового рациона. При индустриальном выращивании в бассейнах, садках, небольших проточных прудах весь прирост возможен только за счет кормления специализированными комбикормами. Быстрый рост и высокая продуктивность выращиваемой рыбы возможны только в том случае, если рыбы обеспечены необходимым количеством питательных веществ – протеина, жира, углеводов, минеральных веществ, витаминов и других биологически активных веществ. Потребность в питательных веществах у рыб меняется в зависимости от видовой принадлежности, возраста, массы тела, упитанности, условий содержания, физиологического состояния, состава корма, условий внешней среды. Потребность рыб в пище определяется генетически обусловленным обменом веществ. Потребление корма регулируется комплексом условных рефлекторных связей, которые у всех живых существ можно обобщенно назвать аппетитом. Аппетит вызывает секрецию пищеварительных ферментов, способствует перевариванию усвоению питательных веществ корма и зависит от содержания в крови продуктов промежуточного обмена, уровня усвоения их клетками тела, цвета и запаха корма, температуры воды и газового режима. В практике рыбоводства нельзя полагаться только на аппетит рыб – должно, быть организовано рациональное кормление по научно обоснованным нормам, так как избыток пищи столь же вреден, как и недостаток.

Литература [4, 6].

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные требования к искусственным кормам при выращивании гидробионтов?
2. Какие корма требуются использовать при пастбищном индустриальном выращивании?
3. Назовите основные группы питательных веществ?
4. От чего зависит потребность рыб в питательных веществах?

1.3 Особенности белкового обмена рыб

Обсуждаются видовые, функциональные особенности белкового обмена водных гидробионтов под воздействием абиотических, возрастных и метаболических особенностей организма. Представлен расчет оценки эффективности потребления белка, коэффициента конверсии протеина. Обсуждается понятие пищевой ценности белков в зависимости от аминокислотного состава.

Для нормального роста и развития гидробионтов необходимо определенное количество и соотношение основных питательных веществ. Для составления пищевых рационов необходимо учитывать пищевые потребности конкретного объекта выращивания и его физиологические особенности к усвоению компонентов, входящих в состав искусственных рационов. Потребность рыб в питательных веществах регулируется генетически обусловленным уровнем обмена веществ.

Основными питательными веществами корма являются протеин, жир, углеводы, минеральные вещества, витамины и другие биологически активные вещества, которые должны находиться в составе корма в соответствии с потребностью гидробионтов.

Протеин – основная часть живой материи, материал, идущий на построение тканей и органов в течение всей жизни. Понятие «протеин» включает в себя белковую (высокомолекулярные белковые вещества, полипептиды, олигопептиды, аминокислоты) и небелковую формы азота, различающиеся по качеству.

Белковые вещества обеспечивают рост и обновление тканей, участвуют в функционировании метаболизма, принимая участие в дыхании, пищеварении, в транспорте кислорода и переносе питательных веществ с током крови, в защите организма и размножении.

У наземных позвоночных выведение конечных продуктов азотистого обмена (ионов аммония) происходит посредством обезвреживания аммиака путем синтеза мочевины, мочевой кислоты и выведения их с мочой через

почки. Пресноводные и морские рыбы относятся к аммонителическим животным. Отличительной особенностью гидробионтов от наземных позвоночных является механизм выведения конечных продуктов азотистого обмена в виде легкорастворимых в воде азотистых продуктов – аммиака и мочевины, которые удаляются преимущественно внепочечным путем. Почти весь аммоний у рыб (более 90 %) выводится через жабры. Такая биохимическая особенность выведения конечных продуктов азотистого обмена гидробионтов сделала возможным функционирование метаболизма с преобладанием белкового обмена.

Следовательно, отличительными особенностями метаболизма водных гидробионтов от наземных животных являются:

1. Благодаря специфическим условиям водной среды обитания функционирует удобная и малоэнергос затратная **форма выведения конечных продуктов азотистого обмена** в виде легкорастворимых в воде азотистых продуктов – аммиака и мочевины через жабры.

2. **Высокая скорость роста.** Рыбы переходят на внешнее питание при очень малых размерах и растут чрезвычайно интенсивно, достигая в сравнительно короткий период дефинитивной массы.

3. **Короткий пищеварительный тракт**, приспособленный для утилизации легкоусвояемой белковой пищи. Относительная длина кишечника большинства рыб-хищников меньше или равна длине тела. У зоопланктофагов, бентофагов и всеядных рыб превышение длины кишечника не более чем в 2 раза длины тела. Лишь у растительноядных рыб длина кишечника превышает длину тела в 4-10 раз. У наземных животных кишечник, как правило, по длине превышает тело в 10-30 раз.

4. **Высокая доля участия белка в энергетическом обмене** (свыше 60 %).

В результате особенностей белкового метаболизма для водных гидробионтов характерна высокая потребность в белке, которая превышает потребность у наземных животных. Например, для молоди лососевых рыб

оптимальный уровень белка в корме составляет 45-55 %, для взрослой рыбы – 35-45 %. Для карповых рыб потребность в белке более низкая составляет 35-40 %. Стартовый корм для карповых рыб должен содержать высокий уровень белка (50-55 %).

В пищеварительном тракте протеин под действием гидролитических протеиназ (пепсин, трипсин, химотрипсин и др.) и полипептидаз кишечника расщепляются до пептидов и аминокислот, которые поступают через слизистую оболочку кишечника в кровь. Для личинок рыб, у которых активность пищеварительных ферментов крайне низка, физиологически адекватным является водорастворимый высокодисперсных белок, содержащий достаточное количество поли- и олигопептидов.

Интенсивность белкового обмена гидробионтов зависит от их видовой принадлежности, возрастных особенностей и абиотических условий (температура, соленость воды), качества самих белковых веществ и их концентрации. Белок, усвоенный в пищеварительном тракте в виде аминокислот, используется следующим образом:

$$B = B_1 + B_2 + B_3, \quad (1.1)$$

где B – усвоенный белок;

B_1 – белок, необходимый для восстановления запаса белков организма;

B_2 – белок, необходимый для роста;

B_3 – белок, используемый на энергетические нужды организма.

Величина B_1 соответствует количеству выделенного аутогенного азота и изменяется в зависимости от температуры воды и размера рыбы. Величина B_2 изменяется в зависимости от возраста рыб: у молоди она выше, чем у взрослых особей. Величина B_3 в кормах с низкой биологической ценностью всегда выше B_2 .

Эффективность утилизации белков находится в тесной связи с энергетической обеспеченностью пищи. Утилизация белка возрастает по мере повышения уровня жира до определенных пределов. Наиболее эффективными считаются комбикорма с общим содержанием 40-65 %

энергии за счет белка. Если величина возрастает, то это свидетельствует о недостаточной обеспеченности корма жирами. Оптимальный уровень белка в корме зависит от вида основного источника энергии. Если рацион для рыб имеет необходимое количество жиров и углеводов, то белок используется в белковом обмене для роста тела организма. При недостатке в корме жиров и углеводов белки в функциональном обмене могут использоваться в качестве источника энергии. Это не экономично, поскольку белок – наиболее дорогая составная часть корма.

Для оценки эффективности усвоения белка рассчитывают коэффициент использования протеина (КИП) в процентах от потребленного протеина корма по следующей формуле:

$$\text{КИП} = (\text{П}_1 - \text{П}_2/\text{П}_3) \times 100 \quad (1.2)$$

где П_1 – азот в целом теле рыб в конце откорма;

П_2 – азот в целом теле рыб в начале откорма;

П_3 – расход азота кормов на синтез белка в теле рыб за период выращивания.

Коэффициент конверсии протеина (ККП) кормов в пищевой белок определяется по формуле:

$$\text{ККП} = (\text{ВБ}/\text{РП}) \times 100 \quad (1.3)$$

где ВБ – выход пищевого белка на 1 кг рыбы в конце откорма;

РП – расход протеина кормов на 1 кг прироста живой массы за весь период выращивания.

При оптимальных условиях выращивания коэффициенты использования протеина корма (КИП, ККП) у рыб значительно выше, чем у теплокровных животных.

Аминокислоты. По пищевой ценности белков судят по их аминокислотному составу. Белки состоят из 24 аминокислот, которые по их значимости для организма разделяют на две группы заменимые и незаменимые аминокислоты. Незаменимыми аминокислотами являются те аминокислоты, синтез которых в организме не происходит или происходит

слишком медленно, ввиду чего они не удовлетворяют пищевую потребность. Для рыб незаменимыми аминокислотами являются 10 аминокислот: аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, валин, метионин, лизин, фенилаланин, треонин, триптофан. Ценность белков зависит от наличия незаменимых аминокислот. Заменяемые аминокислоты – это аминокислоты, которые в организме могут синтезироваться или образовываться из других незаменимых аминокислот или других органических веществ, поступающих с пищей. Недостаток незаменимых аминокислот в рационе ведет к повышению потребности в белке и, следовательно, к значительному увеличению затрат корма на единицу прироста. Причем дефицит лишь одной из незаменимых аминокислот ограничивает эффективность использования всех других аминокислот и белка в целом. В отличие от углеводов и жиров аминокислоты не резервируются в организме, но могут принимать участие в синтезе других соединений и в энергетическом обмене. При потреблении рыбами кормов несбалансированных по аминокислотному составу, темп роста рыб снижается. Избыточные аминокислоты используются на энергетический обмен. Для большинства объектов аквакультуры определены потребности в незаменимых аминокислотах.

Литература [4, 6, 7]

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные группы питательных веществ.
2. Какими аминокислотами определяется пищевая ценность белка?
3. Назовите конечные продукты азотистого обмена и опишите механизм их выведение из организма рыб
4. Как оценить эффективность потребления белка?
6. Как рассчитать коэффициент конверсии протеина?
7. Перечислите отличительные особенности метаболизма водных гидробионтов от наземных животных
8. Опишите механизм усвоения белков.
9. Как используется усвоенный белок организмом рыб?

1.4 Особенности липидного обмена рыб

Обсуждаются структура, роль метаболизм липидов в организме гидробионтов. Приводится оптимальное соотношение белка и жира в комбикормах для основных видов аквакультуры.

Жиры, или липиды, входят в состав всех живых клеток и играют важную роль в жизненных процессах:

- являются одним из основных компонентов клеточной мембраны, влияющей на проницаемость клеток и активность мембраносвязанных ферментов;
- участвуют в передаче нервного импульса, мышечном сокращении;
- участвуют в транспорте питательных веществ в крови;
- в качестве питательных веществ жиры являются важнейшим источником энергии.

Жиры подразделяются на простые или нейтральные, представляющие собой эфиры жирных кислот и спиртов (триглицериды), и сложные (фосфолипиды, сульфолипиды, гликолипиды).

Продуктами распада простых и сложных жиров, сохраняющих общие свойства с жирами (жирные кислоты, моноглицериды, диглицериды, стеринны и др.). Жирные кислоты в свою очередь делят на насыщенные и ненасыщенные. К насыщенным жирным кислотам относятся капроновая, каприловая, каприновая, лауриновая, миристиновая, пальметиновая, стеариновая, арахиновая, бегеновая, лигноцериновая и другие. К ненасыщенным жирным кислотам относятся пальмитолеиновая, олеиновая, эруковая, линолевая, линоленовая, арахидоновая, эйкозапентаеновая, докозапентаеновая, докозагексаеновая и другие.

Основной функцией простых липидов является запас энергии в организме. Запасные липиды являются подвижной составной частью тканей. Их уровень накопления напрямую зависит от упитанности.

Сложные липиды являются структурными и плазматическими липидами, играют важную физиологическую роль в регуляции

проницаемости клеточных мембран, фосфорилирования в митохондриях, межклеточном обмене, адаптации организма к изменяющимся условиям среды. Их содержание относительно стабильно и не зависит от упитанности.

В организме рыб жиры гидролизуются ферментами липидного обмена (липазами, фосфолипазами) и используются в основном в энергетических целях. Характерной особенностью липидов рыб является наличие большого количества полиненасыщенных жирных кислот, содержащих 20-22 атома углерода с пятью или шестью непредельными связями. Поэтому сбалансированный рацион рыб должен содержать в основном мягкие жиры, которые усваиваются на 90-95 %. Твердые жиры обладают невысоким биологическим эффектом и усваиваются значительно хуже – на 60-70 %.

Насыщенные и мононенасыщенные жирные кислоты могут синтезироваться в организме рыб из углеводородных остатков углеводов и белков. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) в организме рыб не синтезируются и должны поступать с пищей. У рыб, по сравнению с теплокровными животными, доля ненасыщенных жирных кислот в составе липидов значительно выше, что связано с относительно низкой температурой обитания. Рыбы, обитающие в разных условиях среды при уровнях различных температуры и солености, отличаются разным соотношением полиненасыщенных кислот. Содержание полиненасыщенных жирных кислот у морских рыб выше, чем у рыб, обитающих в пресных водоемах. У пресноводных холодолюбивых видов рыб содержание полиненасыщенных жирных кислот выше, чем у теплолюбивых рыб.

Морские виды > пресноводные холодолюбивые > пресноводные теплолюбивые

Недостаток жиров и незаменимых жирных кислот приводит к нарушению физиологических функций организма, замедлению роста, ослаблению пигментации, некрозу лучей плавников, перерождению печени и почек, обводнению тканей и повышению смертности, снижению репродуктивной функции.

Потребности рыб в жире и белке взаимосвязаны. Жиры как источник энергии обладают белоксберегающим действием. При составлении рационов следует соблюдать соотношение уровня протеина с уровнем жира. Если это соотношение нарушено и в комбикормах доля протеина превышает оптимальное соотношение протеин/жир, то протеин будет расходоваться на энергетические нужды. При составлении рецептов комбикормов стремятся сократить использование белка для энергетических трат, сохраняя его для роста и обновления тканей. Для лососевых рыб при уровне протеина 50 % уровень жира должен достигать 15 %, а при уровне 30 % количество жира не должно превышать 5 % (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Оптимальное соотношение белка и жира в комбикормах для радужной форели, %

Возраст рыбы	Белок	Жир
Молодь	50	15
	45	12
	40	10
	30	8
Взрослая рыба	40	8
	35	6
	30	5

Жиры в комбикормах легко окисляются и при длительном хранении кормов становятся токсичными. Окисленные жиры в корме разрушают витамины и оказывают канцерогенное действие. Для предотвращения окисления жиров в корм при его изготовлении добавляют антиокислители. В качестве источника жира в комбикорм вводят фосфатиды, растительные масла, рыбий жир и жир млекопитающих.

Литература [4].

Вопросы для самоконтроля:

1. Какую роль играют липиды в организме рыб?
2. На какие группы разделяют липиды?
3. Существуют ли различия в составе липидов у различных видов рыб?

1.5 Особенности углеводного обмена у рыб

Дается представление о значимости углеводов в питании гидробионтов, интенсивности метаболизма у разных видов и зависимости усвоения углеводов от абиотических и биотических условий.

Углеводы являются менее значимыми питательными веществами в метаболизме рыб. Это объясняется тем, что большая часть гидробионтов не приспособлена ассимилировать углеводы кормовых объектов. Как правило, потребности в энергии удовлетворяется за счет липидного и белкового обмена. По питательности углеводы подразделяют на легкогидролизуемые и трудногидролизуемые углеводы. Первая группа представлена моносахаридами, дисахаридами (глюкоза, сахароза, фруктоза, рибоза, мальтоза и другие). Вторая группа состоит из сложных углеводов полисахаридов (крахмал, гликоген, хитин, целлюлоза). Из легкогидролизуемых углеводов наибольшее значение в питании рыб имеют пентозы и гексозы. Из трудногидролизуемых – олиго- и полисахариды.

Углеводный обмен у рыб складывается из 5 этапов:

1. Гидролиз поступающих с кормом полисахаридов до моносахаридов и всасывание их в кровь.

2. Образование и отложение в печени гликогена.

3. Расщепление гликогена в печени до глюкозы, образование в печени глюкозы из метаболитов жирового (глицерин) и белкового (аминокислот) обмена и поступления его в кровь.

4. Расщепление в клетках глюкозы до молочной и пировиноградной кислоты (анаэробный процесс) и дальнейшее окисление в цикле Кребса до углекислоты и воды (аэробный).

5. Выведение продуктов распада.

Углеводный обмен у рыб идет менее эффективно, чем у теплокровных животных. За счет низкого продуцирования инсулина углеводный обмен у многих видов рыб, особенно хищников, носит характер диабетического и если рыба получает избыток углеводов, развивается синдром перегрузки

печени гликогеном, водянка брюшной полости, увеличение смертности. Максимальный уровень углеводов в корме для молоди лососевых составляет 30-35%. Для других рыб, особенно карповых и канального сома возможен более высокий уровень углеводов.

Углеводы перевариваются рыбами значительно хуже, чем теплокровными животными. Степень их переваримости у рыб зависит от их строения. Простые сахара моносахариды усваиваются у форели гольца, карпа до 99 %. Для дисахаридов (сахароза, фруктоза) этот показатель варьирует у разных видов в пределах 52-73 %. Лактоза усваивается форелью на 60 %, осетрами – на 36 %. Полисахариды расщепляются и всасываются слабее сахаров. Лососевые рыбы переваривают 40 % углеводов, поступающих с кормом, карповые – 17-84 %. Сырая клетчатка лососевыми рыбами вообще не переваривается. Карп способен переваривать ее на 25-50 %. Расщепление сырой клетчатки происходит под действием ферментов, выделяемых панкреатической железой и кишечной микрофлорой карпа.

Способность переваривать углеводы зависит от температуры. Высокая температура создает условия теплолюбивым рыбам для более эффективного усвоения углеводов. В холодный период, когда температура воды не превышает 8-10 °С переваримость углеводов незначительна. При температуре выше 15 °С углеводы хорошо усваиваются и утилизируются, принимая участие в энергетическом обмене, а избыточное их количество трансформируется в липиды и аккумулируется в тканях. При повышении температуры до 30 °С происходит активное жиронакопление в теле карпов, а переваримость клетчатки у карпа может достигать 90-99 %.

Для форели, сига, лосося верхняя граница температурного оптимума не превышает 12-16 °С. Усвоение и переваривание углеводов у них проходит плохо, зачастую негативно влияя на скорость прохождения пищевого кома по кишечнику и усвоение питательных веществ корма.

Литература [4].

Вопросы для самоконтроля:

1. Какую роль играют углеводы в метаболизме рыб?
2. На какие группы разделяют углеводы?
3. Назовите основные этапы метаболизма углеводов у рыб?
4. От чего зависит степень переваримости углеводов?

1.6 Особенности минерального обмена рыб

Дается представление об особенностях усвоения минеральных веществ у гидробионтов, значимости микроэлементов и микроэлементов в минеральном обмене и функциях наиболее значимых элементов в питании рыб. Приводятся величины потребности отдельных элементов для некоторых объектов аквакультуры.

Минеральные вещества не являются питательными веществами, однако необходимы гидробионтам для нормального функционирования метаболизма. Особенность минерального питания рыб является поступление макроэлементов и микроэлементов организм не только с пищей, но и из воды осмотическим путем из воды через жабры, слизистые покровы ротовой полости и кожу. По количественному содержанию (более и менее 100 мг/кг) в живой материи их подразделяют на макро- и микроэлементы. В среднем общая сумма минеральных элементов в теле рыб составляет 2,5-8,0 %, из них доля макроэлементов составляет более 95,5 %.

Минеральные вещества выполняют многочисленные и разнообразные функции. Макроэлементы выполняют следующие функции:

Фосфор входит в состав разнообразных органических соединений – нуклеотидов, ферментов, коферментов, АТФ, АДФ, фосфолипидов, участвует во всех синтетических и биоэнергетических процессах, принимает участие в передаче наследственной информации, транспорте липидов. Работе антиоксидантной системы. Фосфор поступает в организм рыб главным образом с пищей. Основным поставщиком фосфора с комбикормами является рыбная мука. Однако степень усвоения его из рыбной муки составляет 15 %, где фосфор находится в малодоступной форме в составе трудно растворимых гидроксиапатитов скелетных тканей. Наиболее эффективно рыбы утилизируют фосфор из неорганических соединений. Дефицит фосфора вызывает снижение скорости развития и роста рыб, повышение кормовых затрат.

Кальций участвует в процессах регуляции проницаемости клеточных мембран, проведении нервного импульса, сокращении мышц, свертываемости крови, активирует работу многих ферментов. Потребность рыб в кальции в значительной степени удовлетворяется осмотическим путем.

Магний наряду с кальцием и фосфором входит в состав костных и покровных тканей, а также является внутри клеточным катионом, катализирует процессы окислительного фосфорилирования в митохондриях, стимулирует нуклеиновый обмен. Общее содержание магния в организме рыб составляет 0,3 %. Магний поступает в организм рыб путем осмоса из воды, при содержании его в воде ниже 5 мг/л рыбы должны получать его с пищей. Основные признаки дефицита магния – потеря аппетита, снижение скорости роста, появление вялости, судорог, высокая смертность.

Натрий, хлор, калий принимают участие в осморегуляции рыб,

Сера входит в состав серосодержащих аминокислот метионина и цистина, которые принимают участие в образовании белка. Основное поступление серы в организм происходит с пищей (белками и витаминами).

Микроэлементами, необходимыми для жизнедеятельности рыб являются – железо, медь, марганец, цинк, йод, кобальт, селен, хром. Имеются сведения о положительном влиянии микродоз никеля, молибдена, ванадия. К токсичным микроэлементам относят ртуть, кадмий, свинец, мышьяк.

Железо входит в состав дыхательного пигмента гемоглобина, гемосодержащих ферментов, катализирующих тканевое дыхание, принимает участие в окислительно-восстановительных процессах.

Медь принимает активное участие в обмене веществ, регулируя клеточное дыхание.

Марганец, цинк входят в состав ферментативных систем, осуществляющих белковый, липидный и углеводный обмен, синтез простагландинов, нуклеиновых кислот.

Кобальт в составе витамина В₁₂ стимулирует синтез витаминов группы В, участвует в синтезе белков, накоплении в печени естественных антиоксидантов каротиноидов.

Селен участвует в регуляции перекисного окисления липидов и в антиоксидантной системе организма, защищая клетки от повреждающего действия перекисей.

Йод входит в состав гормонов щитовидной железы, участвует окислительно-восстановительных процессах в клетках.

Следует знать, что отдельные элементы вступают в антагонистические взаимоотношения: магний, стронций, барий, медь, цинк подавляют усвоение кальция. Молибден – антагонист меди. Сернокислая медь несовместима с йодистым калием. У рыб, испытывающих недостаток микроэлементов, отмечается снижение аппетита и темпа роста, вялость мышц, угнетение роста, судороги, снижение устойчивости к неблагоприятным воздействиям, высокая смертность. Потребность рыб в минеральных веществах составляет 4-5% от массы корма (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Потребность молоди радужной форели и карпов в некоторых макро- и микроэлементах

Элементы	Потребность рыбы, мг/кг в сутки	Необходимое содержание, в 1 кг корма
Фосфор	20-600	0,4-12 г
Кальций	до 700	до 14 г
Магний	15-30	до 600 мг
Железо	До 8	до 160 мг
Цинк	До 5	до 100 мг
Медь	0,3	6 мг
Марганец	0,1	2 мг

Литература [4].

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите отличительную особенность минерального питания у рыб?
2. На какие группы разделяют минеральные вещества?
3. Какую функцию выполняют макроэлементы?
4. Какие функции выполняют микроэлементы?

1.7 Значение витаминов в питании рыб

Дается представление о значении витаминов в метаболизме рыб, описываются их функции в биохимических процессах в организме. Дается представление об антиоксидантах и их роли в искусственных кормах для гидробионтов.

Витамины – важнейшая группа незаменимых факторов. По химической природе они представляют собой низкомолекулярные, биологически активные органические вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма.

Основной биологической функцией витаминов является участие в биохимических процессах при образовании ряда ферментов и ферментативных комплексов. К ним относятся свыше 50 различных химических соединений, объединенных по функциональной активности в родственные группы – каротиноиды (витамины группы А), кальцеферолы (витамины группы Д), токоферолы (витамины группы Е), филлохиноны (витамины группы К), комплекс ненасыщенных жирных кислот (витамин F), витамины группы В, никотиновая кислота (витамин РР), аскорбиновая кислота (витамин С), цитрин (витамин Р), пантотеновая кислота, биотин, фолиевая кислота и другие. Большинство витаминов не синтезируются в организме рыб и должны поступать с пищей. Витамины в кормах поступают с основными компонентами корма, но их главным их источником являются витаминные премиксы. Концентрация витаминов в тканях живых организмов и суточная потребность в них невелики. Наличие достаточного количества витаминов в кормах способствует нормальному развитию, росту и размножению рыб, высокой устойчивости к стрессам и болезням. При отсутствии того или иного витамина в корме у рыб возникают гиповитаминозы. Но при длительном недостаточном поступлении их в организм наступают характерные и опасные патологические изменения.

По физическим свойствам витамины подразделяются на жирорастворимые и водорастворимые.

Жирорастворимые витамины должны поступать с пищей. К жирорастворимым витаминам относятся А, Д, Е.

Витамин А (ретинол) принимает участие в обмене белков и минеральных веществ, оказывает влияние скелетообразование, плодовитость, зрение, обеспечивает нормальное состояние эпителия, является природным антиоксидантом. Для рыб провитамином А служат ксантофиллы (астаксантин, кантаксантин, зеаксантин), которыми богаты водные беспозвоночные. Наибольшее количество астаксантина содержат ракообразные являющиеся пищей рыб в молодом возрасте, а для многих и в течение всей жизни.

Всасывание витамина А и каротиноидов происходит в тонком кишечнике с участием желчи, обеспечивающей их эмульгирование. Основным депо в организме является печень. Отсутствие ретинола в пище тормозит рост рыб.

Витамин Д – группа веществ, объединенных под названием кальциферолы. Витамин Д способствует всасыванию кальция и фосфора в кишечнике, поддерживает их уровень в крови, активизирует переход из крови в костную ткань, непосредственно влияя на минерализацию скелета, улучшает усвоение магния. Дефицит его вызывает патологические изменения в мышечной и костной тканях. При дефиците его потребность в кальции и фосфоре увеличивается.

Витамин Е (α-токоферол) представляет группу токоферолов. Витамин Е стабилизирует клеточные мембраны, предохраняя от окисления содержащие селен белки, подавляет самоокисление ненасыщенных жирных кислот, витаминов, регулирует развитие и функционирование половых желез, стимулирует процесс образования антител. Дефицит его вызывает патологические изменения в мышечной и костной тканях. При дефиците его вызывает нарушение целостности клеточных мембран, функций кроветворения и размножения, ожирение и некроз печени.

Витамин F представляет собой группу незаменимых полиненасыщенных жирных кислот линолевого, линоленового, арахидонового ряда. Принимает участие в синтезе жиров, обмене холестерина, способствует снижению уровня насыщенных жиров теле и предотвращает отложение холестерина в сосудах и артериях; обеспечивает нормальное состояние кожных покровов; стимулирует иммунную защиту организма; влияет на процесс сперматогенеза; участвует в образовании простагландинов; во взаимосвязи с витамином Д содействует усвоению фосфора и кальция, которые необходимы для костной ткани.

Водорастворимые витамины (витамины группы В, С, Н).

Витамины группы В синтезируются главным образом, растениями, бактериями, дрожжами и входят в состав основных ферментов, катализирующих различные реакции белкового, липидного и углеводного обменов.

Витамин В₁ (тиамин) является кофактором трех важнейших ферментов, участвующих в ключевых реакциях обмена углеводов – окислительном декарбоксилировании, в цикле трикарбоновых кислот и пентозофосфатном пути окисления углеводов. При его недостатке у рыб нарушается координация, снижается потребление корма.

Витамин В₂ (рибофлавин) осуществляет реакции дегидрирования, входит в состав флавиновых ферментов, участвует в углеводном обмене, способствует образованию гликогена в печени.

Витамин В₃ (пантотеновая кислота) является кофактором ферментов клеточного обмена.

Витамин В₄ (холин) участвует в жировом обмене, входит в состав лецитина, поставляет метильные группы в реакциях метилирования.

Витамин В₅ (никотиновая кислота) активизирует действие инсулина, влияет на уровень холестерина в крови и нормализует водно-солевой обмен.

Витамин В₆ (пиридоксин) участвует в белковом и жировом обменах при переаминировании, декарбоксилировании и метилировании аминокислот улучшая использование незаменимых жирных кислот.

Витамин Н (биотин) является коферментом реакции карбоксилирования в липидном, белковом и углеводном обмене.

Витамин В₈ (инозитол) входит в состав фосфолипидов, регулирует липидный обмен, предотвращая жировую дегенерацию печени.

Витамин В_с (фолевая кислота) **В₁₂** (цианкобаламин) стимулируют синтез гемоглобина, катализируют белковый и липидный обмен.

Витамин С участвует в окислительно-восстановительных процессах, обладает антиоксидантным свойством, способствует синтезу кортикостероидных гормонов.

Антиоксиданты – химические вещества, которые задерживают или прекращают окисление органических веществ.

С развитием аквакультуры возросла и роль комбикормов. В связи с этим стабилизация отдельных компонентов или всей кормовой смеси приобрела особое значение. Наиболее важна стабилизация жиров, используемых в рыбных комбикормах, так как они в основном представлены ненасыщенными жирными кислотами $\omega 3$, $\omega 6$ и $\omega 9$, которые больше всего подвергаются окислению и разрушению. Эта склонность к окислению объясняется присутствием в кормах фермента – липоксидазы, катализирующей окисление жиров. Окислителем является кислород воздуха – постоянный агент при хранении или приготовлении кормов. Для предотвращения окисления (прогоркания) жиров в корма и непосредственно в жиры при длительном хранении добавляют вещества, обладающие антиокислительными свойствами (антиоксиданты). Антиоксиданты тормозят окисление жиров и других ненасыщенных органических соединений, в том числе витаминов, за счет разрыва цепи окислительных реакций или предотвращения их образования в субстрате.

Литература [4]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какое значение выполняют витамины в организме рыб?
2. На какие группы можно разделить витамины?
3. Что такое антиоксиданты?
4. Какую функцию выполняют антиоксиданты в кормах?
5. Назовите витамины, участвующие в жировом обмене?
6. Назовите витамины, участвующие в белковом обмене?
7. Назовите витамины, участвующие в углеводном обмене?
8. Перечислите источники жирорастворимых витаминов?
9. В каком пищевом сырье присутствуют витамины группы В?
10. В каком пищевом сырье присутствуют витамины группы Д?
11. Опишите механизм всасывания витамина А.

РАЗДЕЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО КОРМОВОГО СЫРЬЯ

Для приготовления кормов используют широкий спектр компонентов животного и растительного происхождения, продукты микробиального и химического синтеза, а также разнообразные побочные продукты и отходы пищевой промышленности. Каждый отдельный компонент не пригоден для кормления рыбы, даже рыбная мука, так как не обладает всеми необходимыми питательными и биологически активными веществами.

По аналогии с сельскохозяйственной технологией компоненты комбикормовой промышленности называют корм. Смесь кормов по рецепту называют кормосмесь. Кормосмесь, представленную в гранулированном виде, называют комбикормом.

Современный комбикорм для рыб представляет собой смесь из 9-12 компонентов или кормов различной природы, а также добавок, витаминов, минеральных солей и других веществ. Установлено, что максимальной эффективностью обладает кормовой белок, представляющий сумму белков животного, растительного и микробиального происхождения.

Кормовое сырье подразделяют на сырье животного и растительного происхождения, а также продукты микробиального синтеза.

2.1 Кормовое сырье животного происхождения

Приводится ассортимент отечественного сырья животного происхождения и дается краткая характеристика его питательной ценности.

Кормовое сырье животного происхождения является аналогом высокобелковых компонентов растительного происхождения и характеризуется большим содержанием протеина (до 80 %), жира (до 22 %), а также зольных элементов (до 11 % кальция и до 5 % фосфора). Протеин его отличается более высокой полноценностью по сравнению с сырьем растительного происхождения.

В группу кормового сырья животного происхождения входят продукты переработки рыбной продукции мясной, молочной, переработки птицы и другие. Продуктами переработки рыбной промышленности являются – рыбная мука, концентрат рыбного бульона, крабовая, крилевая мука, гидролизаты из рыбы и отходов ее переработки.

Рыбная мука является наиболее ценным в пищевом отношении компонентом комбикормов. Должна содержать не менее 55 % протеина, не более 12 % жира, не более 5 % хлористого натрия и 28 % фосфорнокислого кальция. Протеин рыбной муки имеет полноценный набор незаменимых аминокислот.

Крилевая мука хороший источник каротиноидов и других биологически активных веществ. Она содержит 58-62 % сырого протеина и в отличие от рыбной муки придает мясу выращенных рыб специфическую розовую окраску. Крилевая мука используется в основном в комбикормах для производителей лососевых и карповых рыб.

Концентрат рыбного бульона – продукт переработки рыбного сырья, получаемый в результате сушки подпрессовых бульонов. Содержит высокий уровень протеина (50-78 %), жира (до 20 %) и золы (4-15 %). Растворимость белковых веществ достигает 95 %, которые представлены низкомолекулярными веществами. Такой состав белковой фракции

способствует лучшей усвояемости белковых веществ личинками рыб. аминокислотный состав достаточно схож с аминокислотным составом продуктов из рыбы.

Гидролизаты из рыбы и отходов ее переработки характеризуются высоким уровнем сырого протеина (58-75 %), представленным водорастворимыми белковыми веществами с содержанием низкомолекулярных пептидов. Недостатком таких гидролизатов является повышенный уровень жиров с высоким уровнем гидроперекисей, образующихся в результате гидролиза сырья повышенной жирности.

Продуктами переработки мясной промышленности являются – мука мясокостная, мясная, костная, кровяная, мука из шкварок (остаток после выпаривания жиров).

Мясокостная мука хороший источник животного белка. Ее вырабатывают из отходов, получаемых при забое животных на мясокомбинатах из отходов производства (малоценные субпродукты, непригодная обрезь). Питательная ценность этой муки зависит от исходного сырья. В мясокостной муке 1 и 2 сорта, используемой в производстве комбикормов для рыб, должно быть не менее 43 % протеина, и не более 16 %. Мука богата незаменимыми аминокислотами, однако в ней много жира, представленного в основном предельными жирными кислотами, плохо усвояемыми рыбой. Поэтому уровень этой муки в комбикормах следует ограничивать 10 %.

Мясная мука – белковый корм высокого качества, вырабатывается из внутренностей животных, эмбрионов крупного рогатого скота и других мясных отходов. В ней содержится 50-60 % сырого белка и 12-15 % жира. Эта мука, как и мясокостная, имеет те же ограничения к использованию.

Кровяная мука вырабатывается из крови, фибрина и шлема. В ней должно содержаться не менее 70 % протеина и не более 5 % жира. Питательная ценность ее не велика из-за дисбаланса аминокислотного состава. Кровяная мука плохо переваривается. Однако не небольшое

количество кровяной муки в составе комбикормов для рыб оказывает положительное действие и усиливает пищевую реакцию рыб.

Костная мука вырабатывается из костей животных путем измельчения их на специальных дробилках. Содержит большое количество минеральных веществ (особенно кальция и фосфора). Белок костной муки уступает по качеству вышеперечисленных компонентов. Количество в кормосмеси обычно не превышает 15 %.

Продуктами переработки молочной промышленности являются – сухой обрат, сухое обезжиренное молоко.

Сухой обрат и сухое обезжиренное молоко служит хорошим источником сбалансированного белка и легкоусвояемых углеводов. Содержание протеина составляет 25-34 %. Уровень ее в кормах для рыб не должен превышать 12 % из-за возможности отклонений углеводного обмена.

Продуктами переработки птицы является **мясо-перьевая мука**. Она вырабатывается на птицеперерабатывающих комбинатах из перьев и тушек домашней птицы. Она содержит до 50 % белка, но в ней мало триптофана, лизина, метионина и гистидина. В состав комбикорма ее обычно вводят не более 10 %.

Из редко встречаемых компонентов можно привести муку из **куколки тутового шелкопряда** является высокобелковым компонентом комбикорма. Однако ее применение ограничено высоким содержанием жира (до 25 %), способного к быстрому окислению.

Литература [1]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие компоненты относятся к кормам животного происхождения?
2. Перечислите продукты переработки рыбной промышленности.
3. Перечислите продукты переработки мясной промышленности.
4. Перечислите продукты переработки молочной промышленности.
5. Перечислите продукты переработки птицы.

2.2 Кормовое сырье растительного происхождения

Приводится химический состав основных традиционных и новых компонентов отечественного сырья растительного происхождения и дается краткая характеристика его питательной ценности.

С целью снижения стоимости искусственных гранулированных кормов в рационе рыб в качестве дешевого источника протеина используют растительное сырье. Уровень белка в них варьирует от 8 до 45 %. Однако рациональное сочетание растительных ингредиентов позволяет успешно использовать их в качестве дополнительного источника протеина в кормосмесях.

Продукты растительного происхождения в зависимости от состава основных питательных веществ разделяются на три группы – богатые крахмалом, белком и жиром.

К **богатым крахмалом** компонентам относится зерно злаковых культур, в которых содержится до 75 % углеводов, 8-20 % белков, 2-6 % жира и небольшое количество минеральных веществ. Это пшеница, ячмень, овес, рожь, кукуруза.

Пшеница по сравнению с другими злаковыми содержит протеин до 15 %, жира – 2,1-3,5 %, содержание углеводов составляет 69-85 %, из которых преобладают легкогидролизуемые углеводы.

Ячмень в среднем содержит 11,6 % сырого протеина, 2,7 % жира, углеводов свыше 64 %.

Рожь отличается более низкой питательной ценностью. Уровень протеина составляет 12-13 %, углеводов – 60-65 %, сырого жира – не более 3 %.

Помимо зерна в состав комбикормов для рыб используют и продукты его переработки. Это – отруби пшеничные, ржаные, кукурузные. Также используют продукты комплексной переработки – витазар, глютен, мучную пыль.

Пшеничные отруби – побочный продукт, получаемый при помоле зерна. В отрубях содержится 12-13 % сырого протеина, 70 % углеводов и 7-10 % клетчатки и жира – до 4 %.

Витазар – жмых зародышевых лепестков пшеницы. Содержит 29-35 % сырого протеина, 4-9 % жира, и 2-5 % золы. Уровень углеводов достигает 40-50 %, в том числе 11-20 % сахаров, 21-32 % легкогидролизуемых углеводов и 2,0-8,5 % клетчатки.

Глютен – побочный продукт получения кукурузного крахмала. Содержание в нем сырого протеина около 42 %, жира – 5-6 %, золы – 3-3,5 %, углеводов – 21-28 %, из которых на долю сахаров приходится не более 0,2 %, легкогидролизуемых углеводов – 20-26 % и клетчатки – 1,01,5 %.

К кормам **богатым белком** относятся горох, фасоль, соя, люпин, чечевица, вика, чина и продукты их переработки – шроты и жмыхи. Содержание белка и жира в 2-3 раза выше, чем в злаковых. Особенностью протеина бобовых является высокая растворимость в воде, что и обуславливает легкую усвояемость его аминокислот рыбами. Но содержание антипитательных веществ (ингибиторы, алкалоиды) снижают питательную ценность этой группы кормового сырья, и частично ограничивает их использование. Для устранения ингибирующего действия семена бобовых до введения в корма подвергают тепловой обработке.

Среди бобовых культур по питательности первое место занимает соя. Ее аминокислотный состав близок к белкам животного происхождения. Однако семена используются редко. Обычно применяют продукты переработки сои на маслостойных предприятиях – жмыхи и шроты, получаемые после выделения масла. Горох как высокобелковое сырье традиционно используется в комбикормовой промышленности. В нем содержится 18-24 % протеина, до 5 % клетчатки, 2-3 % жира. Из минеральных веществ содержит высокий уровень фосфора. Горох отлично потребляется и легко переваривается рыбой. Однако наличие веществ,

подавляющих действие трипсина, требует предварительной тепловой обработки.

Люпин, вика, чечевица используются редко. Вика содержит токсические соли синильной кислоты и неохотно потребляется рыбами.

К кормам богатым жиром и белками относятся отходы масложировой промышленности – жмых и шроты являются высокопротеиновым ценным кормовым сырьем, в котором примерно 95 % азота приходится на белковый азот. Ряд таких отходов по своему качеству приближается к кормам животного происхождения, хотя и уступает им по многим показателям. Количество протеина в них составляет 35-45 %, а по общей питательности они близки к лучшим зерновым кормам. Наиболее богаты белками соевый и подсолнечниковый шроты и жмыхи.

Подсолнечниковый жмых содержит до 40 % сырого протеина, 6-8 % жира, 10-12 % – клетчатки. Среди всех минеральных веществ жмых наиболее богат фосфором. Исходя из аминокислотного состава, подсолнечниковый жмых можно считать хорошим компонентом для балансирования аминокислотного состава комбикормов с включением сырья из кукурузы. Растворимость его протеина зависит от режима тепловой обработки в процессе извлечения масла и при соблюдении технологических норм достигает 30 %. Режимом тепловой обработки обусловлена и доступность отдельных аминокислот. Подсолнечниковый шрот содержит до 38 % протеина, 4 % жира, 44 % углеводов.

Литература [1]

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите кормовое сырье, относящееся к кормам богатым белком, и дайте характеристику этой группе компонентов.
2. Назовите кормовое сырье, относящееся к кормам богатым крахмалом, и дайте характеристику этой группе компонентов.
3. Назовите кормовое сырье, относящееся к кормам богатым жиром и белками, и дайте характеристику этой группе компонентов.

2.3 Кормовое сырье микробиального синтеза

Приводится химический состав продуктов микробиального синтеза применяемого в комбикормовой промышленности.

Помимо сырья животного и растительного происхождения в комбикормовой промышленности широкое распространение получили продукты микробиального синтеза. Для них характерны высокое содержание сырого протеина (48-79,5 %), включающего до 28-42 % белка с высокой переваримостью и аминокислотным составом, уступающим только сырью животного происхождения по содержанию метионина, цистина и триптофана, жира не более 1-5 %, 20-40 % безазотистых экстрактивных веществ и 6-12 % золы. Отличительной чертой продуктов микробиального синтеза является уровень содержания витаминов, превышающий практически сырье растительного, так и животного происхождения. Ранее для отечественной комбикормовой промышленности поставлялся широкий ассортимент продуктов микробиального синтеза – кормовых дрожжей и белко-витаминных концентратов на основе использования углеводов нефти, синтетических спиртов, а также отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности и сельскохозяйственного производства. Среди продуктов микробиального синтеза наибольшей питательностью характеризуется **эприн**. Его получали выращиванием технически чистых культур дрожжей рода *Candida* – *C. utilis* при культивировании на питательной среде, содержащей синтетический этиловый спирт. Продукт содержит 58-61 % сырого протеина, 30-37 % безазотистых экстрактивных веществ, в том числе легкогидролизуемых углеводов 30-33 %, до 15 % нуклеиновых веществ. Белок эприна на 15 % представлен водорастворимыми белковыми веществами, представленными олигопептидами.

Продуктами культивирования *C. guilliermondii* на очищенных жидких парафинах является **паприн**, а на древесном спирте (метаноле) – **меприн**. В Содержание сырого протеина в них находится на уровне 48-56 %, жира – не

более 5 %, нуклеиновых кислот 8-10 %. Белок на 13-15 % представлен водорастворимыми белками, состоящими почти на половину олигопептидами.

Дрожжи кормовые – продукт культивирования *C. utilis*, *C. tropicalis* на субстратах гидролизно-дрожжевых гидролизатах древесины, подсолнечной лузги и камыша, спиртовых и ацетонобутиловых производств, а также на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности.

Однако, несмотря на широкие технологические возможности и практически неограниченную сырьевую базу для развития производства различных белково-витаминных концентратов на углеводородных и органических синтетических субстратах, ввиду ряда экономических причин, были прекращены.

В современный период выпускаются лишь кормовые дрожжи на отходах сельскохозяйственного производства. Эти продукты микробиального синтеза **биотрин, биокорн, белотин и кормовые дрожжи**, получаемые при культивировании бактерий рода *Candida* – *C. utilis*, *C. tropicalis* и *C. guilliermondii*.

При удовлетворительном уровне сырого протеина (не более 38,2-41 %) минеральных веществ и витаминов, по питательности это сырье уступает используемому ранее сырью микробиального происхождения в рыбной комбикормовой промышленности, а уровень растворимых белков не превышает 15 % с преобладанием полипептидов.

Литература [1]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие компоненты относятся к продуктам микробиального синтеза?
2. Назовите отличительные особенности сырья микробиального синтеза.
3. Перечислите сырье микробиального синтеза используемое в комбикормовой промышленности в современный период.

РАЗДЕЛ 3 ИСКУССТВЕННЫЕ КОРМА ДЛЯ РЫБ

3.1 Принципы составление рецептуры кормов

Приведены основные принципы, составления рецептур полноценных рационов для различных видов и возрастных групп гидробионтов, выращиваемых на искусственных кормах.

Рыбы, как объект разведения неодинаковы по типу и характеру питания разделяются на следующие группы: мирные и хищные, животнойдные, растительнойдные и всеядные, планктоннойдные и бентосоядные. Однако на ранних стадиях развития все они проходят фазу питания различными формами зоопланктона. У взрослых в процессе эволюции пищеварительная система приобрела способность адаптироваться к качеству пищи, что дало рыбам возможность осваивать различные экологические ниши. В связи с этим рецептура комбикормов для различных видов и возрастов рыб предполагает вариабельность качественного состава и количественного сочетания сырьевых источников. В комбикормовой промышленности условно искусственные корма подразделяют на кормосмеси и комбикорма.

Кормосмесь – простая однородная смесь измельченных компонентов до необходимой крупности, которая приготавливается перед кормлением рыб, как правило, в тестообразном виде. В состав кормосмеси входит от 1 до 2-3 компонентов. Кормосмеси используют при прудовом выращивании и достаточном уровне живых кормов.

Комбикорм – сложная однородная смесь очищенного измельченного кормового сырья и ростостимулирующих веществ, обеспечивающая полноценное кормление рыбы для получения высокой продуктивности в различных условиях выращивания. Как правило, гранулированная. В состав комбикормов входит от 5 до 12 компонентов сырья. Все это наиболее полно удовлетворяет потребности выращиваемых рыб в условиях дефицита живых кормов при садковом и бассейновом выращивании. Изготавливают гранулированные комбикорма на комбикормовых предприятиях.

Основное требование – корма должны быть сбалансированы и содержать необходимые питательные вещества в нужном количестве и оптимальном сочетании и обеспечить реализацию потенциальных способностей организма рыб к росту, нормальное развитие и хорошее физиологическое состояние, что является необходимым условием для быстрой адаптации рыб к изменяющейся среде и стрессам в процессе выращивания. В зависимости от стадии развития рыб или целей их выращивания (посадочный материал, производители, товарная продукция) комбикорма разделяют на стартовые, производственные, лечебные и лечебно-профилактические комбикорма.

Стартовые комбикорма предназначены для кормления личинок и молоди карпа. Они содержат высокий уровень белка, обеспеченный в достаточном количестве липидами, биологически активные вещества. Они должны не только удовлетворять потребность личинок в питательных веществах, но и содержать их в форме доступной развивающейся пищеварительной системе. Разделяю на две группы – для ранней молоди с еще несформированной ферментативной системой и для старшей молоди при выращивании сеголетков в прудах. Изготавливаются в виде крупки и гранул.

Производственные комбикорма предназначены для кормления взрослых рыб при товарном выращивании и при содержании ремонтно-маточного стада. Специализированные корма применяются с конкретной целью в ограниченный период. Подразделяются на: лечебные, лечебно-профилактические, антистрессовые, пигментирующие и т.д.

Для создания сбалансированных кормов необходимо:

- знание пищевой потребности рыб в питательных веществах;
- знания о химическом составе и специфических свойствах сырья;
- знание особенности переваривания каждого кормового сырья рыбами;
- учитывать влияние технологии подготовки сырья и способов изготовления на питательность компонентов корма.

Пищевая потребность основных объектов выращивания определяется на основе физиологических исследований питания рыб, химический состав кормового сырья – на основе лабораторных исследований, особенности переваривания отдельных компонентов сырья и их композиции – на основе опытов по выращиванию рыб при различных условиях содержания. Изменения, происходящие в опытных кормах после их изготовления – на основе биохимических исследований опытных партий кормов. При составлении рецептуры комбикорма используют несколько подходов:

1. Составление рецептуры на основе имеющихся вариантов, и использованием доступного кормового сырья по экономичным ценам.
2. Составление рационов с учетом пищевой потребности на основе данных химического состава сырья или переваримости сырья.

Однако после применения того или иного способа изготовления кормов в химическом составе комбикормов происходят изменения качества сырья и его доступности.

В зависимости от цели исследования можно как составлять собственные рецептуры, так и использовать уже разработанные, которые, как правило, оказывают заведомо лучший эффект.

При составлении рационов учитывают основные составляющие кормов: белок и незаменимые аминокислоты, жир и ненасыщенные жирные кислоты, углеводы, витамины, минеральные вещества и энергию.

Как правило, моноорма не могут полностью удовлетворить потребность рыб в питательных веществах, и чем больше ингредиентов в составе комбикормов, тем вероятней достижение удовлетворения потребности рыб в питательных веществах.

При этом следует учитывать особенности каждого вида кормового сырья – присутствие антипитательных факторов, наличие аттрактантов веществ или репелентных свойств, органолептические особенности. Кроме того, должны избираться способы устранения нежелательных эффектов,

посредством предварительной подготовки сырья или использования способа производства кормов, введения антиоксидантов, премиксов и других специфических добавок.

Основная балансировка комбикормов ведется по белку. Компоненты с учетом норм и ограничений ввода подбирают по содержанию сырого протеина в пределах диапазона их оптимальных и избранных доз.

При выборе компонентов основное значение придается незаменимым аминокислотам, а в стартовых комбикормах и фракционному составу водорастворимых белковых веществ.

Соотношение аминокислот в кормах должно сохранять их соотношение в идеальном белке. За идеальный белок принимают такое соотношение незаменимых аминокислот, при котором удовлетворяет потребность вида и обеспечивает его оптимальный рост. Для основных объектов аквакультуры установлены потребности в незаменимых аминокислотах и приводятся в справочной литературе. Для ориентировочных расчетов используются данные о количественном соотношении незаменимых аминокислот в икре рыб. Скор для аминокислот рассчитывается по формуле:

$$\text{Скор АК} = (\text{АК}_1/\text{АК}_2) \times 100 \quad (3.1)$$

где АК_1 – аминокислоты в кормовом белке;

АК_2 – аминокислоты в идеальном белке.

Оптимальное соотношение аминокислот в корме должно на 100 % соотношению их содержанию в идеальном белке. Превышение уровня 100% или ниже приводит к неэффективному использованию белка. В индустриальном хозяйстве допускается снижение его до 80-95%, а в прудовом – до 70-80 %. Если одна или нескольких аминокислот в корме ниже требуемого уровня то вступает в силу правило минимума, наблюдается повышенное потребление белка пропорциональное недостатку первой лимитирующей кислоты. При этом повышается синтез и отложение жира в теле рыб.

При комбинировании различных видов сырья следует помнить, что в растительных источниках наблюдается лимитирование лизина, метионина триптофана, фенилаланина и изолейцина. В животном белке – фенилаланин, гистидин. В продуктах микробиального синтеза – метионин, фенилаланин, гистидин. Эффективное использование белка в организме рыб при достаточном обеспечении его синтеза энергией за счет жиров и углеводов.

При создании стартовых кормов для личинок с короткой и средней продолжительностью эмбрионального периода (карповые, осетровые, сиговые) помимо аминокислотного состава необходимо осуществлять подбор фракционного состава белка. Личинки этих видов не способны на ранних этапах расщеплять высокобелковые молекулярные вещества рыбной муки и других продуктов животного происхождения. Для них в этот период доступна растворимая белковая фракция, которую могут предоставить продукты микробиального синтеза.

Жир и незаменимые жирные кислоты. Для рыб питательное качество жира определяется в основном составом ненасыщенных жирных кислот. Недостаточное количество их в комбикормах можно компенсировать липидными добавками растительного и рыбного происхождения. Высоконенасыщенные жирные кислоты (эйкозапентаеновая, эйкозагексаеновая, докозагексаеновая) в количестве 10-12 % от общего состава жирных кислот содержится в жирах морских рыб, арахидоновая – в жирах теплолюбивых пресноводных видов. В качестве энергетической добавки обычно используют растительные масла и животные жиры, богатые ненасыщенными жирными кислотами.

Углеводы также как и жир не балансируются, а лишь корректируются. Углеводы по своему происхождению (животные, растительные, микробиальные) различаются по структуре, химическому составу и степени доступности для рыб. Поэтому они рассматриваются лишь как источники доступной безбелковой энергии. переваримость их в зависимости от химического состава варьирует от 10- до 35%.

Одним из путей повышения их питательности является гидробаротермическая обработка. Трудногидролизуемые углеводы называемые в диетологии «пищевые волокна» в комбикормовой промышленности придают объемность концентрированным комбикормам и усиливают перистальтику кишечника. Основные источники пищевых волокон являются жмыхи и шроты. Оптимальный уровень ТГУ в комбикормах для форели составляет 2-3 %, переносимый – 10-15 %. У карпа эти показатели значительно выше.

Минеральные вещества. Удовлетворение потребности в минеральных веществах у рыб осуществляется двумя путями – алиментарно и осмотически (через жабры, слизистую рта, покровные ткани). Основное количество вводится с сырьем. Дополнительно требуется лишь введение тех элементов, которые находятся в дефиците в воде (йод, марганец, молибден, кобальт). Как правило, коррекцию недостающих микроэлементов осуществляют добавлением в корм премиксов, наиболее важно при выращивании рыб в индустриальных условиях с рециркуляционным водообменом. При подборе минеральных премиксов для рыб большое значение имеет форма солей. Хлориды и сульфаты хорошо усваиваются рыбами, но интенсивно вымываются в воде и способствуют разрушению витаминов при хранении. Карбонатные формы и окислы не содержат в своем составе воды и практически нерастворимы, и плохо усваиваются в организме.

Витамины. Набор витаминов и их количество определяется содержанием их в кормовом сырье. Однако при изготовлении кормов и их хранении часть витаминов разрушается. Особенно сильное разрушение наблюдается при экструдировании кормов. Поэтому заранее предполагается, что содержание витаминов не может удовлетворять потребности и в комбикорма для индустриального выращивания вводятся премиксы вне зависимости от используемых компонентов. Для прудовой аквакультуры благодаря присутствию естественной пищи в рационах должен содержаться пониженный уровень витаминов группы В или полностью отсутствовать.

Энергия. Потенциальная энергия формируется за счет перевариваемой части корма. Ее коррекция проводится за счет липидных добавок или используются технологии кормопроизводства повышающие питательность углеводов. Основным критерием для оптимизации энергии рационов служит сохранение оптимального соотношения протеин/энергия. Это соотношение выражается в количестве переваримого белка (мг) на 1 кДж перевариваемой энергии. Расчет проводят по формуле:

$$\text{П/Э} = \text{ПБ} / \text{ПЭ} \quad (3.2)$$

где П/Э – энерго-протеиновое соотношение

ПБ – переваримый белок в 100 г корма, мг;

ПЭ – перевариваемая энергия в 100 г корма, кДж;

Для карпа при условии аминокислотной сбалансированности комбикормов П/Э находится в пределах 19-24 мг переваримого белка на 1 кДж перевариваемой энергии. Для молоди лососевых оптимальные соотношения в кормах от 19 до 25 мг, для старших возрастных групп 21-23 мг, для молоди канального сома – 24-30 мг переваримого белка на 1 кДж.

При создании рецептуры комбикормов надо учитывать, что эффективность различных источников энергии в кормлении рыб зависит от особенности биологии вида и температурных условий выращивания. В питании холодноводных рыб основной источник энергии – липиды, триацилглицерины и белки. Углеводы не играют существенной роли, как у тепловодных видов, у которых белки и углеводы корма дают почти равное количество перевариваемой энергии, а жиры – меньше в 2-3 раза.

Способы расчета состава рецептов комбикормов. Расчет рецептов строится на основе табличных данных химического состава сырья, а также сведений о переваримости главных компонентов и наличии в доступной форме незаменимых аминокислот и жирных кислот, фосфора и других элементов. Подбор компонентов и балансировка состава рецептур можно проводить путем подсчета доли всех питательных веществ в планируемом

наборе сырья вручную или с помощью компьютера. Количество питательного вещества, вводимого с определенным компонентом, рассчитывают по формуле:

$$V_s = V_{1...n} \times K_{1...n} / 100 \quad (3.3)$$

где V_s – количество питательного вещества в объеме вносимом в корм, кг;

$V_{1...n}$ – содержание питательного вещества в компоненте, кг;

$K_{1...n}$ – процент внесения компонента в корм, %.

Общее количество вещества выражается как сумма питательных веществ:

$$\Sigma = V_s^1 + V_s^2 + V_s^3 + V_s^4 + V_s^5 + \dots + V_s^n \quad (3.4)$$

где Σ – сумма питательного вещества всех компонентов корма, кг

V_s – содержание питательного вещества в каждом компоненте, %

Для более точной балансировки кормов ведут определения доступной для рыб доли питательного вещества из всех вносимых компонентов, вводя в формулу коэффициенты переваримости ($A_{1...n}$):

$$\Sigma = 1/100 \times [(V_s^1 \times A_2) + (V_s^2 \times A_3) + (V_s^3 \times A_4) + \dots + (V_s^n \times A_1)] \quad (3.5)$$

Также все расчеты проводят с использованием различных программ.

Литература [7].

Вопросы для самоконтроля:

1. Что общего в питании гидробионтов различающихся по типу питания?
2. Что такое комбикорм?
3. Назовите основное требование к составлению рецептур комбикормов?
4. Для чего предназначены стартовые комбикорма?
5. Для чего предназначены производственные корма?
6. Какие знания нужны для создания сбалансированных кормов?
7. Какие существуют подходы для составления рецептур?
8. Как проводится основная балансировка комбикормов ?
9. Как рассчитываются рецептуры комбикормов?

3.2 Технологические способы изготовления комбикормов

Представлены технологические способы изготовления комбикормов. Описаны способы предварительной обработки кормового сырья, принципиальная технологическая схема производства комбикормов для рыб и технологии сухого прессования (гранулирования), экструдирования и экспандирования.

Особенности строения пищеварительного аппарата рыб, форма и размеры рта, видовой и возрастной характер их питания определяют требования к структуре, консистенции комбикорма и размерами их частиц. Личинки всех видов рыб питаются в толще воды мелким зоопланктоном в толще воды. Соответственно для личинок частицы комбикорма, помимо соответствия размерам ротового отверстия глотки, должны иметь хорошую плавучесть, медленно опускаться на дно и быть защищенными от экстракции в воде. Подростая молодь и взрослые пелагические хищники с порционным питанием, способны заглатывать корм с поверхности и в толще воды. Для них комбикорм должен иметь овальную шарообразную форму не очень твердую консистенцию и быть как тонущим, так и плавучим медленно погружаться, чтобы рыбы могли взять корм в толще воды. Осетровые – придонные хищники и бентосояды, медленно подбирают пищу со дна. Для осетровых рыб корм должен тонущем. Корма должны обладать достаточной водостойкостью, которая препятствует механическому размыванию корма и экстракции питательных веществ в воде, способствовать сохранению формы гранул в процессе набухания. Карп – бентосоядная рыба, с выдвигаемым сосущим ртом и глоточными зубами, дробящими и перетирающими пищу. Крупные объекты ему приходится неоднократно дробить, выплевывая и подбирая вновь, и толь после этого проглатывать. Для бентосоядных рыб корм должен быть тонущим с высокой водостойкостью. Такое различие в способе захвата пищи требует различных подходов к созданию кормов для различных видов рыб.

Современное кормопроизводство характеризуется достаточно широким спектром способов технологической обработки кормового сырья и изготовления готовой продукции, которые включают сложные ступени обработки сырья – механическую, термическую, гидротермическую и гидробарическую. В разной степени эти технологии воздействуют на физико-термическую структуру и качество сырья. С одной стороны – повышается растворимость корма за счет разрушения клеточных оболочек, изменение структуры крахмала, разрушения токсинов, с другой – разрушение белков и аминокислот, витаминов, окисление липидов. Поэтому **основное требование к технологии** изготовления кормов – технология **не должна снижать питательности кормов.**

Кормовое сырье растительного происхождения зачастую содержит структурные соединения, вызывающие токсические эффекты, ядовитые вещества, образуемые микрофлорой при неправильном хранении. К структурным ядам и антипитательным факторам относятся ингибиторы протеолитических ферментов бобовых и ингибиторы амилаз злаковых, танины сорго, алкалоиды люпина и другие вещества.

Поэтому по современным представлениям, предварительная подготовка сырья перед включением в комбикорма должна быть направлена на повышение питательности растительного сырья. Это должно происходить за счет превращения сложных высокомолекулярных веществ в более простые, легкоусвояемые.

Для обеспечения полноценности, питательности и безопасности кормов требуется специальная обработка сырья и обеспечение доступности кормов гидробионтам. Существующие способы специальной обработки сырья группируются по трем главным видам – термические, гидротермические и термомеханические (гранулирование, экструдирование, экспандирование).

Термическая обработка осуществляется конвективным, кондуктивным методами и тостированием. Принцип *конвективного* метода и заключается в обработке сырья сухим горячим воздухом при температуре

200-300°C. Принцип *кондуктивного* – поджаривание зернового сырья на нагретой металлической поверхности. При всех температурных режимах снижается растворимость белков. При *топтингования* обработка сырья, преимущественно шротов осуществляется горячим воздухом или сухим паром. Применяется для подавления анти питательных факторов (ингибиторов ферментов, ядовитых алкалоидов). Получаемый положительный результат этих способов – повышение переваримости углеводов, разрушение антипитательных факторов отрицательный – снижение переваримости протеина.

Гидротермическая обработка включает флакирование и микронизацию. Принцип **флакирования** заключается в механическом сдавливании сырья после предварительного пропаривания, приводящее к образованию хлопьев. Эффект гидротермической обработки достигается благодаря воздействию воды и тепла пара. Под воздействием механического тепла влага переходит в пар и под его давлением зерно вспучивается, происходит разрыв оболочек крахмальных зерен и идее клейстеризация крахмала. При этом протеин подвергается минимальному разрушению.

Принцип *микронизации* заключается в воздействии инфракрасного излучения на сырье. Этот способ дает наилучший результат применительно к зерну злаков и соевым бобам. Лучи проникают в зерно, вызывают вибрацию молекул и при трении выделяется тепло. В течение нескольких секунд зерно становится мягким, разбухает и растрескивается. После вспучивания и пластификации его подвергают плющению. При этом изменяются физические и химические свойства зерна и его питательность.

Принципиальная технологическая схема производства комбикормов для рыб включает следующие основные стадии:

- подача кормового сырья от мест складирования в рабочую зону;
- очистка сырья от посторонних примесей;
- дозирование и смешивание компонентов;
- измельчение кормовой смеси;

- изготовление комбикормов;
- охлаждение (сушка);
- орошение кормов липидными добавками;
- крошение и рассеивание крупок (для линии стартовых кормов);
- расфасовка и упаковка готовой продукции;
- размещение на складе и отгрузка комбикормов.

Технология сухого прессования (гранулирования). Сущность метода гранулирования заключается в обработке рассыпной кормосмеси сухим паром и продавливанием ее через матрицу пресс – гранулятора (рисунок 3.1) при повышенных температуре и давлении с последующим охлаждением образовавшихся гранул до комнатной температуры в охлаждающих колонке.

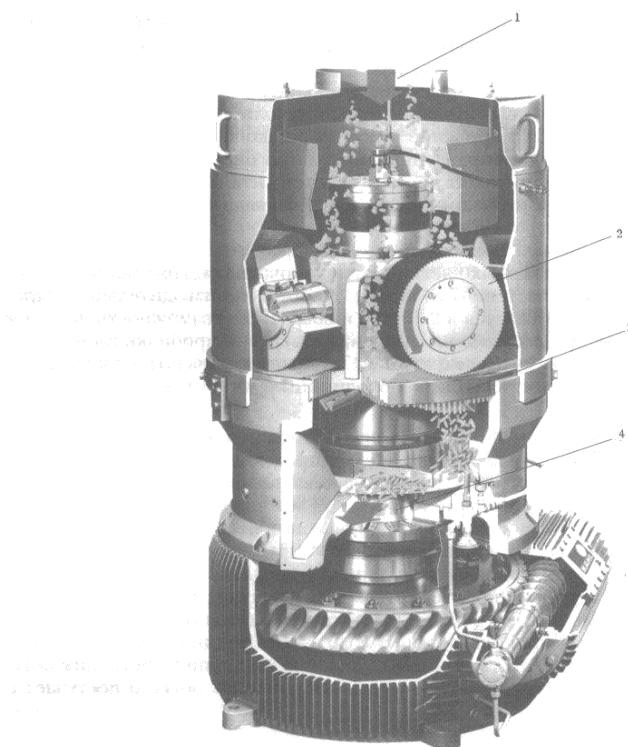


Рисунок 3.1 – Схема пресс-гранулятора [7]:

1.– загрузка кормосмеси; 2 – ролик; 3 – матрица; 4 – выбор готового продукта

Гранулы имеют цилиндрическую форму. В зависимости от вида и возраста рыб их диаметр изменяется обычно от 2 до 8 мм и более. Длина, как правило, в 1,5-2,0 раза превышает диаметр.

Технология экструдирования. В пресс-экструдерах под воздействием высокого давления и температуры происходят структурно-механические и химические преобразования продукта, что повышает степень усвоения животными питательных веществ, улучшает санитарно-гигиенические, диетические и вкусовые свойства. К преимуществам экструзии относится возможность обработки любого сырья индивидуально или в различных композициях. По сравнению с другими способами влаготепловой обработки экструзия дает более ощутимое повышение питательности исходного сырья, в основном углеводов. Особенно это технология эффективна для комбикормов с высоким уровнем зерновых, сои, жмыхов и шротов.

Отличительной особенностью конструкции экструдера от гранулятора является наличие вращающегося шнека перемещающего кормовую смесь. Процесс экструзии разделяют на следующие технологические зоны – загрузка, сжатие, гомогенизация, экструзия. На рисунке 3.2 представлена схема вращающегося шнека в экструдере.

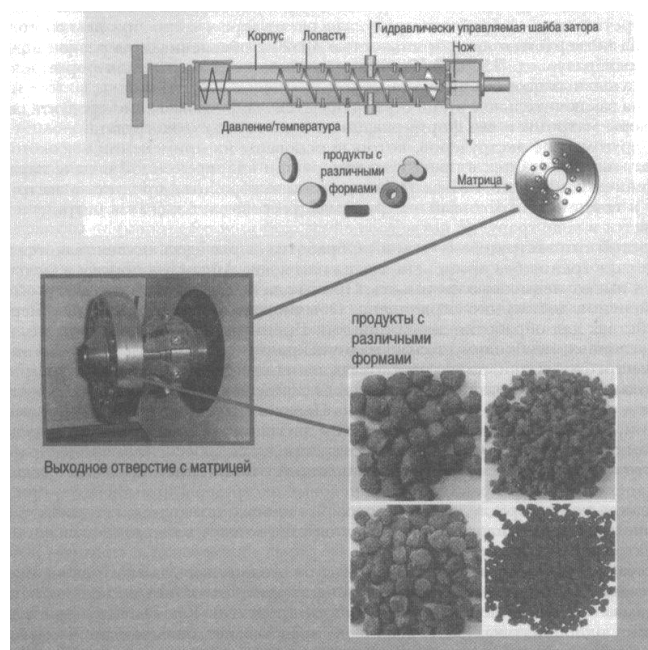


Рисунок 3.2 – Схема вращающегося шнека в экструдере [7].

Высокоэластичное состояние комбикорм приобретает в зоне сжатия. Здесь происходит разрушение структуры клеток. В зоне гомогенизации комбикорм приобретает вязко-текучее состояние. В зоне экструзии

происходит вспучивание комбикорма, резкое увеличение его объема и формирование пористой структуры. С помощью экструдеров можно вырабатывать корма как плавающие, так и тонущие с различной скоростью. Общий вид экструдера представлен на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Схема общего вида экструдера

Технологическая схема процесса экструдирования представлена на рисунке 3.4.

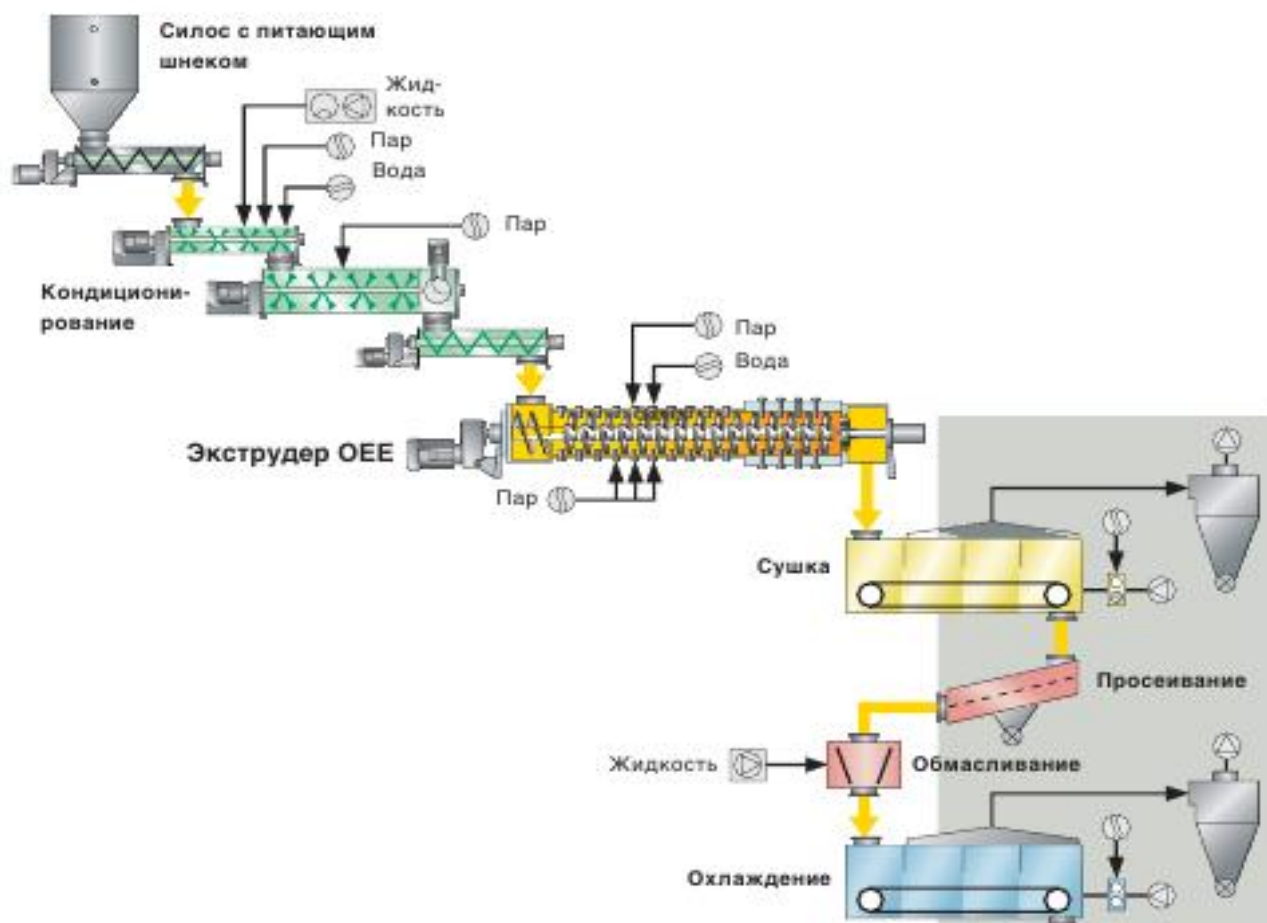


Рисунок 3.4 – Схема технологического процесса экструдирования

Недостатком экструзии является разрушение витаминов и снижение питательных свойств комбикормов.

Технология экспандирования включает в себя процесс воздействия влагой, давлением и температурой. Увеличение объема происходит благодаря резкому перепаду давления. В отличие от экструдера на экспандере вырабатывается рассыпной продукт, который в дальнейшем гранулируется.

Под воздействием тепла, влаги и давления в зерновых происходит декстринизация крахмала, разрушение клеточных стенок. На выходе из экспандера из-за перепада давления зерно взрывается и становится более доступным для действия пищеварительных ферментов.

Экспандер предназначен для термодинамической обработки рассыпных продуктов, таких как рассыпной комбикорм, измельченные

соевые бобы, жмых, шроты. Принцип действия экспандера аналогичен экструдеру, но отличается выпрессовыванием полученной смеси через автоматически регулируемое кольцевое сопло вместо проталкивания сквозь матрицу с фиксированной площадью отверстий (фильер). На рисунке 3.5 представлен внешний вид вращающего шнека в экспандере.

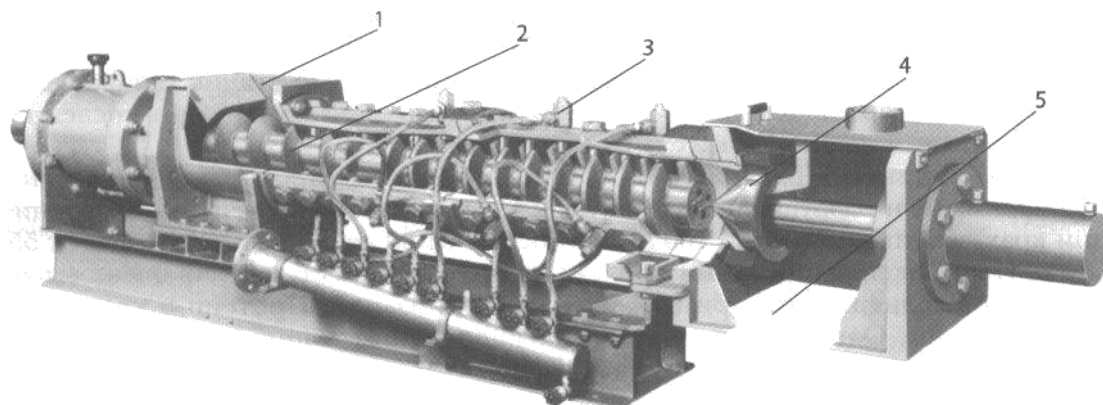


Рисунок 3.5 – Внешний вид вращающего шнека в экспандере
1 - загрузка кормосмеси; 2- шнек; 3- подача пара; 4- конус (шток);
5 – выбой готового продукта [7].

Экспандирование кормового сырья осуществляется при повышенной до 35% влажности против 27% при экструдировании. Выходной продукт при такой обработке обеспечивает сохранность витаминов, аминокислот и других биологически активных веществ. Основные преимущества экспандеров — широкий выбор рецептов, повышенная производительность, меньшая энергоемкость — 10...40 против 60...150 кВт·ч/т при экструдировании, более долгий срок службы рабочих органов, возможность использования в корме большого количества жидких компонентов. Как и при экструдировании, полностью уничтожаются колиобразные бактерии и сальмонелла, кишечная палочка, плесневый грибок, однако глубина структурных преобразований

питательных веществ несколько ниже. Процесс уплотнения корма в экспандере можно разделить на четыре зоны (рисунок 3.6):

- 1-я – перемешивание, перемещение кормовой смеси вдоль шнека и начала уплотнения; (в нее подается рассыпная смесь из бункера накопителя дозирующим шнеком);

- 2-я – нарастание давления, прессование и разрушение частиц; (Здесь происходит предварительное кондиционирование с помощью пара в смесителе-кондиционере при температуре 80-90°C и влажности 18 %, время кондиционирования до 2 минут);

- 3-я – дальнейшее повышение давления, температуры и перехода корма в вязкопластичное состояние; (гидробарическая обработка комбикорма при температуре 100-140 °С, давлении 20-40 бар, влажности 18-20 %);

- 4-я – продавливание массы через отверстия выходной головки машины.

Далее корм подвергается:

- измельчению в структураторе для получения однородного продукта;
- прессованию в грануляторе при стандартных параметрах;
- охлаждению гранулированного или рассыпного корма, снижение влажности до 10-12 %.

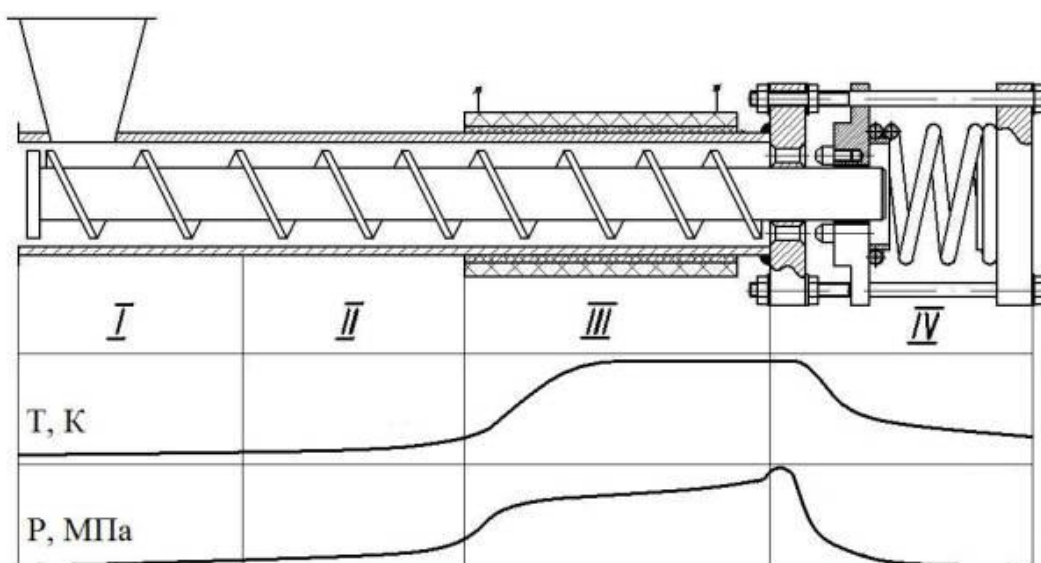


Рисунок 3.6 – Зоны уплотнения корма в экспандере и изменение физических свойств реологического сырья при движении в рабочем органе [7].

Рациональные технологические параметры работы экструзионных машин варьируются в широком интервале и зависят от вида и соотношения компонентов, конструктивных особенностей рабочих органов, требований к качеству конечного продукта.

Эффективность рабочего процесса экспандера зависит от геометрических форм и размеров прессовальной камеры (шнека и поверхности корпуса), физико-механических свойств материала и кинематических режимов работы.

Экспандированный структурированный корм может быть получен из любого монокомпонента или зерновой культуры, белкового концентрата, или готового к употреблению корма. Этот вид может заменять следующие кормовые продукты:

- обычный рассыпной корм,
- гранулированный,
- крупку.

Преимущества данной технологии:

- низкий уровень пыления;
- длительный срок хранения;
- сохранение свойств продукта при транспортировке.

Литература [7].

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие существуют способы технологической обработки кормового сырья и изготовления готовой продукции?
2. Назовите преимущества и недостатки существующих методов обработки сырья.
3. Опишите сущность метода гранулирования кормов
4. Опишите сущность метода экструдирования кормов
5. Приведите отличительные особенности экспандирования кормов.

3.3 Показатели качества кормов

Приводятся методы определения качества гранулированных кормов органолептические, химические, токсикологические

Комбикорм для выращивания рыбы, особенно, стартовые, поступающие с комбикормовых предприятий, а также после определенного срока хранения должны быть доброкачественными. От доброкачественности скармливаемых комбикормов и кормосмесей зависит рыбопродуктивность.

При приобретении корма необходимо знать:

- какие компоненты входят в состав кормов,
- химический состав кормов,
- аминокислотный состав и соотношение незаменимых аминокислот (Скор),
- биологически активные вещества и незаменимые жирные кислоты,
- энергетическая ценность комбикорма,
- агрегатное состояние кормов.

Зная химический состав комбикормов можно определить их питательность, энергетическую ценность.

Целью контроля качества комбикормов является определение их доброкачественности химическими и микробиологическими методами по следующим направлениям:

- органолептическая оценка кормов (внешний вид, цвет, запах и вкус);
- химический анализ состава кормов;
- токсикологическое обследование.

Органолептическая оценка. Изменение цвета и внешней фактуры корма может означать различать различную степень порчи продукта. Доброкачественное сырье не должно иметь никаких несвойственных ему запахов. Появление запах плесени означает начало порчи поверхностных слоев продукта в результате поражения их, прежде всего, плесневыми грибами. *Затхлый* запах сопровождает порчу более глубоких его слоев в

результате развития наряду с плесневыми грибами различных микроорганизмов. *Гнилостный* запах свидетельствует о уже длительном микробиологическом разложении продукта, которое сопровождается его самосогреванием и прогорканием. Вкус определяют обычно, когда по запаху трудно установить свежесть продукта. Для каждого вида сырья и комбикормов эти показатели стандартизированы, что отражено в соответствующих нормативных документах.

Корм содержит основные группы веществ, которые в его составе выражаются в процентах к навеске корма или в граммах на 1 кг корма:

$$100 = \text{ОВ} + \text{СП} + \text{СЖ} + \text{БЭВ} + \text{СК} + \text{СЗ} \quad (3.6)$$

где ОВ – общая влага;

СП – сырой протеин;

СЖ – сырой жир;

БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества;

СК – сырая клетчатка;

СЗ – сырая зола.

Химический анализ состава кормов. Химический состав комбикормов дается на основании зоотехнического анализа согласно общепринятой классификации по следующим группам веществ:

- вода,
- сырой протеин (N x 6,25),
- сырой жир (эфирный экстракт),
- зола,
- сырая клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества.

Сумма всех этих групп должна составлять 100 %.

Первые 4 показателя определяются гравиметрическим и химическим путем по стандартным методикам. Безазотистые экстрактивные вещества можно рассчитать по разности.

Определение **воды** основано на гравиметрическом определении свободной воды высушиванием пробы корма или биологического образца при температуре 105 °С.

Определение **сырого протеина** в кормах основано на минерализации его навески в присутствии концентрированной серной кислоты, в результате которого органические вещества окисляются, а выделяющийся аммиак связывается серной кислотой. Затем количество аммиака определяют колориметрическим методом с использованием реактива Несслера и умножают полученный результат на коэффициент 6,25.

Определение **сырого жира** основано на растворимости жиров в различных органических растворителях и количественном определении экстрагированного жира.

Определение **сырой клетчатки** основано на экстракции сахаром растворителями, кислотном гидролизе легкорастворимых углеводов и гравиметрическом определении. Сумма сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ представляет собой общие углеводы.

Определение **золы** также основано на гравиметрическом определении неорганического остатка биологического образца, полученного в результате его озоления при температуре 550 °С.

Аминокислотный состав и соотношение незаменимых аминокислот определяется на основании данных аминокислотного состава кормов, определяемого на аминокислотном анализаторе. Помимо количественного перечисления аминокислот важно знать:

- количественное содержание незаменимых аминокислот, особенно лимитирующих – лизина, триптофана, метионина и суммы серосодержащих – метионина, цистина, цистиина, а также тирозина,

- аминокислотный химический скор аминокислот – отношение содержания каждой незаменимой аминокислоты в корме к содержанию этой же аминокислоты в идеальном белке или в стандартном белке в процентах.

Биологически активные вещества и незаменимые жирные кислоты определяются соответствующими химическими методами, либо их содержание пересчитывают, используя данные их содержания в премиксах на объем корма. Из биологически активных веществ обязательно надо знать уровень всех витаминов и основных макро- и микроэлементов в кормах. Жирнокислотный состав кормов определяется на анализаторе. Из общего состава жирных кислот рассчитываются суммарные количества насыщенные, моновенасыщенные, полиненасыщенные, $\Sigma\omega 6$, $\Sigma\omega 3$, соотношение незаменимых аминокислот.

Определение валового содержания энергии комбикормов. Энергетическую оценку корма дают по содержанию в нем валовой энергии, которая представляет собой потенциальную энергию всех входящих в его состав питательных веществ. Валовую энергию определяют двумя способами:

- сжиганием корма в калориметрической бомбе;
- расчетным методом путем суммирования средних показателей теплоты сгорания трех содержащих энергию компонентов (углеводы – 17,17 кДж/г, липиды – 39,57 кДж/г, протеин – 23,66 кДж/г).

Расчет калорийности по химическому составу проводится по следующим формулам:

$$\text{Калорийность} = (5,65 \times \text{Б} + 4,10 \times \text{У} + 9,45 \times \text{Ж}) / 100 = \text{ккал/г} \quad (3.7)$$

$$\text{Калорийность} = (23,66 \times \text{Б} + 17,17 \times \text{У} + 39,57 \times \text{Ж}) / 100 = \text{кДж/г} \quad (3.8)$$

где Б – белки;

У – углеводы;

Ж – жир.

Токсикологическое обследование кормов и компонентов.
Источником токсичности кормов может быть:

- семена шрот клещивины, сои, горчицы, рапса, хлопчатника. При введении таких компонентов их необходимо прогревать для уничтожения ядовитых веществ;

- плесневые грибы, гнилостные бактерии и микотоксины (афлотоксины и другие), которые вызывают алиментарные заболевания;

- агрохимикаты, которые применяются в растениеводстве как удобрения, средства защиты;

- высокий уровень продуктов небелкового азота, нитратов и нитритов, пестицидов.

- продукты окисления ненасыщенных жирных кислот, образующиеся в течении хранения;

Первые 3 группы проверяются в специализированных лабораториях. Степень окисления жирных кислот определяется регулярно при хранении кормов по следующим показателям:

- кислотное число жира определяет степень гидролиза жира;

- перекисное число определяет степень окисления жировой фракции – ненасыщенных жирных кислот.

Допустимые нормы перекисного числа жира в комбикормах для рыб должно быть не более 0,3 % йода, а кислотное число – не превышать 50 мг КОН в продукционных кормах и 30 мг КОН – в стартовых.

Агрегатное (физическое) состояние кормов.

Под агрегатным состоянием кормов понимают тип кормов и способ их приготовления.

Комбикорма имеют следующее агрегатное состояние:

- рассыпные с последующим замешиванием на воде или растворах связывающих веществ,

- гранулы сухого прессования,

- гранулы сухого прессования с введением связывающих веществ,

- гранулы влажного прессования,

- инкапсулированные частицы,
- экструдированные корма,
- экспандированные корма.

Литература [1, 7].

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие показатели надо знать при покупке кормов?
2. Какие применяются методы определения доброкачественности кормов?
3. Какие показатели включает химический анализ кормов и как они определяются?
4. По каким органолептическим показателям определяется качество кормов?
5. Как определяется валовое содержание энергии?
6. Для чего проводят токсикологический анализ кормов?
7. Что такое агрегатное состояние кормов?

3.4 Показатели питательности кормов

Приводятся основные показатели питательности кормов и формулы их расчета.

Переваримые вещества. Питательность кормов определяется степенью переваримости корма, которая определяется соответствием питательных веществ виду и возрасту объектов выращивания. К переваримым веществам относят то количество питательных веществ корма, которое расщепилось и всосалось в пищеварительном тракте гидробионтов. Понятие об их количестве дают показатели «видимой» и «истинной» переваримости.

Показатель (коэффициент) «**видимой**» переваримости представляет собой разность между количеством питательных веществ в корме и экскрементах, отнесенную к потребленному корму и выраженную в процентах.

$$K_{\text{вп}} = \frac{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}} - P_{\text{э}} \times C_{\text{э}}}{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}}} \times 100\% \quad (3.9)$$

где $K_{\text{вп}}$ – показатель «видимой» переваримости, %;

$P_{\text{к}}, P_{\text{э}}$ – содержание питательных веществ в корме и экскрементах, %;

$C_{\text{к}}, C_{\text{э}}$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г.

Применение термина видимая переваримость связано с тем, что экскременты, помимо непереваренных остатков корма содержат микрофлору, пищеварительные секреты, ферменты, эндогенные выделения, слущивающийся эпителий кишечника, которые занижают действительную переваримость. Для определения показателей видимой переваримости у рыб обычно применяют два метода:

- балансовый – прямой учет количества съеденной пищи и выделенных экскрементов,

- индикаторный, который предусматривает введение в корм непереваримых инертных веществ.

При индикаторном методе расчеты ведут по формуле:

$$K_{\text{вп}} = 100 - \frac{P_2}{P_k} \times \frac{I_k}{I_2} \times 100\% \quad (3.10)$$

где $K_{\text{вп}}$ – показатель «видимой» переваримости, %;

P_k, P_2 – содержание питательных веществ в корме и экскрементах, %;

I_k, I_2 – содержание инертного вещества в корме и экскрементах, %.

Показатель «истинной» переваримости находят по разности между количеством питательных веществ, потребляемых с кормом, и выделенных с экскрементами, из которых, также вычитают эндогенные вещества, поступающие в пищеварительный тракт:

$$K_{\text{ип}} = \frac{P_k \times C_k - (P_2 \times C_2 - O_{\text{эф}} \times C_k)}{P_k \times C_k} \times 100\% \quad (3.11)$$

где $K_{\text{ип}}$ – показатель «истинной» переваримости, %;

P_k, P_2 – содержание питательных веществ в корме и экскрементах, %;

C_k, C_2 – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г;

$O_{\text{эф}}$ – фракция эндогенных веществ, % от съеденного корма.

Таким образом, величина истинной переваримости больше видимой.

Однако для оценки питательности корма показатель видимой переваримости более объективен, так как помимо учета количества непереваренных веществ, он отражает общую реакцию организма на специфические особенности корма, то есть учитывает изменения в интенсивности секреции пищеварительных соков и ферментов, выделении продуктов обмена, интенсивности отторжения кишечного эпителия и

развития микрофлоры. Следовательно, величина видимой переваримости является выражением конечных результатов процессов расщепления, всасывания и обмена, происходящих в пищеварительной системе и организме в целом. Для соединений, которые не подвергаются в пищеварительном тракте расщеплению, а всасываются в неизменном виде (аминокислоты, жирные кислоты, минеральные вещества, витамины), термин «переваримость» заменяется термином «доступность». По приведенным формулам можно рассчитать переваримость сухого вещества корма или сумму переваримых питательных веществ, переваримость сырого протеина и доступность аминокислот, сырого жира с детализацией переваримости отдельных фракций липидов, различных групп углеводов, зольных элементов и других веществ, входящих в состав корма.

К усвоенным веществам относят переварившиеся и всосавшиеся вещества за вычетом той части корма, которая подверглась лишь частичному превращению и в недоокисленном виде выделилась через почки и жабры. Для определения количества усвоенных веществ оперируют также показателями «видимого» и «истинного» усвоения. Показатели «видимого» усвоения рассчитывают по формуле:

$$K_{\text{в}} = \frac{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}} - P_{\text{э}} \times C_{\text{э}} - M \times C_{\text{к}} - Ж \times C_{\text{к}}}{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}}} \times 100\% \quad (3.12)$$

где $K_{\text{в}}$ – показатель видимого усвоения корма, %;

$P_{\text{к}}, P_{\text{э}}$ – содержание питательных веществ в корме и экскрементах, %;

$C_{\text{к}}, C_{\text{э}}$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г;

$Ж, M$ – фракции недоокисленных питательных веществ, выделенных через жабры и почки, % от съеденного корма.

Показатель видимого усвоения может быть рассчитан для азотсодержащей, углеродной и минеральной частей корма, энергии и сухого

вещества. По зоотехнической терминологии показатель видимого усвоения энергии характеризует обменную энергию, а показатель видимого усвоения азота – видимую биологическую ценность протеина или видимую утилизацию чистого белка. Показатель «**истинного**» усвоения рассчитывают по формуле:

$$K_{\text{иу}} = \frac{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}} - (P_{\text{э}} \times C_{\text{э}} - O_{\text{эф}} \times C_{\text{к}}) - (M \times C_{\text{к}} - O_{\text{мф}} \times C_{\text{к}}) - (Ж \times C_{\text{к}} - O_{\text{жф}} \times C_{\text{к}})}{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}}} \times 100\% \quad (3.13)$$

где $K_{\text{иу}}$ – показатель «истинного» усвоения, %;

$P_{\text{к}}, P_{\text{э}}$ – содержание питательных веществ в корме и экскрементах, %;

$C_{\text{к}}, C_{\text{э}}$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г;

$Ж, М$ – фракции недоокисленных питательных веществ, выделенных через жабры и почки, % от съеденного корма;

$O_{\text{эф}}, O_{\text{мф}}, O_{\text{жф}}$ – обменные фракции эндогенных веществ, мочи и жаберных выделений, % от съеденного корма.

Для разделения и количественного сбора экскрементов, мочи и жаберных выделений рыб метаболические камеры, в которых ведется контроль водной среды и фиксируются продукты обмена рыб. Определение усвоения питательных веществ у рыб можно проводить с использованием балансового метода, если известно количество потребляемого рыбами корма. В этом случае нет необходимости разделять неусвоенные питательные вещества, выделяемые рыбой через пищеварительный тракт, почки и жабры. Их можно определять при проведении опытов в непроточных или слабопроточных аквариумах, собирая вместе выделения за определенный промежуток. Определение истинной переваримости и истинного усвоения у рыб методически трудновыполнимо в связи со сложностями вычисления обменной фракции экскрементов, мочи и жаберных выделений.

В практике кормопроизводства зачастую приходится заменять одни компоненты кормов другими. В этой связи важным является сравнительная

оценка их переваримости. Питательную ценность корма можно оценивать по ее обменной энергии (физиологическая калорийность), которая рассчитывается по основным элементам (сырой протеин, сырой жир, углеводы) и их переваримости с дальнейшим пересчетом на энергетические единицы. Расчет переваримой части элементов питания в каждом компоненте производится по формуле:

$$P = A \times B \times C / 1000 \quad (3.14)$$

где P – количество переваримого протеина, углеводов или жира в компоненте, г (кг);

A – количество компонента в корме, %;

B – количество протеина, углеводов, жира в компоненте, %;

C – переваримость протеина, углеводов, жира компонентов, %.

Далее полученные данные по каждому компоненту суммируют и получают количество переваримого протеина, углеводов или жира в комбикорме. Суммарное количество переваримого протеина, углеводов или жира в комбикорме умножают на соответствующие энергетические коэффициенты и вновь суммируют. Полученную физиологическую калорийность базового варианта корма сравнивают с новым.

Литература [1, 7]

Вопросы самоконтроля:

1. Как рассчитывается «видимая» переваримость?
2. Как рассчитывается «истинная» переваримость?
3. Как рассчитывают показатель видимого усвоения?
4. Как рассчитывают показатель истинного усвоения?
5. Как оценить питательную ценность корма?
6. Как проводится расчет переваримой части элементов питания в каждом компоненте?

РАЗДЕЛ 4 КОРМЛЕНИЕ КАРПА

4.1 Основные принципы кормления карпа

Представлены основные принципы кормления объектов аквакультуры, в том числе карпа искусственными комбикормами при различных способах выращивания с учетом их физиологических особенностей на различных стадиях онтогенеза.

Суточный рацион взрослой половозрелой рыбы рассчитывается по уравнению баланса энергии по формуле 4.1, для молоди рыб по формуле 4.2:

$$C = R + P + P_q + F \quad (4.1)$$

$$C = R + P + F \quad (4.2)$$

где C – суточный рацион рыбы, (Дж, г);

R – энергия, идущая на функциональный обмен, (Дж, г);

P – энергия, идущая на прирост массы тела, (Дж, г);

P_q – энергия, идущая на генеративный обмен у половозрелых особей (Дж,г);

F – неусвоенная часть потребленной пищи.

В основном суточный рацион рыб рассчитывают по кормовым таблицам. Если калорийность корма не соответствует, то суточная норма может быть скорректирована. При низкой калорийности комбикорма суточную норму увеличивают, при высокой – снижают относительно величин указанных в таблицах. Чтобы правильно распределить корм в течение вегетационного применяют следующую структуру расхода кормов по месяцам: выраженную в процентах общего количества корма: май – 5 %, июнь – 25 %, июль – 30 %, август – 35 %, сентябрь – 5 %. Количество кормовых мест для кормления рыбы определяют путем деления общего осеннего выхода рыб на среднее число рыб, рассчитываемых на одно кормовое место.

Литература [3].

Вопросы для самоконтроля:

1. Как рассчитывается суточный рацион для разновозрастных рыб?
2. Как распределяется корм в течение вегетационного периода?

4.2 Породы карпа применительно к рыбоводным зонам России

Приводится описание основных пород карпа выращиваемых в отечественном товарном рыбоводстве в различных рыбоводных зонах России. Дается их биологическая характеристика.

Карп – один из самых распространенных объектов товарного рыбоводства в прудовых хозяйствах России, других стран Центральной и Западной Европы, в Юго-Восточной Азии. Это объясняется его высокими пищевыми качествами, освоенной технологией воспроизводства и выращивания. Разводимый в Западной Европе с давних времен карп имеет несколько различных пород. Культурные породы его выведены путем одомашнивания сазана. Различают три главных породы культурного карпа

Чешуйчатый карп имеет сплошной покров. Чешуя расположена правильными черепицеобразными (как у сазана) рядами.

Зеркальный карп частично покрыт чешуей с беспорядочным распределением ее по телу, часто крупных размеров напоминающих зеркало.

Голый карп покрыт редкими чешуйками (почти лишен их), которые располагаются в хвостовой части вдоль спины и около жаберной части.

Наиболее распространена культура **чешуйчатого карпа**.
Отличительные особенности:

- высокий темп роста и интенсивное жиронакопление в тканях,
- большей выносливостью, по сравнению с двумя другими культурными породами карпов,

Чешуйчатый обыкновенный карп имеет широкое тело с четко выраженным переходом от головы к спине. Достигает 30-40 кг. Имеет большое сходство с сазаном, но менее прихотливый к условиям обитания, вынослив и более плодовит.

Ропшинский карп создан путем скрещивания галисийского зеркального карпа с амурским сазаном. Селекция поводилась на повышение холодо- и зимостойкости, особенно на первом году выращивания. Покров сплошной, чешуйчатый тело прогонистое. Рыбы приспособлены к

размножению и росту в условиях продолжительной зимовки и прохладного лета. Высокая выживаемость молоди.

Отличительные особенности:

- устойчивость к дефициту кислорода и резкому перепаду температуры,
- устойчивость к краснухе, воспалению плавательного пузыря и паразитарным заболеваниям.

Порода районирована для прудовых хозяйств I и II зоны прудового рыбоводства.

Чешуйчатый парский карп получен в результате гибридизации гибридов карпов с амурским сазаном.

Характеризуется повышенной плодовитостью (рабочая плодовитость до 1200 тыс. икринок).

Порода районирована для Центрального и Черноземного экономического района (II- IV зоны рыбоводства).

Ангелинский чешуйчатый карп получен путем скрещивания самок рамчатого карпа с самцами ропшинского чешуйчатого карпа.

Особенностью породы является повышенная резистентность к инфекционным заболеваниям, в основном к краснухе.

Порода районирована для зоны Северного Кавказа, являющегося очагом этого заболевания.

Татайский карп – одна из старейших пород Венгрии. Отличается высокой жизнестойкостью, небольшой жирностью хорошими вкусовыми качествами. Хорошо растет в IV- VI зонах рыбоводства

Череповецкий чешуйчатый и **Череповецкий рамчатый** карпы созданы для выращивания в условиях тепловодных садковых хозяйств. Имеют высокий темп роста и созревания. Половозрелыми самцы становятся в 2 года, самки – в 3 года. Способны многократно давать качественное потомство в течение одного сезона. Обладают повышенной устойчивостью к воспалению плавательного пузыря и паразитарным заболеваниям.

Чешуйчатый парский карп создан путем скрещивания беспородного карпа с амурским сазаном. Обладает хорошей зимостойкостью, высоким темпом роста и плодовитостью.

Зеркальный парский карп получен в результате скрещивания украинского рамчатого карпа с чешуйчатым парским карпом. Породы районированы для II- IV зоны рыбоводства.

Порода **«Алтайский зеркальный»** получена после длительной акклиматизации карпов галисийского происхождения в Алтайском крае. Селекция была направлена на повышенный рост, низкие кормовые затраты, высокую плодовитость в условиях резко континентального климата с коротким летом и суровой продолжительной зимой. Порода районирована для прудовых хозяйств I и II зоны прудового рыбоводства.

Ангелинский зеркальный карп получен в результате скрещивания рамчатого ропшинского карпов. Покров разбросанный, чешуйчатый, устойчив в аэромонозу и весенней виремии. Порода районирована для зоны Северного Кавказа, являющегося очагом этих заболеваний.

Также выращивают Украинского рамчатого и чешуйчатого карпа.

Карпа выращивают:

- в прудах на естественной кормовой базе с плотностью посадки до 500 шт./га;
- в прудах на естественной кормовой базе с применением комбикормов 3-5 тыс. шт./га;
- в тепловодных хозяйствах индустриального типа с высокой плотностью посадки до 3000 тыс. шт./га на искусственных кормах.

При пастбищном выращивании в качестве пищи карпом используется естественная пища. Естественная пища – это пища свойственная рыбам пища в естественных водоемах. В зависимости от возраста карп питается зоопланктоном, зообентосом, моллюсками, растительностью, семенами диких и культурных растений. Зоопланктон – это водные животные организмы, живущие и размножающиеся в толще воды, находящиеся во

взвешенном состоянии. Зообентос – это животные организмы, которые живут и размножаются в почве дна водоемов.

Карп питается типичными представителями зоопланктона и зообентоса. Это – дафнии, коловратки, циклопы, поденки, бокоплавцы, личинки, куколки комаров, ручейник и корета на различных стадиях развития, олигохеты.

Наиболее полноценными по аминокислотному составу для питания карпов считаются дафнии и личинки хирономид (таблицы 4.1, 4.2).

Таблица 4.1 – Содержание питательных веществ и энергии в некоторых видах зоопланктона и бентоса (по Мартышеву) [3]

Показатели	Личинки хирономид	Дафнии
Вода, %	87,8	90,7
Сырой протеин, %	60,7	58,0
Сырой жир, %	7,8	6,4
Калорийность, МДж/кг	24,6	16,7

Таблица 4.2 – Содержание некоторых незаменимых аминокислот в зоопланктоне (по Мартышеву) [3]

Аминокислоты	Количество, г/кг
Метионин	5,3
Лизин	6,7
Валин	34,4
Гистидин	10,4

Для карпа в процессе онтогенеза характерна смена кормовых объектов. Личинки карпа питаются мелкими формами зоопланктона и фитопланктона. С возрастом карп в пищевом рационе отмечают средние и крупные формы зоопланктона и бентоса, фитопланктона и высшая водная растительность. Нормальное количество зоопланктона в прудах должно составлять –

8-12 г/м³, зообентоса – 3-5 г/м². Для создания оптимального уровня кормовых организмов в прудах необходимо проводить регулярный контроль уровня кормовой базы и вносить удобрения для ее развития. При выращивании карпа при уплотненных посадках следует вносить в водоем корма. При этом удельный вес естественной пищи в пищевом комке должен составлять не менее 25-50 % от общего корма.

Литература [3].

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите породы чешуйчатого карпа.
2. Перечислите породы зеркального карпа
3. Перечислите породы голого карпа.
4. Перечислите способы выращивания карпа.
5. Назовите представителей кормовых объектов карпа в прудах.
6. Что такое естественная пища ?
7. Что такое зоопланктон ?
8. Что такое зообентос?

4.3 Потребности карпа в протеине, аминокислотах и жире

Представлена потребность карпа в протеине, жире, витаминах, кальции и фосфоре в течение онтогенеза при различных условиях выращивания.

Потребность карпа в протеине в течение онтогенеза не постоянна и меняется в зависимости от возраста, жизненного цикла, условий среды обитания (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Потребность протеина в комбикормах для карпа в течение онтогенеза при различных условиях выращивания, %

Возраст карпа	Количество протеина, %
Личинки	45-60
Молодь и производители	26-0
Товарная рыба	
- в прудах, не более	26
- в садках и бассейнах, более	30-35

Наиболее полно протеин используется:

- при оптимальном соотношении незаменимых аминокислот в белке и достаточный уровень заменимых;
- при оптимальном соотношении белковых фракций корма;
- при достаточном уровне липидов и углеводов.

Недостаток или отсутствие одной из аминокислот ведет к нарушению обменных процессов, а это вызывает замедление роста, повышение кормовых затрат на прирост рыбы, увеличение вероятности заболеваний рыб.

Потребность карпа в жире. Жир в организме рыб используется как источник энергии на всех возрастных стадиях развития карпа.

Недостаток жира и незаменимых жирных кислот при выращивании разновозрастной рыбы нарушает

- ряд функций метаболизма организма,
- приводит к замедлению роста,
- повышению трат корма на прирост массы,
- наблюдается перерождение печени и почек,

- отмечается повышенная смертность карпа.

Поэтому с кормом должен поступать в необходимых количествах. Потребность в жире у карпа в онтогенезе величина не постоянна и меняется в зависимости от возраста абиотических и биотических условий выращивания (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Потребность жира в комбикормах для карпа в течение онтогенеза при различных условиях выращивания, %

Возраст карпа	Количество жира, %
Личинки	2-8
Молодь и производители	2-8
Товарная рыба	
- в прудах, более	2-6
- в садках и бассейнах	4-6

Наиболее важными жирными кислотами являются пальметиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, стеариновая, накопление которых перед началом зимовки имеют существенное значение для сохранности молоди карпа и для дальнейшего выращивания ее товарной массы. Выход из зимовки истощенного годовика карпа в результате недостаточного количества жира будет в дальнейшем негативно влиять на прирост массы рыбы и затраты корма. Недостаток жира в кормовом сырье в корме пополняется за счет растительного масла, фосфатидов и жира животного происхождения.

Жир в комбикормах в процессе длительного их хранения окисляется и становится токсичным для рыб за счет увеличения перекисного и кислотного чисел. Допустимый уровень перекисного числа в сырье и комбикормах должен быть не больше **0,3 % йода**, кислотное число – **не более 50 мг КОН**, а для липидной добавки животного происхождения не более 20, липидной добавки растительного происхождения – не более 50 мг КОН.

Продукты окисления жира в корме вызывают разрушение витаминов, действуют как канцерогенные вещества.

Токсическое воздействие липидов у карпа выражается:

- в мышечной деформации и разрушении мышц,
- в изменении состава крови и морфологии печени.

На основе экспериментальных данных по кормлению карпов в прудах 4-5 зоны рыбоводства установлено, что за вегетационный период для выращивания карпа от навески 25 г: требуется следующее количество энергии:

- до массы 500 г – 2400-4100 ккал или 10-17 МДж;
- до массы 1000 г – 8200 ккал или 34,4 МДж;
- до массы 2-3 кг – 16000 ккал или 67-75 МДж;
- до массы 4-6 кг – 15000 ккал или 34,4 МДж.

Потребность корма на 1 кг прироста массы карпа составит 2,0-2,4 кг.

Потребность карпа в витаминах. Витамины являются незаменимыми элементами питания и почти все должны поступать в организм с пищей в определенных количествах. На таблице 4.5 представлена потребность карпа в витаминах в течение онтогенеза.

Таблица 4.5 – Потребность карпа в витаминах в течение онтогенеза, %

Витамины	Единицы измерения	Количество
А _{д3}	и. ед. тыс.	15
Е	и. ед. тыс.	3
К	мг	60
С	мг	500
В ₁	мг	15
В ₂	мг	30
В ₃	мг	50
В ₄	мг	2000
В ₆	мг	15
В ₁₂	мг	0,05
Цианин	мг	17,5
Фолевая кислота	мг	5
Биотин	мг	2,5
Инозитол	мг	1000

Карп, выращиваемый в замкнутых системах более чувствителен к недостатку витаминов, чем выращиваемый в прудах.

Авитаминоз вызывает:

- нарушение обменных процессов (задержку синтеза ферментов),
- нарушается усвоение пищи,
- наблюдается задержка роста,
- повышаются затраты кормов на прирост,
- развиваются заболевания.

Потребность карпа в минеральных веществах. Карп в течение жизни нуждается в микро- и макроэлементах, но его потребности значительно ниже, чем у выращиваемых птиц и сельскохозяйственных животных. При выращивании карпа в прудах баланс макро- и микроэлементов пополняется кроме воды и комбикормов, за счет фитопланктона, зоопланктона, зообентоса. В таблице 4.6 представлена потребность карпа в кальции и фосфоре в течение онтогенеза при различных условиях выращивания

Таблица 4.6 – Потребность карпа в кальции и фосфоре в течение онтогенеза при различных условиях выращивания, %

Возраст карпа	Содержание, %	
	кальций	фосфор
Прудовое выращивание:		
- сеголетки	1,4	1,0
- молодь и производители	1,4	0,6
- двух-, трехлетки и старше	1,0	0,7
Индустриальное выращивание	5,5	0,8

Недостаточное и избыточное содержание минеральных веществ может вызывать:

- патологические изменения в органах и тканях,
- снижение интенсивности роста и развития,
- снижение пищевой активности,

- развитие остеодистрофии (редукция жаберных крышек, искривление позвоночника, недоразвитие остистых отростков и ребер).

Такие изменения костного скелета отмечены при выращивании карпа в воде с низким содержанием солей фосфора, кобальта, магния, марганца, цинка. Это, прежде всего, проявляется у карпа, выращиваемого в садках и бассейнах на подогреваемых сбросных водах электростанций.

Во все комбикорма для выращивания карпа в качестве минеральной добавки вводится мел, в количестве 1-2 %. Для обогащения комбикормов при выращивании карпа в промышленных хозяйствах вводится также премикс, содержащий сернокислый магний, марганец, медь, углекислый кобальт, фосфор.

Литература [3].

Вопросы для самоконтроля:

1. Как меняется потребность разновозрастного карпа в протеине при различных условиях выращивания?
2. Как меняется потребность разновозрастного карпа в жире при различных условиях выращивания?
3. Как меняется потребность разновозрастного карпа в витаминах при различных условиях выращивания?
4. Как меняется потребность разновозрастного карпа в кальции и фосфоре при различных условиях выращивания?
5. Назовите допустимый уровень перекисного и кислотного числа в кормах и липидных добавках животного происхождения и растительного происхождения.
6. Как проявляется токсическое действие кормов?
7. Что может вызвать недостаточное и избыточное содержание минеральных веществ в корме?

4.4 Факторы, влияющие на потребность карпа в корме

Приведены основные факторы (температура, содержание растворенного в воде кислорода, химический состав воды), влияющие на потребность в корме и интенсивность обменных процессов карпа.

Основными факторами, влияющими на потребность карпа в корме и интенсивность обменных процессов, являются физико-химические свойства водной среды. Наиболее важными являются:

- температура воды;
- содержание растворенного в воде кислорода;
- химический состав воды.

Температура воды. Для каждого выращиваемого вида рыб существует определенные границы температуры воды, при которых наиболее интенсивно происходит питание и пищеварительные процессы. Оптимальная температура воды для питания и роста карповых рыб составляет 23-28 °С. Количество потребляемой карпом пищи зависит от температуры воды. В пределах оптимальных температурных границ карп активно питается. Потребность в корме и энергии возрастает. Но при достижении критических температур выше или ниже оптимума объем потребляемой пищи уменьшается. При несвойственной для него температуре воды потребление пищи карпом прекращается.

Уровень растворенного кислорода в воде. Минимальным пределом содержания растворенного в воде кислорода для карповых рыб является 4 мг/дм³. С уменьшением минимального количества растворенного в воде кислорода снижается потребность в корме и энергии, угнетаются обменные процессы в организме рыб.

Потребности в кормах, переваримость и усвоение кормов зависит от **химического состава воды**. Химический состав воды в выростных водоемах должен соответствовать нормативам. Нормативы качества воды для выростных водоемов представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Химический состав воды и рыбохозяйственные нормативы качества воды для выростных прудов

Показатели	Единицы измерения	Рыбохозяйственные нормативы
Водородный показатель рН	Единицы рН	7,0-8,5
Кислород	мг/дм ³	6-8
Свободная двуокись углерода	мг/дм ³	до 10
Сероводород	мг/дм ³	Отсутствие
Аммиак	мг/дм ³	0,01-0,07
Аммонийный азот	мг/дм ³	до 0,1
Нитриты	мг/дм ³	до 0,3*
Нитраты	мг/дм ³	0,2-2,0
Фосфаты	мг/дм ³	0,2-0,5
Гидрокарбонаты, щелочность	мг/дм ³	6-120
Хлориды	мг/дм ³	25-40
Сульфаты	мг/дм ³	10-30
Жесткость	мг-экв./дм ³	1-3,5
Кальций	мг/дм ³	40-60
Магний	мг/дм ³	до 30,0
Общая минерализация	мг/дм ³	до 1000,0
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	4-9
Примечание: * предельно допустимые значения		

Литература [3].

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные факторы, влияющие на потребность карпа в корме.
2. Как изменяется потребность в корме и энергии в зависимости от температуры?
3. Назовите предельно допустимый уровень нитратов в водоеме.
4. Какой по рыбохозяйственным нормативам должен быть уровень растворенного кислорода в водоеме?

4.5 Стартовые корма для молоди карпа

Описывается кормление разновозрастного карпа при бассейновом и прудовом выращивании.

Карп – основной объект рыбоводства в нашей стране. Карпа выращивают на индустриальных предприятиях в садках и бассейнах и в прудовых хозяйствах. Он неприхотлив в содержании, легко адаптируется к питанию искусственными кормами. При оптимальных условиях содержания может достигать в конце первого года выращивания массы 1,0-1,5 кг, второго года выращивания – 2-3 кг. Для товарного выращивания карпа установлен стандарт по массе для двухлетков 400-500 г, трехлетков – 1000-1200 г. При интенсивном выращивании в прудах получают по 2-3 т рыбы с 1 га выростной площади. При садковом и бассейновом выращивании на теплых водах продукция может достигать 150-200 кг/м³.

Кормление личинок карпа. Кормление личинок карпа осуществляли живыми кормами в прудах мелким зоопланктоном. Выход личинок был низкий. Живые корма вылавливали в природных водоемах или культивировали в искусственных условиях. Традиционным кормом были науплии артемии. Живые корма целесообразно применять в течение первых 2-3 суток в количестве 60-80% массы тела личинок. Такое кормление обеспечивает их высокое выживание. При индустриальном выращивании личинок в больших объемах используют бассейновый метод выращивания (рисунок 4.1). Выращивание живых кормов трудоемко и требует высоких затрат. Поэтому при индустриальном бассейновом методе выращивания молоди в больших объемах требуется использование стартовых кормов. Однако для повышения выживаемости и получения высоких темпов роста рекомендуется добавление в выростные емкости живых кормов. При оптимальных условиях содержания выживаемость личинок составляет 60 %.



Рисунок 4.1 – Бассейновый цех по выращиванию личинок карпа

Для кормления личинок и ранней молоди карпа разработаны рецептуры стартовых комбикормов: Эквизо-1, Эквизо-2, РК-С (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Рецепт стартового комбикорма РК-С для выращивания личинок и мальков карпа до 1 г

Компонент	%	Заменители
Мука рыбная	35	Не заменяется
Эприн	50	Не заменяется
Казеинат натрия	6	Сухой обрат (1 : 1)
Мука пшеничная	5	Не заменяется
Масло растительное	1,5	Рыбий жир
Метионин	1,5	ПМ-1
Премикс ПФ-1В	1	ПМ (1 : 1), ПФ-213 (1 : 1)
В 100 г гранулированного комбикорма содержится в г:		
– сырого протеина, не менее 45;		
– жира, не более 8,0		

С момента перехода личинок на смешанное питание личинок кормят сухим стартовым кормом. Вместе с кормом в бассейны следует вносить так же науплии артемии или иной мелкий зоопланктон, вылавливаемый в

водоемах. В период перехода личинок на активное питание корм нужно давать ежедневно в светлое время суток. Суточная норма должна составлять 50% массы тела личинок и должна распределяться равномерно. После перехода на активное питание суточная доза корма увеличивается до 75-100% массы тела. Корм следует вносить не менее 4 раз в час. При раздаче кормов вручную их следует медленно рассыпать в места скопления личинок. Суточная норма корма изменяется в зависимости от массы тела личинок и температуры воды (таблица 4.9), а размер крупки должен строго соответствовать массе личинок и молоди (таблица 4.10).

Таблица 4.9 – Суточная норма кормления личинок и мальков карповых рыб, % массы тела

Масса личинок и мальков, мг	Температура воды, °С		
	20-25°С	25-28°С	29-32°С
< 3,0	50	50	50
3-10	50	60	75
11-50	70	90	80
51-100	50	70	80
101-300	25	30	40
301-1000	25	30	40
1001-2000	15	20	30

Таблица 4.10 – Оптимальные размеры крупки для личинок и молоди карпа

Масса личинок и молоди, г	Размер крупки, мм
< 0,012	< 0,2
0,012-0,050	0,2-0,4
0,051-0,090	0,4-0,6
0,091-0,150	0,6-1,0
0,151-1,000	1,0-1,5
1,100-10,000	1,5-2,5

После достижения массы 1-2 г молодь карпа, выращенная на стартовых комбикормах, далее может быть размещена в земляные пруды для выращивания в прудовых условиях или бассейнах и садках для выращивания в промышленных условиях. При выращивании сеголетков в прудах

используют комбикорма ПК-110 и товарной рыбы К-111. При выращивании в бассейнах и садках используют комбикорма рецептур 12-80 для выращивания сеголетков до массы 40 г, а для выращивания массой свыше 40 г следует применять комбикорм 16-80. Комбикорм 16-82 предназначен для выращивания годовиков и двухлетков массой свыше 150 г до товарной массы и РГМ-8М – для сеголетков, годовиков и двухлетков от 1 г до товарной массы. Кормить молодь следует через каждый час на протяжении светлого времени суток. По достижению 10 г количество кормлений должно быть сокращено до 10. При снижении температуры воды количество кормлений должно быть снижено при 20-24 °С – до 6 раз, при 14-2 °С – до 4 раз, при 8-14 °С – до 2-3 раз в день. Зимой при температуре воды свыше 6 °С рыбу тоже следует кормить. Однако суточный рацион должен быть небольшим и обеспечить лишь поддерживающий обмен. При температуре воды 6-8 °С суточная норма составляет 0,5 %, при 9-10 °С – 1 %, 11-12 °С – 1,5-2,0 % к массе тела.

Литература [3]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какой массы может достигать товарный карп в конце первого года и второго года выращивания при содержании в оптимальных условиях?
2. Какие стандарты по массе установлены при товарном выращивании карпа для двухлетков и трехлетков?
3. Какие методы выращивания применяют на промышленных предприятиях и в прудовых хозяйствах?
4. Какие корма используют при кормлении личинок в бассейнах в условиях промышленных хозяйств?
5. Как изменяется частота кормления личинок и молоди карпа в течении вегетационного периода?

4.6 Кормления карпа в тепловодных хозяйствах индустриального типа

Представлены основные требования к кормам, показатели полнорационных продукционных кормов для кормления карпа разной массы и технология кормления разновозрастной молоди в условиях тепловодных хозяйств.

Основные требования к кормам. Отличительной особенностью выращивания карпа в хозяйствах индустриального типа является содержание карпа при высокой плотности посадки (до 300 шт./м²) и отсутствие возможности потреблять естественный корм. В таких условиях потребность карпа в питательных веществах и главным образом в белке должна удовлетворяться за счет искусственных кормов. Поэтому комбикорм для индустриального хозяйства должен быть полноценным с высоким уровнем протеина, энергии и витаминов. Для выращивания карпа выпускают комбикорма двух категорий:

- с высоким уровнем белка используют такие корма при индустриальном выращивании при уплотненной посадке в отсутствии в достаточном количестве живых кормов

- с низким содержанием белка для кормления карпа в прудах, в присутствии живых кормов дополняющих потребность карпа в белке.

Основные показатели полнорационных продукционных кормов для кормления карпа разной массы представлены в таблице 4.11.

Для кормления карпа в индустриальных условиях используют комбикорма, содержащие 30-35 % протеина, комплекс минеральных и витаминных добавок. Наиболее эффективны они при температуре воды выше 20 °С. За 5-6 месяцев выращивания можно получить товарного карпа массой до 800 г. затраты корма при нормированном кормлении составляют 1,5-2,0 кг на 1 кг прироста рыбы. Эффективность кормления во многом зависит от тщательности контроля за термическим и гидрохимическим режимом воды, ростом рыб, потреблением ими корма, а также правильности и своевременности корректировки программы нормированного кормления с учетом меняющихся условий среды.

Таблица 4.11 – Основные показатели полнорационных комбикормов для кормления разновозрастного карпа

Показатели	Масса рыб < 50 г		Масса рыб >50 г	
	оптимум	эконом	оптимум	эконом
Массовая доля сырого протеина, % не менее	35	30	30	26
Массовая доля сырого жира, % не менее	7,0	5,0	5,0	3,5
Массовая доля сырой золы, % не более	10	10	10	10
Массовая доля сырой клетчатки, % не более	4,5	6,0	6,0	8,0
Массовая доля лизина, % не менее	1,7	1,5	1,5	1,2
Массовая доля метионина и цистина, % не менее	0,8	0,7	0,6	0,5
Массовая доля фосфора, % не менее	1,2	1,2	1,2	1,2
Кислотное число жира, мг КОН, не более	70	70	70	70
Перекисное число жира, % йода, не более	0,2	0,2	0,2	0,2

Кормление разных возрастных групп карпа. Кормление карпа рекомендуется начинать уже через 1 час после зарыбления садков. В этом случае на следующий день молодь начинает активно схватывать корм. В первое время корм следует задавать в места скопления молоди. Нельзя оставлять сеголетков длительное время без пищи, так как голодание может вызвать заболевание и даже гибель рыб. Размеры гранул должны соответствовать массе рыб (таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Размер гранул в зависимости от массы карпа при выращивании в тепловодных хозяйствах индустриального типа

Масса рыб, г	Размер гранул, мм
10-40	3,2
40-150	4,5
150-500	6,0
> 500	8,0

Это позволяет избежать потерь корма и обеспечить высокий темп роста карпа при минимальном расходе кормов на единицу прироста.

Кормить рыб следует ежедневно в светлое время суток. В первые сутки корм задается каждый час (12-16 раз). При достижении молодью массы 20 г можно переходить на 10-разовое кормление. При снижении температуры воды числе кормлений можно уменьшить при температуре 20-24 °С до 6 раз, при 14-20 °С до 4 раз и при 8-13 °С до 1-2 раз в день. При этом соответствующим образом уменьшается количество задаваемого корма. Кормить рыбу необходимо строго по графику, который составляют с учетом температуры воды, массы рыбы, ее физиологического состояния. Снижение потребления корма наблюдается при уменьшении содержания растворенного в воде кислорода, изменения температуры воды за пределами оптимального значения и при заболевании рыб.

Суточные нормы кормления карпа массой 0,5-100 г при выращивании в тепловодных хозяйствах индустриального типа при различном температурном режиме представлены в таблице 4.13, суточные нормы кормления карпа массой свыше 100 г – в таблице 4.14.

Таблица 4.13 – Суточные нормы кормления карпа массой 0,5-100 г при выращивании в тепловодных хозяйствах индустриального

Масса рыб, г	Температура воды, °С	
	22-25	26-30
0,5-1,5	30	40
1,6-2,5	25	30
2,5-5,0	15	20
6-10	11,3	17
11-20	8,2	14
21-35	7,5	10
36-50	7,1	9,5
51-70	6,7	9
71-90	6,2	8,5
91-100	5,8	8

Таблица 4.14 – Суточные нормы кормления карпа массой свыше 100 г при выращивании в тепловодных хозяйствах индустриального

Масса рыб, г	Температура воды, °С	
	22-25	26-30
101-130	5,4	7,5
131-150	5,3	7,0
151-200	4,5	6,5
201-250	4,2	5,6
251-300	3,7	4,9
301-350	3,4	4,4
351-400	3,2	4,0
401-450	2,9	3,4
451-500	2,7	3,1
501-550	2,5	2,8
551-600	2,3	2,5
601-650	2,2	2,3
651-700	2,0	2,1
701-800	1,8	1,8

Литература [3]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие корма следует применять при кормлении карпа в условиях индустриального хозяйства?
2. Какой уровень протеина и жира должен быть в кормах для карпа, выращиваемого в условия тепловодных хозяйствах индустриального типа?
3. Перечислите основные требования к кормам при выращивании карпа в хозяйствах индустриального типа?
4. Как должна изменяться частота кормления молоди карпа в зависимости от массы тела?

4.7 Кормление карпа в прудах

Описывается корма и нормированное кормление разновозрастного карпа при прудовом выращивании.

Общие требования к кормам. При 6-10 кратных посадках годовиков карпа в пруды плотностью 3-5 тыс. шт./га и снижении доли естественной пищи в рационе рыбы до 10-15 %, необходимо применять комбикорма или кормовые смеси, хорошо сбалансированные по питательным веществам. Такие корма должны содержать 26-30 % протеина, 3-3,5 % жира, не более 8-9 % клетчатки. В таблице 4.15 представлены варианты рецептур для выращивания годовиков карпа.

Таблица 4.15 – Рецепты комбикормов для годовиков карпа, %

Компоненты	Варианты		
	1	2	3
Шрот подсолнечный	20	30	22
Шрот соевый	5	17	5
Горох	10	-	-
Ячмень	20	20	40
Пшеница	20	20	16
Отруби пшеничные	4	5	10
Дрожжи гидролизные	4	4	4
Мука рыбная	16	4	3
Мел	1	-	-
Содержание основных питательных веществ			
Сырой протеин	26,0	26,0	23,0
Сырой жир	4,2	3,0	2,5
БЭВ	48,1	48,2	48,6

При посадке двухлеток карпа в пруды плотностью 4-6 тыс. шт./га кормовые затраты составят 2,5-3,0 единицы, а при выращивании сеголетков независимо от плотности посадки – не более 2,5 кг корма на 1 кг прироста (2,5 единицы).

Формирование кормовой базы в прудах. При выращивании карпа в прудах большое внимание следует уделять формированию естественной

кормовой базы, которая является источником ценных естественных кормов. Только при строгом контроле состояния прудов, их ложа, спускных сооружений и качества прудовой воды естественная кормовая база будет на должном уровне, что даст возможность более эффективно использовать комбикорма. Кормление карпа дает хорошие результаты в спускных осушаемых на зиму, в легко облавливаемых и умеренно зарастающих водной растительностью прудах глубиной 1,0-1,5 м. В неспускных, плохо облавливаемых водоемах, населенных сорными и хищными видами рыб, сильно заиленными выращивание не эффективно. Для повышения рыбопродуктивности необходимо ежегодно осенью после спуска прудов выполнять комплекс мелиоративных мероприятий.

Комплекс мелиоративных мероприятий для повышения рыбопродуктивности прудов. Проведение осенних работ комплекс мелиоративных мероприятий для повышения рыбопродуктивности прудов включает:

- тщательное осушение ложа путем расчистки водосбросных канав,
- известкование заболоченных участков,
- очистку мелководной зоны от пней, кустарника и остатков корневищ жесткой растительности,
- проводить летование прудов;
- внесение удобрений.

Расположение кормовых мест. Кормовые места располагают на участках с твердым грунтом, равномерно по всей площади водоема. Для сеголетков на глубине 0,6-0,8 м, для двухлетков – 0,6-1,5 м. Эффективно расположение кормушек размером 1 х 1 м с бортиком высотой 10-15 см. Количество посадочного материала рассчитывают в соответствии с планом выращивания рыбы и уровнем естественной рыбопродуктивности пруда. При плотности свыше 5-кратной доля естественной пищи в рационе карпа резко снижается. В этих условиях рыба должна получать более обогащенные питательными веществами корма. При содержании ремонтного молодняка и

производителей плотность посадки должна быть не более чем 3-кратной, чтобы естественная пища в рационе составляла не менее 30 %. Увеличение плотности посадки ведет к снижению удельного веса естественной пищи в рационе, к ухудшению воспроизводительной способности производителей и получению потомства с пониженной жизнестойкостью. При выращивании карпа допускается совместное выращивание его с другими видами рыб, имеющими иной спектр питания.

Естественная рыбопродуктивность прудов по добавочным видам рыб, выращиваемых в поликультуре с карпом, рассчитывается относительно естественной рыбопродуктивности карпа в процентах. В таблице 4.16 представлены показатели рыбопродуктивности удобряемых прудов для различных зон рыбоводства.

Таблица 4.16 – Естественная рыбопродуктивность удобряемых прудов в 1-6 рыбоводных зонах

Зона рыбоводства	Регион	Рыбопродуктивность, ц/га
1	Северная европейская	0,7-0,8
2	Северная сибирская	0,7-0,8
3	Северо-западная	0,8-1,2
4	Центрально-нечерноземная и Восточная	1,2-1,6
5	Центрально-черноземная, Юго-западная	1,6-2,2
6	Южная европейская	2,0-2,5

Нормы кормления Кормление годовиков карпа следует начинать после достижения массы 1-3 г при температуре воды выше 12 °С, постепенно приучая их к питанию комбикормами на кормовых местах. Первую 5-дневку норма внесения корма составляет не более 1 г на каждого годовика, затем – 2 г. Когда рыбы привыкнут к корму и начнут хорошо его поедать, дневную норму рассчитывают в зависимости от их прироста за декаду и кормового коэффициента. Количество вносимого в пруд корма рассчитывают в

зависимости от числа рыб, их прироста и величины затрат корма на единицу прироста. Суточную норму кормов рассчитывают каждые 10 суток по данным контрольных обловов по формуле:

$$\frac{B \times Z \times (K-1)}{K} \quad (4.3)$$

где В – среднесуточный прирост на предстоящую декаду, г;

З – затраты корма на 1 г прироста, г;

К – кратность посадки;

1 – постоянная величина прироста за счет естественной пищи.

Пример: При ожидаемом среднесуточном приросте (В) двухлетков карпа 5 г, затратах корма на 1 г прироста (З) 3 г и 5-кратной плотности посадке (К) суточная норма внесения корма на 1 особь составит: $5 \times 3 \times (5-1)/5=12$ г.

Расчет нормы кормления карпа можно также установить с учетом массы рыбы и температуры воды. Для этого применяется следующая формула:

$$H = T \cdot k \quad (4.4)$$

Н – суточная норма кормления карпа, % массы рыбы;

Т – температура воды, градус Цельсия

К – постоянная рыбхоза.

Для проведения расчета по данной формуле применяется величина постоянной рыбхоза. Этот показатель рассчитывается на основе данных хозяйственной деятельности рыбоводного хозяйства по данным прошлых лет. Постоянная рыбхоза зависит от качества комбикорма, кормового коэффициента, плотности посадки рыбы в пруды. В таблице 4.17

представлен примерный расчет постоянной величины рыбхоза по данным за предшествующие годы.

Таблица 4.17 – Примерный расчет постоянной величины рыбхоза по данным за предшествующие годы

Месяц, декада	Средняя температура воды за декаду, °С	Прирост рыбы за декаду, г	Средняя масса рыб, г	Суточный рацион	
				г	% массы рыбы
Май					
III	15	10	30	0,9	3,0
Июнь					
I	16	30	60	1,9	3,2
II	17	30	90	3,1	3,4
III	18	40	130	4,7	3,6
Июль					
I	20	50	180	7,2	4,0
II	20	50	230	9,2	4,0
III	22	60	290	12,8	4,4
Август					
I	22	60	350	15,4	4,4
II	22	60	410	18	4,4
III	16	40	450	14	3,2
1	2	3	4	5	6
Сентябрь					
I	15	20	470	14,1	3,0
Среднее за период	18,5	-	-	-	3,7

Делением средней величины декадных суточных рационов на средний показатель температуры за весь период выращивания получаем расчетный коэффициент, или постоянную величину рыбхоза:

$$3,7 / 18,5 = 0,2 \quad (4.5)$$

Зная величину постоянной рыбхоза и используя формулу 4.4 можно провести расчет на текущий год.

Пример: На 10 июля средняя масса рыбы составляет 235 г, температура воды 22,5 °С, постоянная рыбхоза 0,2. **Суточный рацион 22,5 x 0,2 = 4,5%**

Абсолютная величина суточного рациона – **235 x 4,5 / 100 = 10,6 г.**

Перемножая полученную суточную норму кормления на количество рыб, находим общий расход корма на один день.

При определении количества корма, задаваемого в пруд, из общего количества посаженных рыб вычитают нормативных отход. Для правильного определения количества задаваемого корма рыбовод должен составить график роста карпа в данном хозяйстве, либо по данным прежних лет кормления либо следует ориентироваться на расчетные показатели прироста карпа (таблица 4.18).

Таблица 4.18 – Примерный суточный прирост разных возрастных групп карпа (г/экз.) при высокой плотности посадки (4-6 тыс. шт./га)

Месяц, декада	Центральная, центрально-черноземная, юго-западная и юго-восточная зоны			Южные, закавказские и среднеазиатские районы		
	0+	1+	3+	0+	1+	3+
1	2	3	4	5	6	7
Май						
I	-	-	2	-	-	3
II	-	-	3	-	1	4
III	-	2	4	-	2	5
Июнь						
I	-	3	6	-	4	8
II	0,1	4	8	0,1	5	10
III	0,1	5	12	0,2	6	14
Июль						
I	0,2	5	12	0,3	6	14
II	0,3	5	14	0,4	6	16
III	0,4	6	14	0,6	6	16
1	2	3	4	5	6	7
Август						
I	0,5	6	14	0,5	6	16
1	2	3	4	5	6	7
II	0,5	6	14	0,5	6	16
III	0,4	5	10	0,4	6	14
Сентябрь						
I	0,3	2	8	0,3	3	10
II	0,1	1	4	0,2	2	5
III	0,1	-	-	0,1	1	3

Продолжение таблицы 4.18						
1	2	3	4	5	6	7
Октябрь						
I	0,1	-	-	0,1	-	-
II	-	-	-	-	-	-

Потенциальный декадный прирост карпа в пруду не постоянен в разные годы и изменяется под влиянием погодных условий, сроков вылета хирономид и развития зоопланктона. Все это должно учитываться в процессе кормления. **В самые жаркие** месяцы высока вероятность дефицита насыщения кислорода воды кислородом. В это период следует вносить в пруд корма **в расчете не более 100 кг** на га. При более высокой нагрузке на водоем может наступить заморный период в утренние часы.

Контрольные обловы проводят ежегодно в определенные сроки, как правило, в конце декады. Обловы проводят волокушами и бреднем на 2-3 площади водоема с общим выловом не менее 0,5 % количества рыб в пруду.

Если рыба хорошо ест, но плохо растет вначале надо выяснить причины, и лишь после этого увеличивать норму кормления. Если рыба хорошо растет, но не поедает полностью задаваемых корм – норму суточного рациона следует сократить.

При расчете нормы кормления не учитывается расход питательных веществ на поддержание жизненных функций, который составляет значительную часть особенно в конце вегетационного периода. Обилие естественных кормов в прудах в весенний период способствует сокращению затрат на корма.

Контроль за поедаемостью. Корм следует раздавать равномерно во всей акватории пруда. Для этого общее количество суточной нормы кормов следует делить на количество кормовых мест. Можно определить количество корма на каждое кормовое место путем умножения числа рыб, приходящихся на одно кормное место, на кормную норму для одной рыбы в сутки. Корма раздают с кормораздаточных лодок, как с обычных плоскодонных, так и

усовершенствованных кормораздаточных машин. С регулируемым датчиком. Кормление карпа рекомендуется начинать в утренние часы (7-9 часов) в строго установленном порядке, чтобы на определенные кормовые места корм задавался в одно и тоже время. Поедаемость кормов нужно проверять в каждом пруду ежедневно с лодки через 2 часа после раздачи корма. Делают это сетчатым черпаком, который захватывает корм со дна пруда. Если корм на отдельных местах не съеден, количество его на данное кормовое место на следующий день необходимо уменьшить.

Большая экономия достигается при многоразовом кормлении карпа. Многоразовое кормление двухлетков карпа проводится при плотности посадки свыше 4 тыс.шт./га, сеголетков – 50 тыс. шт./га. При двух разовом кормлении первое кормление проводится в 7-9 часов, второе с 17-19 часов. При 3-х разовом – с 6-8 часов, в 11-13 часов и 17-19 часов. При вынужденной смене кормов, особенно по питательности, величине гранул, цвету, запаху наблюдается смена выработанного условного рефлекса. В течение рыбоводного процесса заполняется таблица рыбоводных данных и после завершения рыбоводного сезона проводится анализ эффективности использования кормов и кормления рыбы в текущем году.

Литература [3, 6].

Вопросы для самоконтроля:

1. Как рассчитывают суточную норму кормов?
2. Как рассчитать норму кормления с учетом массы рыбы и температуры воды?
3. Что такое постоянная величина рыбхоза и как ее рассчитать?
4. Как проводится контроль за поедаемостью корма?
5. В какое время суток следует проводить кормление при двух разовой раздаче корма, трех разовой раздаче?
6. Что влияет на прирост карпа в пруду?

РАЗДЕЛ 5 КОРМЛЕНИЕ ХОЛОДОЛЮБИВЫХ ВИДОВ

5.1 Основы кормления лососевых рыб

Представлены основные требования к кормам, показатели полнорационных продукционных кормов для кормления разновозрастных лососевых рыб.

Объектами выращивания лососевых рыб являются следующие виды радужная форель, форель камлоокс, форель Дональдсона, калифорнийская золотая форель, американская паляя, атлантический лосось, стальноголовый лосось, семга, тихоокеанские лососи, кижуч.

Личинки лососевых рыб к моменту перехода на активное питание по сравнению с другими традиционными объектами аквакультуры имеют хорошо развитую пищеварительную систему. Благодаря этому выращивание лососей не требуют применения живых кормов. Все лососи – холодноводные виды. Они не прекращают питаться при низких значениях температуры воды (1-2 °С). Оптимальный интервал температур для кормления лососей составляет 0-20 °С. При повышении температуры за пределы оптимума (более 20 °С) активность питания снижается. Имеют короткий пищеварительный тракт. Питание порционное, способны заглатывать корм с поверхности и в толще воды. Естественной пищей лососевых рыб являются молодь и взрослые мелкоразмерные рыб.

Требования к кормам при искусственном питании. С учетом особенностей питания лососевых комбикорм должен иметь овальную шарообразную форму не очень твердую консистенцию и быть как тонущим, так и плавучим медленно погружаться, чтобы рыбы могли взять корм в толще воды.

При промышленном выращивании лососевых рыб в личиночный период используют живые корма и гранулированные, при товарном выращивании – гранулированные, экструдированные, экспандированные. В ограниченных объемах применяют и влажные корма – пастообразные, влажные гранулы. В соответствии с потребностью рыб созданы рецептуры полноценных комбикормов, сбалансированных по основным питательным

веществам, аминокислотам и витаминам. При выращивании лососевых рыб используют 3 типа кормов:

- стартовые корма для выращивания личинок и ранней молоди,
- производственные корма для выращивания товарной рыбы,
- репродукционные корма для выращивания ремонтно-маточного стада. Основные показатели полнорационных производственных кормов для кормления лососевых рыб разной массы представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Основные показатели комбикормов для кормления радужной форели

Показатели	Типы корма			
	Стартовый		Производственный	
	оптимум	эконом	оптимум	эконом
Массовая доля сырого протеина, % не менее	50	45	42	38
Массовая доля сырого жира, % не менее	11,0	8,0	12,0	8,0
Углеводы общие, %	15	20	25	30
Массовая доля сырой золы, % не более	11,0	10	10	10
Массовая доля сырой клетчатки, % не более	1,5	2,5	3,0	5,0
Массовая доля лизина, % не менее	3,0	2,3	2,1	1,8
Массовая доля метионина и цистина, % не менее	1,6	1,2	1,2	0,9
Массовая доля фосфора, % не менее	0,8	0,8	0,8	0,8
Общая энергия, МДж/кг	15	12	12	10
Кислотное число жира, мг КОН, не более	30	30	70	70
Перекисное число жира, % йода, не более	0,2	0,2	0,2	0,2

Литература [6]

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите особенности питания лососевых рыб?
2. Какой уровень протеина должны содержать стартовые комбикорма, производственные?

5.2 Стартовые корма для лососевых рыб

Представлены рецептуры и основные положения нормированного кормления личинок и молоди лососевых рыб.

Для кормления личинок и мальков массой до 5 г используют стартовые корма рецептур **РГМ-8М, РГМ-6М**. Стартовые корма для лососевых рыб, должны содержать высокий уровень протеина, жира и энергии. В составе рецептур преобладают компоненты животного происхождения. В таблице 5.2 приведения рецептура стартового комбикорма РГМ-8 М для выращивания молоди форели, стальноголового лосося, кижуча до массы 5 г.

Таблица 5.2 – Рецептура РГМ-8М стартового комбикорма для выращивания молоди форели, стальноголового лосося, кижуча до массы 5 г, %

Компонент	%	Заменители
Мука рыбная	48,0	Не заменяется
мясокостная	5,0	
кровяная	5,0	
водорослевая	1,0	
Сухой обрат	5,5	
Дрожжи кормовые (гидролизные)	6,0	
Соевый шрот	16,0	
Мука пшеничная	1,3	
Рыбий жир	11,0	
Холин-хлорид	0,2	
Премикс ПФ-2В	1	
В 100 г гранулированного комбикорма содержится в г: – сырого протеина, не менее 46; – жира, не более 14,0 – углеводов, не более 15 – золы, не более 16		

Начинают кормление личинок форели при рассасывании желточного мешка на 40-50 %, когда более половины личинок поднимаются со дна и осуществляют плавательные движения. Атлантического лосося следует начинать кормить раньше, когда личинки еще лежат на дне рыбоводного бассейна, а рассасывании желточного мешка составляет 30 %. Задержка

начала кормления оказывает отрицательное влияние на жизнестойкость и последующий рост рыб. Первые 2-3 дня начала кормления суточную норму сокращают наполовину, затем по мере привыкания молоди, восстанавливают до полного размера. Для адаптации личинок к питанию, корм вносят небольшими порциями, разбрасывая по поверхности воды, и контролируют поедаемость. В это время раздача каждой разовой порции корма в одном бассейне должна продолжаться не менее 5-10 минут. Если после кормления на дне бассейна остается крупка, следует увеличить длительность раздачи. При появлении у личинок хорошей реакции на корм продолжительность разового кормления сокращают до 2-3 минут. При использовании для перевода на активное питание личинок пастообразного корма с последующим применением гранулированных кормов период пониженной пищевой реакции рыб может длиться до 8 суток. Для ускорения адаптации следует увеличить частоту кормления и продолжительность раздачи кормов. Чередовать гранулированный и пастообразный корм нежелательно, так как это ведет к снижению темпа роста рыб. Периодичность раздачи корма личинкам, перешедшим на внешнее питание гранулированными кормами, составляет не менее 1 раза в час, суточную норму определяют по таблицам. Корректировку суточного рациона питания проводят по результатам контрольных обловов. Размер частиц корма должен соответствовать массе рыб (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Оптимальные размеры крупки в зависимости от массы лососевых рыб

Масса рыб, г	Размер крупки, мм	№
До 0,2	0,2-0,4	1
0,2-0,4	0,5-0,6	2
0,5-1,0	0,7-1,0	3
1,1-2,0	1,0-1,5	4
2,1-5,0	1,6-2,5	5

Свыше 5 г и до массы 50 г используют РГМ-5В (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Рецептuru PGM-5B комбикорма для выращивания форели, массой от 5 г до массы 50 г, %

Компонент	%	Заменители
Мука рыбная	45,0	Крилевая мука
мясокостная	8,6	Крилевая мука
кровяная	3,0	Дрожжи гидролизные
водорослевая	1,0	Не заменяется
травяная	4,2	Водорослевая мука
Сухой обрат	7,0	Рыбная мука + соевый шрот
Дрожжи кормовые (гидролизные)	3,8	Не заменяется
Соевый шрот	6,6	Не заменяется
Мука пшеничная	16,7	Не заменяется
Масло растительное нерафинированное	3,0	Не заменяется
Холин-хлорид	0,1	Не заменяется
Премикс ПФ-2В	1,0	ПМ 2(1 : 1)
<p>В 100 г гранулированного комбикорма содержится в г:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сырого протеина, не менее 40; – жира, не более 9 – углеводов, не более 30 – золы, не более 15 		

Свыше 50 г используют PGM-8B.

Литература [5, 6]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие требования с позиции кормопроизводства предъявляют к кормам для лососевых рыб при искусственном питании
2. Какой уровень протеина и жира должен быть в кормах для молоди лососевых рыб?
3. В какой период личиночного развития следует начинать приучать молодь к искусственным кормам?
4. Как изменяется уровень протеина и жира в кормах для разновозрастной молоди?
5. Назовите марки комбикормов для молоди форели

5.3 Кормление лососевых рыб производственными кормами

Представлены рецептуры кормов для лососевых рыб и основные положения нормированного кормления молоди лососевых рыб свыше 50 г.

Для выращивания товарной форели и лососей применяют комбикорма с более низким уровнем протеина и жира и повышенным уровнем углеводов. Годовиков кормят гранулированными кормами РГМ-5В и РГМ-8В или аналогичными кормами со схожими рецептурами (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Рецептура РГМ-8В комбикорма для выращивания молоди форели, массой свыше 50 г, %

Компонент	%	Заменители
Мука рыбная	20,0	Крилевая мука
мясокостная	6,0	Крилевая мука
водорослевая	1,0	Не заменяется
Дрожжи кормовые (гидролизные)	8,0	Не заменяется
Соевый шрот	26,0	Не заменяется
Шрот подсолнечный	25	Не заменяется
Мука пшеничная	7,8	Не заменяется
Масло растительное нерафинированное	5,0	Фосфатиды
Холин-хлорид	0,2	Не заменяется
Премикс ПФ-2В	1,0	П-1 или ПМ-2(1 : 1)
В 100 г гранулированного комбикорма содержится в г: – сырого протеина, не менее 38; – жира, не более 9 – углеводов, не более 35 – золы, не более 11		

Допускается кормление пастообразными кормами, в основном на основе фарша из рыбы (50-60 % состава корма). Кратность кормления составляет 2-7 раз в светлое время суток. Форель меньших размеров кормят чаще крупных рыб. Затраты корма не должны превышать 2,0 кг, пастообразного 4-5 кг на 1 кг форели. Размер гранул комбикормов должен соответствовать массе рыб (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Оптимальные размеры гранул в зависимости от массы лососевых рыб

Масса рыб, г	Размер гранул, мм	№
5,1-15,0	3,2	6
15,0-50,0	4,5	7
50,1-200,0	6,0	8
Более 200	8,0	9

Раздачу корма проводят вручную или с помощью кормораздатчика.

Суточная норма кормления лососевых рыб определяется потребностью организма в питательных веществах, их сбалансированностью и общим количеством энергии. Существуют различные способы определения суточной нормы кормления. Наиболее распространенными и проверенными практикой является расчет суточной нормы кормления в зависимости от температуры воды и массы выращивания рыб по специальным таблицам Дьюэля. Имеются также видовые отличия в суточной норме (таблицы 5.7-5.9).

Таблица 5.7 – Суточная норма кормления радужной форели, стальноголового лосося и форели Дональдсона гранулированными кормами, % к массе тела

Температура воды, °С	Масса рыбы, г										
	До 0,2	0,2-2,0	2-5	5-12	12-25	25-40	41-60	61-100	101-150	151-200	Более 200
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2,7	2,3	1,8	1,5	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
3	2,9	2,7	1,4	1,6	1,3	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
4	3,2	2,6	2,1	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
5	3,4	2,8	2,3	1,9	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
6	3,7	3,1	2,5	3,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
7	4,0	3,3	2,7	2,3	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
8	4,4	3,6	2,9	2,6	2,0	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
9	4,7	3,9	3,2	2,8	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
10	5,1	4,4	3,4	3,0	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
11	5,6	4,7	3,8	3,3	2,5	2,0	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3
12	6,0	5,0	4,1	3,5	2,7	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Продолжение таблицы 5.7											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	6,5	5,5	4,4	3,8	2,9	2,4	2,2	1,9	1,8	1,6	1,5
14	7,0	5,9	4,7	4,2	3,1	2,5	2,3	2,1	2,0	1,7	1,6
15	7,5	6,3	5,1	4,6	3,4	2,8	2,5	2,2	2,1	1,8	1,7
16	8,0	6,7	5,4	4,1	3,9	3,1	2,7	2,4	2,2	2,0	1,9
17	8,6	7,1	5,8	5,5	4,1	3,4	2,8	2,6	2,3	2,2	2,1
18	9,1	7,6	6,2	6,0	4,4	3,5	3,0	2,7	2,4	2,3	2,2
19	9,6	8,1	6,6	6,1	4,6	3,6	3,1	2,7	2,6	2,4	2,3
20	10,1	8,4	7,1	6,3	4,7	3,7	3,2	2,8	2,6	2,5	2,4

Таблица 5.8 – Суточная норма кормления молоди атлантических лососей сухими гранулированными кормами, % к массе тела

Температура воды, °С	Масса рыбы, г				
	0,2-0,5	0,5-2,0	2-5	5-15	Более 15
2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
3	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2
4	1,1	1,0	0,8	0,7	0,4
5	1,5	1,4	1,2	0,9	0,6
6	2,0	1,7	1,6	1,2	0,8
7	2,4	2,2	1,8	1,4	0,9
8	2,8	2,5	2,2	1,7	1,1
9	3,3	2,9	2,5	1,9	0,2
10	3,7	3,3	2,8	2,2	0,4
11	4,1	3,6	3,1	2,5	0,5
12	4,5	4,0	3,5	2,7	0,7
13	4,9	4,4	3,8	3,0	0,8
14	5,4	4,8	4,1	3,3	2,0
15	5,8	5,1	4,4	3,5	2,1
16	6,2	5,5	4,7	3,8	2,3
17	6,7	5,9	5,1	4,0	2,4
18	7,1	6,3	5,4	4,3	2,6
19	7,5	6,6	5,7	4,5	2,7
20	7,9	7,0	6,1	4,8	2,9
21	8,4	7,4	6,4	5,0	3,1
22	8,8	7,7	6,7	5,3	3,3

Таблица 5.9 – Суточная норма кормления молоди тихоокеанских лососей сухими гранулированными кормами, % к массе тела

Температура воды, °С	Масса рыбы, г						
	До 0,3	0,3-0,8	0,8-2,0	2-5	5,12	12-25	25-40
2	2,2	2,0	1,8	1,4	1,2	1,0	0,7
3	2,3	2,2	1,9	1,5	1,3	1,0	0,7
4	2,6	2,4	2,1	1,7	1,4	1,1	0,8
5	2,8	2,6	2,2	1,8	1,5	1,2	0,9
6	3,0	2,7	2,5	2,0	1,7	1,4	1,1
7	3,2	3,0	2,6	2,2	1,9	1,5	1,1
8	3,5	3,4	2,9	2,4	2,1	1,6	1,2
9	3,8	3,5	3,1	2,6	2,2	1,7	1,3
10	4,1	3,9	3,5	2,7	2,4	1,8	1,4
11	4,5	4,3	3,8	3,0	2,6	2,0	1,5
12	4,8	4,6	4,0	3,3	2,8	2,2	1,6
13	5,2	5,0	4,4	3,5	3,0	2,3	1,7
14	5,6	5,4	4,7	3,8	3,4	2,5	1,8
15	6,0	5,9	5,0	4,1	3,7	2,7	2,0
16	6,4	6,2	5,4	4,3	4,1	3,0	2,1
17	6,8	6,6	5,7	4,6	4,	3,3	2,2
18	7,3	7,0	6,1	5,0	4,8	3,5	2,4

Эффективность кормления лососевых рыб зависит от периодичности раздачи комбикорма (таблица 5.10).

Таблица 5.10 – Частота кормления разных лососевых рыб, раз/сутки

Масса рыбы, г	Радужная форель*	Проходные лососи
До 0,2	12	24
0,2-1,0	10	18
1,1-2,0	9	12
2,1-5,0	8	10
5,1-15,0	8	8
15,0-50,0	6	8
50,1-200,0	4	6
* – также стальноголового лосося и форели Дональдсона		

Чем чаще кормят рыбу, тем выше скорость роста рыбы и меньше потери корма при кормлении. Оптимальная частота кормления разных рыб

неодинакова. Проходных лососей следует кормить чаще, чем радужную форель, стальноголового лосося и форель Донадсона. Для лососевых видов рыб (радужная форель, стальноголовый лосось и форель Дональсона) массой свыше 40 г. применяют также экструдированные комбикорма. Размер гранул экструдированных кормов представлен в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Размер экструдированных комбикормов для радужной форели в зависимости от массы тела

Масса рыб, г	Диаметр гранул, мм
40-60	4,0-4,5
60-200	5,0-6,0
Более 200	7,0-8,0

Суточную норму экструдированного комбикорма определяют по специальной кормовой таблице в зависимости от температуры воды и массы тела. Суточная норма экструдированного корма несколько меньше, чем гранулированного при одинаковой калорийности (таблица 5.12). Это объясняется более высокой усвояемостью и пониженными потерями при кормлении.

Таблица 5.12 – Суточная норма кормления радужной форели экструдированным комбикормом, % к массе тела

Температура воды, °С	Масса рыбы, г				
	40-60	60-100	100-150	150-200	Более 200
4	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
6	1,0	0,8	0,8	0,7	0,6
8	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8
10	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
12	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
14	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3
16	2,2	1,9	1,8	1,7	1,5
18	2,4	2,2	1,9	1,8	1,8
20	2,6	2,3	2,1	2,0	1,9

Кормление производителей форели. Кормление производителей и ремонт следует разнообразно, легко усвояемым и питательным кормом. Основу рациона составляют компоненты животного происхождения. Используют гранулированные корма рецептур РГМ-8П или РГИ-8ПК. Кратность кормления не менее 2 раз в сутки.

Перед обловом выростных емкостей кормление прекращают за 1-2 дня. В преднерестовый период суточный рацион кормления должен составлять 0,5-1,5 % массы тела производителей и 2-3 % массы тела ремонтной группы 2-3 раз в сутки в светлое время (таблица 5.13).

Таблица 5.13 – Суточный рацион производителей форели, % к массе тела

Масса форели, г	Температура воды, °С		
	5-10	11-15	16-20
300-1000	2	3	3
1000 и более	2	2	3

Если нерестовый период продолжается не дольше 0,5 месяца, производителей не кормят. При более длительном нересте применяют ограниченное кормление, т.е. кормят 2-3 раза в неделю. Суточная норма корма составляет 0,5-1,0 % массы тела и выдается за 1-2 приема. Кормление прекращают за 2 суток до сортировки производителей и получения половых продуктов. На второй день после нереста производителей начинают кормить. Кормить форель при температуре воды 2-3 °С и выше нужно регулярно, при более низких температурах – 2-3 раза в неделю.

Литература [5, 6]

Вопрос самоконтроля:

1. Какие корма используют при товарном выращивании лососевых рыб?
2. Назовите их отличительные особенности от стартовых кормов для форели.
3. Какие корма используют при товарном выращивании лососевых рыб?
4. Как проводят кормление лососевых рыб?
5. Приведите величины кормовых коэффициентов различных кормов?

5.4 Кормление сиговых рыб

Представлены основные требования к кормам, показатели полнорационных продукционных кормов для кормления разновозрастных сиговых рыб.

Основными объектами выращивания сиговых рыб являются чудский сиг, волховский сиг, рипус, пелядь, белорыбица, нельма, ряпушка, байкальский омуль, чир, мусун, тугун.

Личинки сиговых рыб к моменту перехода на активное питание по сравнению с другими традиционными объектами аквакультуры **имеют низкий уровень развития пищеварительной системы**. В связи с этим на ранних стадиях развития для них требуется применения живых кормов. Все сиговые – **холодноводные** виды. Они не прекращают питаться при низких значениях температуры воды (1-2 °С). Оптимальный интервал температур для кормления составляет 0-20 °С. При повышении температуры за пределы оптимума (более 20 °С) активность питания снижается.

Сиги по характеру питания подразделяются на три группы:

1. планктонофаги – омуль, пелядь, ряпушка, рипус, тугун (зоопланктофаг);
2. бентофаги – чир, мусун, пыжьян, чудской сиг, лудога и др.;
3. сиги смешанного питания – мусун, чудской сиг, чир.

Требования к кормам при искусственном питании. Для личинок сиговых рыб характерен низкий уровень пищеварительных ферментов, что предъявляет высокие требования к стартовым комбикормам. Протеин должен содержать высокий уровень доступного белка.

В 80-е годы в ГосНИОРХе были разработаны стартовые корма для молоди сиговых, которые послужили основой для создания технологии выращивания сиговых рыб в бассейнах. Они успешно применялись в рыбоводных хозяйствах Северо-Запада, Урала, Сибири. Но после прекращения выпуска ряда ключевых компонентов – высокобелковых продуктов микробного синтеза, входящих в их состав, промышленный выпуск этих кормов не осуществляется.

В настоящее время с появлением новой ресурсосберегающей технологии изготовления рыбных кормов методом экструзии и пополнения банка данных сведениями о потребностях сиговых в питательных веществах работы по кормопроизводству были возобновлены. Были начаты разработки современных экструдированных кормов и оценке их влияния на рыбоводно-биологические показатели молоди сиговых.

Были проведены исследования по использованию в стартовых кормах сиговых разных источников белка (заменителей рыбной муки, белковых продуктов микробиосинтеза) и биологически активных добавок. В качестве источников белка в начальном кормлении личинок испытывали сухой белок куриного яйца и концентрат соевого белка. Кроме того, провели опыты по включению в состав стартовых кормов сиговых специфического каротиноида водных животных астаксантина и неорганических фосфатов – монофосфата калия и дифосфата кальция. Корма изготавливались методом экструдирования. В результате установлено следующее:

– Сухой белок куриного яйца признан хорошим заменителем рыбной муки в составе стартовых кормов сиговых. При замене 14 % рыбной муки на белок яйца личинки пеляди хорошо усваивали корм и лучше росли, чем в контроле. Конечная масса их была на 13,5 % выше;

– Концентрат соевого белка оказался непригодным для стартовых кормов. Он вызывал отставание в росте и развитии у личинок пеляди и муксуна;

– Включение каротиноида астаксантина в состав стартовых кормов привело к существенному ускорению роста (на 26-37 %) молоди пеляди и муксуна;

– Установлена необходимость в повышении доступного фосфора в экструдированных кормах сиговых. Добавление легко усвояемых растворимых монофосфата калия и дифосфата кальция в корма существенно ускорило рост, развитие, повысило жизнестойкость молоди и способствовало улучшению минерализации тканей;

При промышленном выращивании сиговых рыб используют в личиночный период живые корма, в мальковый период – гранулированные, при товарном выращивании – гранулированные, экструдированные, экспандированные. В ограниченных объемах применяют и влажные корма – пастообразные, влажные гранулы.

В личиночный период кормление сигов следует начинать с вскоре после выклева, не позднее 3 дней активной жизни. В раннем онтогенезе личинок кормят живым кормом (науплии артемии, моины, босмины, коловратки). При отсутствии живого корма временно можно использовать яичный порошок и сухие дафнии. Наиболее полноценным кормом для личинок сиговых являются декапсулированные яйца рачка и науплии артемии, которые вводят в рацион в первые дни кормления, а затем, на 4–5-е сутки, при температуре 8–10 °С – корм МС-84 или крошку корма Эквизо. При температуре воды 15–20 °С применять яичный порошок или сухие дафнии не рекомендуется: они сильно загрязняют воду и ухудшают кислородный режим. Сухой корм растирают в ступке с небольшим количеством воды. Корм дается личинкам не менее 4–5 раз в сутки.

Кормить личинок начинают через 1–2 часа после размещения в садки. Для этих целей удобно использовать кормораздатчики различной конструкции. В начальный период интервал кормления составляет 2–5 мин (при температуре воды 8–13 °С). Активность питания и поисковый пищевой рефлекс в начале кормления низкий. Личинки захватывают частицы корма, находящиеся только в непосредственной близости к головной части.

При массе тела 10–12 мг личинки плавают сформировавшейся стаей, активность питания увеличивается. Частоту раздачи суточной нормы корма можно уменьшить до 10–12 раз. По достижению малькового периода в возрасте 15–25 суток, отмечается максимальная активность питания и утилизации корма. Время наступления этого периода зависит от температуры воды. Видовой принадлежности сиговых, условий выращивания и питательности корма (таблица 5.14).

Таблица 5.14 – Рацион кормления сиговых рыб в раннем онтогенезе

Этап развития	Кормовые объекты	Кратность кормления	Суточный рацион, % к массе тела
Личинки (возраст не позднее 3 суток)	живые корма (науплии артемии, моины, босмины, коловратки)	постоянно	50
Личинки (на 4–5-е сутки)	живые корма + прикормка МС-84 или крошкой Эквизо	10-12	50
Личинки массой 25-50 мг	стартовые комбикорма	10-12	40

Мальковый период. По завершению личиночного и наступления малькового периода жизни в возрасте 20-30 суток при массе тела 25-50 мг появляется возможность применять стартовый комбикорм, который для личинок сиговых рыб отличается своеобразным, качественным составом. Его протеин должен содержать повышенную доступность. Рецептура стартового комбикорма представлена в таблице 5.15.

Таблица 5.15 – Стартовый комбикорм для личинок (РГМ-СС) и мальков (РГМ-ПС) сиговых рыб, %

Компоненты	РГМ-СС	РГМ-ПС
Мука рыбная	19,0	41,5
крилевая	10,0	10,0
пшеничная	5,0	13,0-
водорослевая	-	2,0
Сухой обрат	8,0	10,0
Дрожжи кормовые (гидролизные)	40,0	15,0
Кормовой рыбный белок	8,0	-
Рыбий жир	7,0	7,0
Метионин	1,5	-
Премикс ПФ-1М	1,5	1,5
Протеин, не менее	50	45
жир	9,0	8,0
Минеральные вещества	12,	13,0
Энергия , МДж/кг	12-13	11-12

Основной отход личинок при подращивании в заводских условиях связан с загрязнением воды остатками корма и илом, поэтому вода должна быть чистой, а количество корма – соответствовать оптимальной норме. Важно, чтобы корм как можно дольше находился во взвешенном состоянии, тем самым создаются оптимальные условия для его большей поедаемости. Оптимальные размеры крупки в зависимости от массы сиговых рыб представлены в таблице 5.16.

Таблица 5.16 – Оптимальные размеры крупки в зависимости от массы сиговых рыб

Масса рыб, г	Размер крупки, мм	№
До 0,02	0,1-0,2	1
0,03-0,2	0,2-0,4	2
0,2-1,0	0,5-0,6	3
1,1-3,0	0,6-1,0	4
3,1-7,0	1,1-1,5	5
7,1-10,0	1,5-2,5	6

Молодь массой 3 г кормят с интервалом 10 мин. Применение автокормушек позволяет достигать кормового коэффициента 1, кормление вручную увеличивает его до 1,5–2,0 единиц. Суточные дозы корма на протяжении всего периода выращивания корректируют в зависимости от массы молоди и температуры воды, проводя регулярный контроль количества корма и размерами его частиц. Отход за личиночный период достигает 30-40 %, при подращивании же личинок исключительно на живом корме отход снижается в 2-3 раза. Применение искусственных кормов позволяет выращивать в бассейнах и садках более 10 млн мальков сиговых (пелядь, омуль, муксун, волховский сиг, нельма и др.).

Кормление личинок, мальков и сеголетков следует проводить по нормам в зависимости от массы тела и температуры воды. Первые 10 дней поисковая пищевая реакция личинок еще низкая и потери комбикормов

значительны. Суточная норма в этот период должна быть увеличена на вероятную величину потерь, которая составляет до 30 % раздаваемого корма. Это избыточное кормление, компенсирующее потери, требует повышения соответствующих затрат, однако эти затраты оправданы повышением скорости роста и выживаемости молоди. По завершению личиночного период развития потери снижаются и суточную норму уменьшают до предусмотренных кормовой таблицей величин.

Суточную норму корма рассчитывают по ожидаемому приросту при соответствующей температуре воды и кормовом коэффициенте по формуле:

$$H = n \times K \times P \quad (5.1)$$

где H – суточная норма кормления сиговых рыб, % массы рыбы;

n – количество выращиваемой молоди, шт;

K – кормовой коэффициент;

P – прирост массы молоди за сутки, г.

Ожидаемый прирост молоди за сутки находят по формуле

$$P = W_{\text{ср}} \times P / 100 \quad (5.2)$$

где $W_{\text{ср}}$ – средняя масса молоди, г;

P – прирост молоди за сутки, %.

При выращивании молоди в рыбоводных бассейнах кормовой коэффициент составляет 2,0-2,5 единицы, при выращивании в сетчатых садках – на 0,5 единиц больше. Для повышения эффективности кормления личинок искусственными кормами в первые дни после перехода на комбикорма следует добавлять зоопланктон в количестве до 20 % основного рациона. При выращивании сиговых в сетчатых садках можно привлекать кормовые организмы зоопланктона с помощью подводных источников электросвета. Это позволит сократить расход комбикормов на 20-25 % в

зависимости от количества и видового состава зоопланктона в водоеме и массы выращиваемой молоди. На протяжении всего сезона выращивания осуществляют постоянный контроль роста, выживаемости молоди и кормовых коэффициентов. Учет отхода следует вести ежедневно. Контрольные обловы проводить при массе рыб до 1 г через 5 суток, массой 1–7 г – через 7 суток, 7–20 г – через 10 суток.

Выращивание товарной рыбы схоже с товарным выращиванием форели. Для молоди массой свыше 50 г применяют в кормлении РГМ -5В. Суточная норма кормления сухими гранулированными кормами имеет незначительные отклонения от кормовых таблиц для радужной форели

Литература [2, 5, 8]

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите особенности питания сиговых рыб.
2. Чем кормят личинок сиговых?
3. Какой уровень протеина и жира должен быть в кормах для молоди сиговых рыб?
4. Назовите марки комбикормов для молоди сиговых.
5. Какие корма используют при товарном выращивании сиговых рыб?
6. Как рассчитывают суточную норму корма по ожидаемому приросту при соответствующей температуре воды и кормовом коэффициенте?
7. Приведите величины кормовых коэффициентов различных кормов?

РАЗДЕЛ 6 КОРМЛЕНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

6.1 Основы полноценного кормления осетровых рыб

Представлены основные требования к кормам, показатели полнорационных продукционных кормов для кормления разновозрастных осетровых рыб.

Основными объектами выращивания осетровых видов рыб являются осетр, севрюга, стерлядь, белуга и их гибриды. Осетровые – придонные хищники и бентосояды, медленно подбирают пищу со дна. В природных условиях молодь осетровых рыб питается беспозвоночными, взрослые особи большинства видов — моллюсками и рыбой. Как правило, рыбы ведут донный образ жизни. Личинки осетровых рыб к моменту перехода на активное питание имеют низкую ферментовыделительную активность желудка. В связи с этим на ранних стадиях развития для них требуется применения живых кормов искусственных кормов с повышенным уровнем водорастворимых низкомолекулярных пептидов. Оптимальный температурный режим при выращивании осетровых рыб находится в пределах 20-26 °С. При температуре воды ниже 10 °С и выше 30 °С активность питания падает. Осетровые рыбы относятся к эвригалинным. Соленая вода стимулирует потребление пищи и рост взрослых рыб.

Требования к кормам при искусственном питании. Для осетровых рыб корм должен тонущем. Корма должны обладать достаточной водостойкостью, которая препятствует механическому размыванию корма и экстракции питательных веществ в воде, способствовать сохранению формы гранул в процессе набухания. В отличие от других видов рыб осетровые рыбы нуждаются в более концентрированных кормах. Прежде всего, это касается молоди. В состав стартовых кормов для осетра, бестера, белуги и других осетровых должно находиться 45-55 % протеина, 16-20 % жира и 6-12 % углеводов. Выращивание осуществляют в прудах, бассейнах, лотках, садках с применением искусственных кормов. При промышленном выращивании осетровых рыб в личиночный период используют живые корма и гранулированные, при товарном выращивании – гранулированные,

экструдированные, экспандированные. В ограниченных объемах применяют и влажные корма – пастообразные, влажные гранулы. Комбикормовая промышленность выпускает для осетровых рыб корма 3 типов – стартовые, продукционные и репродукционные для выращивания ремонтно-маточного стада. Основные технические характеристики комбикормов для осетровых рыб представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Основные показатели кормов для кормления осетровых рыб

Показатели	Типы корма				
	Стартовый		Продукционный		репродукци онный
	оптимум	эконом	оптимум	эконом	
Массовая доля сырого протеина, % не менее	50	45	42	38	50
Массовая доля сырого жира, % не менее	11,0	8,0	12,0	8,0	10
Массовая доля сырой золы, % не более	11,0	12	10	12	12
Массовая доля сырой клетчатки, % не более	1,5	2,5	3,0	5,0	2,0
Массовая доля лизина, % не менее	3,0	2,3	2,1	1,8	2,4
Массовая доля метионина и цистина, % не менее	1,6	1,2	1,2	0,9	1,3
Массовая доля фосфора, % не менее	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Общая энергия, МДж/кг	18	17	18	16	14
Кислотное число жира, мг КОН, не более	30	30	70	70	70
Перекисное число жира, % йода, не более	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3

Литература [5, 6].

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите особенности питания осетровых рыб?
2. Какие требования следует предъявлять к комбикормам для осетровых рыб?

6.2 Стартовые корма для осетровых рыб

Представлены рецептуры и основные положения нормированного кормления личинок и молоди осетровых рыб.

Для выращивания личинок и мальков осетровых рыб до массы 3-5 г используют стартовые комбикорма. При разработке стартовых комбикормов учтен состав питательных веществ естественной пищи молоди осетровых рыб, отличающийся наличием протеина с низкой молекулярной массой, также высоким содержанием незаменимых жирных кислот линолевого и линоленового ряда.

Кормление личинок, мальков и сеголетков осетровых проводят стартовыми комбикормами Ст.ОБ-1Аз, Ст-04Аз, ОСТ-5 и БМ-1. В составе рецептур преобладают компоненты животного происхождения (таблица 6.2-6.4).

Таблица 6.2 – Рецептура стартового комбикорма Ст.ОБ-1Аз для выращивания в бассейнах личинок и молоди осетровых рыб массой свыше 5 г, %

Компонент	%	Заменители
Мука рыбная	45	Не заменяется
кровяная	4	Не заменяется
Сухой обрат	5	ЗЦМ (1:1), казеинат натрия
БВК	5	Эприн (1:1)
Соевый шрот	8	Не заменяется
Подсолнечный шрот	8	Просо или сорго
Пшеничная мука	10	Ячмень
Жир морских млекопитающих	6	Масло растительное нерафинированное (1:0,5)
Премикс Вр.ПШ-3Укр.	1	Жидкие фосфатиды
Премикс ПМ-1	0,5	Премикс Вр.ПШ-2Укр.
В 100 г гранулированного комбикорма содержится в г: – сырого протеина, не менее 53; – жира, не более 15 – в корма дополнительно вводятся антибиотики		

Таблица 6.3 – Рецептура стартового комбикорма Ст-4Аз для выращивания в бассейнах личинок и молоди осетровых рыб массой свыше 5 г, %

Компонент	%	Заменители
Мука рыбная	35	Крилевая мука
кровяная	4	Не заменяется
Сухой обрат	5	ЗЦМ (1:1), казеинат натрия
БВК	5	Эприн (1:1)
Соевый шрот	15	Не заменяется
Подсолнечный шрот	6	Просо или сорго
Пшеничная мука	8	Не заменяется
БВК-ферментализат	14	Не заменяется
Жир морских млекопитающих	6	Масло растительное (1:0,5)
Премикс Вр.ПШ-3Укр.	1	Премикс Вр.ПШ-2Укр.
Премикс ПМ-1	0,5	ПФ-2В
В 100 г гранулированного комбикорма содержится в г:		
– сырого протеина, не менее 53;		
– жира, не более 15		
– в корма дополнительно вводятся антибиотики		

Таблица 6.4 – Рецептура производственного комбикорма БМ-1 для выращивания сеголетков бестера от массы 3-5 г до 100 г, %

Компонент	%	Заменители
Мука рыбная	32,0	Не заменяется
мясокостная	7	Крилевая мука
кровяная	10	Не заменяется
Сухой обрат	5	Не заменяется
Дрожжи кормовые (гидролизные)	10	БВК
Соевый шрот	9	Не заменяется
Подсолнечный шрот	8	Просо или сорго
Пшеница	8	Ячмень
Жир морских млекопитающих	3,0	Масло растительное нерафинированное
Премикс Вр.ПШ-3Укр.	1	Премикс Вр.ПШ-2Укр.
Премикс ПМ-1	0,5	ПФ-1В(1:1),Пф-2В (1:1)
В 100 г гранулированного комбикорма содержится в г:		
– сырого протеина, не менее 40;		
– жира, не более 15		
– в корма дополнительно вводятся антибиотики		

Личинок осетровых рыб начинают кормить со стадии смешанного питания. В этот период масса личинок 20-40 мг. Внешне это характеризуется началом подъема личинок на плав и резорбцией желточного мешка примерно на 50-60 %. К стартовому корму в первый месяц добавляют живые корма – науплии артемии, мелкие формы пресноводного зоопланктона. Использование олигохет при выращивании молоди до массы 0,2-0,3 г не рекомендуется из-за возможного дисбаланса основных питательных веществ в рационе. Личинок осетровых при переходе на активное питание следует начинать кормить искусственными кормами и добавлением живых кормов до 50 % рациона. Молоди массой свыше 100 мг долю живых кормов рекомендуется снизить до 20 %. В этот период с низшими кормовыми объектами, в качестве корма молоди осетровых можно использовать высших раков, прежде всего гаммарид и мизид. Обычно их собирают в естественных водоемах. Из искусственных кормов кормить следует использовать гранулированные и частично пастообразные. Суточные нормы внесения стартовых и живых кормов в выростную емкость при выращивании личинок и молоди осетровых рыб представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Рацион кормления личинок осетровых рыб стартовыми комбикормами с добавлением живых кормов

Рацион	
Личинки средней массой до 100 мг	50 % живой (зоопланктон + артемия);
	50 % стартовый РГМ-6М;
для молоди средней массой до 1 г	20 % зоопланктон;
	80 % искусственный (комбикорм и пастообразные корма)
Размер крупки, мм	
для личинок до 100 мг	0,1-0,2
для молоди средней массой до 1 г	0,8-1
Частота кормления, раз в сутки	
Продолжение таблицы 40	
Суточная норма кормления, % к массе тела	
для личинок до 100 мг	40-50
для молоди средней массой до 1 г	20-10

Размер крупки должен соответствовать массе молоди (таблица 6.6).

Таблица 6.6 – Оптимальные размеры крупки стартовых кормов в зависимости от массы осетровых рыб

Масса рыб, г	Размер крупки, мм	№
До 0,1	0,2-0,4	2
0,1-0,3	0,4-0,6	3
0,4-1,0	0,6-1,0	4
1,1-2,0	1,0-1,5	5
2,1-5,0	1,6-2,5	6

Суточная норма кормления кормами Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз при ручном кормлении представлена в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Суточная норма и частота кормления осетровых рыб стартовыми кормами Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз, % от массы тела

Масса рыб, г	Число кормлений в сутки	Суточная норма
До 0,05	5-7	2
0,05-1	10-12	10
1-3	6-8	7
3-5	4-6	5

Первые 2-3 дня начала кормления суточную норму сокращают наполовину, затем по мере привыкания молоди, восстанавливают до полного размера. Для адаптации личинок к питанию, корм вносят небольшими порциями, разбрасывая по поверхности воды, и контролируют поедаемость. В это время раздача каждой разовой порции корма в одном бассейне должна продолжаться не мене 5-10 минут. Если после кормления на дне бассейна остается крупка, следует увеличить длительность раздачи. При появлении у личинок хорошей реакции на корм продолжительность разового кормления сокращают до 2-3 минут. В первый месяц личинок и мальков кормят круглосуточно через 2 часа до полного насыщения. После того, как молодь достигнет массы 3, частоту кормления сокращают и кормят через 3-4 часа.

Размер кормовых частиц должен соответствовать массе молоди. Для сеголетков массой 5-50 г суточная норма составляет 5-7 %, свыше 50 г – 3,5 % к массе тела. При выращивании в садках бестера и ленского осетра суточная норма корма должна быть увеличена на 30%. При достижении рыбами массы 3-5 г возможна смена стартового корма на производственные корма БМ-1Аз, ОТ-6, ОТ-7, ОТ-8 и ПБС-4.

Литература [5, 6]

Вопросы для самоконтроля:

1. Чем кормят личинок осетровых рыб?
2. Какой уровень протеина и жира должен быть в кормах для молоди осетровых рыб?
3. В какой период личиночного развития следует начинать приучать молодь к искусственным кормам?
4. Какие виды живых кормов используют в начале экзогенного питания личинок осетровых?
4. Как изменяется уровень протеина и жира в кормах для разновозрастной молоди?
5. Назовите марки комбикормов для молоди осетровых.

6.3 Кормление осетровых рыб производционными кормами

Представлены рецептуры и основные положения нормированного кормления сеголетков, годовиков и двухлетков осетровых рыб.

При товарном выращивании сеголетков, годовиков и двухлетков бестера используют производционные корма БМ-1Аз, ПБС-4, а также форелевый РГМ-5В. Уровень протеина снижается до 40 %, содержание жира не более 15 %. Производционные комбикорма производят с применением гранулирования, экспандирования и экструдирования. Рецепт производственного корма для кормления бестера ПБС-1 представлена в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Рецепт производственного комбикорма ПБС-1 для выращивания двухлетков бестера, %

Компонент	%	Заменители
Мука рыбная	25	Не заменяется
мясокостная	8	Крилевая мука
кровяная	5	Не заменяется
водорослевая	3,5	Не заменяется
Дрожжи кормовые	4	БВК
БВК	10	Дрожжи кормовые
Соевый шрот	17	Не заменяется
Подсолнечный шрот	5	Просо или сорго
Пшеница	12	Ячмень, пшеничные отруби, сорго
Жир	9	Масло растительное
Премикс Вр.ПШ-3Укр.	1	Премикс Вр.ПШ-2Укр.
Премикс ПМ-1	0,5	ПФ-1В(1:1),Пф-2В (1:1)
В 100 г гранулированного комбикорма содержится в г: – сырого протеина, не менее 40; – жира, не более 15; – углеводы 30; – в корма дополнительно вводятся антибиотики		

Осетровые рыбы, в отличие от других культивируемых рыб в начале кормления потребляют только корм, упавший на дно рыбоводной емкости. Привыкнув, они хватают корм также в толще воды. При выращивании в бассейнах не возникает проблем, рыбы обычно активно потребляют

комбикорм, лежащий на дне. При выращивании в сетчатых садках следует устанавливать на дно кормовые столики, представляющие собой обычно металлический лист с невысокими краями. Раздачу корма проводят вручную или с помощью кормораздатчика.

Оптимальный размер гранул производственного корма для кормления бестера ПБС-1 представлена в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – Размер гранул производственных кормов БМ-1Аз и ПБС-4. в зависимости от массы осетровых рыб

Масса рыб, г	Размер гранул, мм	№
5-20	3,2	7
21-50	4,5	8
51-300	6,0	9
более 300	8,0	10

Суточная норма корма в условиях бассейнов и лотков для сеголетков массой 5-50 г составляет 5-7 %, а свыше 50 г – 3-5 % (таблица 6.10).

Таблица 6.10 – Суточная норма и частота кормления осетровых рыб производственными кормами БМ-1Аз и ПБС-4 при бассейновом выращивании, % от массы тела

Масса рыб, г	Число кормлений в сутки	Суточная норма,
Бассейновое выращивание		
5-50	4-6	5-7
свыше 50	4-6	3-5
Садковое выращивание		
5-50	4-6	10
свыше 50	4-6	6

В условия садкового выращивания бестера суточная норма кормов должна быть увеличена вдвое.

Ремонт и производители. Ремонтные группы производителей кормят гранулированными кормами рецептур РГМ-5В, РГМ-9ПО и ОПК-1 с

размером гранул 4,5-8 мм. Суточная норма кормления производителей ленского осетра представлена в таблице 6.11.

Таблица 6.11 – Суточная норма кормления производителей ленского осетра, % к массе тела

Температура воды, °С	Масса рыбы, г		
	400-800	800-1500	Свыше 1500
12	2,1	1,7	1,5
18	3,2	2,7	2,2
21	4,0	3,2	2,6
25	5,0	3,7	3,3

Допускается кормление пастообразными кормами, в основном на основе фарша из рыбы (50-60 % состава корма). Кратность кормления составляет 2-7 раз в светлое время суток. Затраты корма не должны превышать 2,0 кг, пастообразного 4-5 кг на 1 кг осетровых. Пастообразный корм готовится на основе рыбного фарша. Дополнительными компонентами являются мука рыбная, мясокостная, кровяная. Из продуктов микробиального синтеза в корм вносят гидролизные дрожжи. Растительные компоненты представлены льняным и подсолнечниковым шротами и пшеничной мукой (таблица 6.12).

Таблица 6.12 – Состав пастообразного корма

Компонент	Содержание, %
Рыбный фарш	50
Мука рыбная	13
мясокостная	7
кровяная	5
Дрожжи гидролизные	8
Шрот льняной	5
подсолнечный	5
Пшеничная мука	2
Фосфатиды	6
Масло растительное	2
Рыбий жир	1
Премикс витаминный	1

Липидная добавка состоит из смеси растительного масла и рыбьего жира с добавлением фосфатидов.

Литература [5, 6]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие корма используются при товарном выращивании сеголетков, годовиков и двухлетков бестера?
2. Какой уровень протеина и жира должен быть в продукционных кормах для осетровых рыб?
3. Что входит в состав пастообразных кормов и в каком количестве?
4. Как изменяется уровень протеина и жира в кормах для разновозрастных рыб?
5. Назовите марки продукционных комбикормов для осетровых рыб.

РАЗДЕЛ 7 КОРМЛЕНИЕ СОМОВЫХ РЫБ

7.1 Основы кормления сомовых рыб

Дана видовая характеристика объектам аквакультуры сем. Сомовые. Представлены основные требования к кормам, показатели полнорационных продукционных кормов для кормления канального сома как наиболее распространенного объекта аквакультуры сем. Сомовые.

Из представителей семейства Сомовые к объектам аквакультуры относятся следующие виды – сом европейский или обыкновенный (*Silurus glanis*), американские канальные сомы (*Ictalurus punctatus*) и (*Ictalurus nebulosus*), горный сомик (*Glyptothorax armeniacus*), африканский длинноусый клариевый (мраморный) сом (*Clarias gariepinus*).

Характеристика видов. **Сом европейский или обыкновенный** (*Silurus glanis*) является первым объектом выращивания в аквакультуре Европы. В настоящее время его выращивают в России и странах Европы. Сом обыкновенный – самый крупный вид из сомовых. Достигает длины 3,3 м и массы 256 кг. Обитает сом в бассейнах Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей, акклиматизирован в Балхаше В Белоруссии он занесен в Красную книгу. Сом обыкновенный – хищник. Средняя длина рыб составляет около 1 м, масса 10 кг. Наиболее активный рост сома отмечен в местах с более длительным вегетационным периодом. В р. Кубань Краснодарского края и в водохранилищах Ставропольского края рыбы достигают длины 110-130 см в возрасте 8 лет. Созревает на 3-4 году жизни при длине 52-78 см. Массовый нерест проходит при температуре 20-23 °С.

Канальный сом – представитель североамериканской ихтиофауны. Канальный сом – теплолюбивый и требовательный к содержанию растворенного кислорода в воде вид. Оптимальным диапазоном температур является 25-30 °С уровень растворенного кислорода не менее 4-5 мг/л. Средняя масса взрослых особей варьирует от 300 г до 5 кг, но встречаются и массой более 34 кг; длина - 25-80 см. Канальный сом созревает на 3-4-м году жизни. Нерест происходит в мае-июне при температуре воды 25-30 °С.

Канальный сом – перспективный объект товарного рыбоводства. Выращивают его в районах с продолжительностью периода с температурой воды свыше 22°C не менее 4 месяцев. В то же время он достаточно хорошо переносит зимние условия обитания подо льдом в течение 3-4 месяцев и соленость до 10-11 ‰. Наиболее благоприятные районы для выращивания производителей канального сома – Закавказье, Средняя Азия и Северный Кавказ. В северных районах успешно выращивают на сбросных теплых водах, как в условиях индустриального производства, так и в прудовых хозяйствах с использованием искусственных кормов и естественной кормовой базы. Впервые завезен в СССР из США в 1974 г., достаточно хорошо освоен отечественной и зарубежной аквакультурой. В настоящее время в результате разработки и освоения методов разведения и выращивания он получил достаточно широкое распространение в ряде стран мира. Так, например, в США он является основным объектом товарного рыбоводства. Сом выращивают в прудах, бассейнах и садках, установленных в различных водоемах. Также он используется для целей спортивного рыболовства. Ценность канального сома как объекта аквакультуры определяют быстрый рост, хорошее потребление и эффективное использование комбикормов, экологическая пластичность и приспособляемость к различным условиям содержания, в том числе к высокой плотности посадки, отличные вкусовые качества. За высокие пищевые качества его называют тепловодным аналогом форели.

Африканский длинноусый клариевый (мраморный) сом обитает в тепловодных (не менее 18 °С) пресноводных водоемах Среднеземноморского бассейна озерах, в русла и дельтах рек, плавнях. Особенностью вида является способность около суток находиться без воды Созревает на втором году жизни (в1-1,5 года жизни) при длине 30-40 см и массе тела 400-500 г. Максимальной длины (170 см) и массы (60 кг) рыбы достигают в возрасте 8 лет. Нерест происходит в мае-июне при температуре воды 25-30 °С.

Клариевый сом – новый объект разведения Российской Федерации, Он неприхотлив, легко адаптируется к различным условиям содержания и в отличие от других представителей сомовых помимо высокого темпа роста обладает высокой стойкостью к неблагоприятным условиям среды обитания, в том числе к низкому уровню растворенного кислорода, ранним созреванием. Однако считается, что рыбы не выдерживают температуру воды ниже 18 °С.

Особенности питания. По характеру питания сомы хищники. В естественных условиях молодь всех сомовых потребляет зоопланктон и бентос, взрослые особи канальные сомы и клариевый сом питаются личинками насекомых (стрекоз, поденок, ручейников, хирономид), моллюсками. Сомы размером более 30 см могут питаться рыбой. Из перечисленных видов канальный сом наиболее широко используется в аквакультуре.

Требования кормам при искусственном питании. Содержание протеина в корме канальных сомов должно быть не ниже 30 % (причем половина – животного происхождения). Основные показатели полнорационных продукционных кормов для кормления канального сома представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Основные показатели полнорационных комбикормов для кормления канального сома

Показатели	Типы корма				
	Стартовый	Продукционный			
		менее 50 г		более 50 г	
		оптимум	эконом	оптимум	эконом
1	2	3	4	5	6
Массовая доля сырого протеина, % не менее	45	38	33	33	28
Массовая доля сырого жира, % не менее	8,0	9,0	6,0	6,0	4,0

Продолжение таблицы 7.1					
1	2	3	4	5	6
Массовая доля сырой золы, % не более	10	10	10	10	10
Массовая доля сырой клетчатки, % не более	2,0	4,5	6,0	6,0	8,0
Массовая доля лизина, % не менее	2,4	2,0	1,5	1,5	1,2
Массовая доля метионина и цистина, % не менее	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5
Массовая доля фосфора, % не менее	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Общая энергия, МДж/кг	14	13	12	13	12
Кислотное число жира, мг КОН, не более	30	70	70	70	70
Перекисное число жира, % йода, не более	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2

Литература [6]

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте характеристику объектам выращивания представителям семейства сомовые.
2. Назовите особенности питания сомовых рыб?
 1. Какие требования с позиции кормопроизводства предъявляют к кормам для сомовых рыб при искусственном питании
 2. Какой уровень протеина и жира должен быть в кормах для молоди сомовых рыб?

7.2 Кормление канального сома

Представлены рецептуры и основные положения нормированного кормления канального сома.

В 80-90-е годы XX века, для его выращивания успешно применяли комбикорма СБ-1, предназначенные для кормления личинок и молоди массой до 15 г, СБ-2 – от 15 г до товарной массы и СБ-3 – для выращивания от 1 г. до товарной массы, созданные в КрасНИИРХе. Они отличаются большим количеством компонентов растительного происхождения и относительно невысокой жирностью (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Комбикорм СБ-1 предназначен для кормления личинок, мальков и сеголетков массой до 15 г, СБ-2 – от 15 г до товарной массы, СБ-3 от 1 г до товарной массы

Компонент	СБ-1	СБ-2	СБ-3
Масса рыб	До 15 г	от 15 г до товарной	от 1 г до товарной
Мука рыбная	18	11	11
мясокостная	-	3	3
кровяная	-	5	-
травяная	-	-	5
пшеничная	-	-	28
Дрожжи этиловые (эприн)	45	15	15
Соевый шрот	11	-	-
Подсолнечниковый шрот	12	14,8	14,85
Горох дробленный	10	22	22
Холин-хлорид	0,2	0,2	0,15
Премикс ПФ-2В	1	1	1
Энергетическая ценность	12-13	11-12	
В 100 г гранулированного комбикорма содержится в г:			
– сырого протеина, не менее	40-42	31-33	38
– жира, не более	5-6	3-4	5
– клетчатки	1-2	4-5	2

После прекращения производства этаноловых дрожжей, которые были одним из основных компонентов этих комбикормов, их выпуск был

приостановлен. Разработка новых технологий производства комбикормов позволила расширить ассортимент сырья для производства рыбных комбикормов. На основе знаний об особенностях питания канального были созданы новые усовершенствованные рецептуры. Для выращивания личинок и мальков до массы 3 г был предложен экструдированный стартовый корм Сом старт 52/10 размером крупки 0,1-0,3 мм; 0,3-0,6 мм; 0,6-1,0 мм; 1,0-1,5 мм. В рецептуру корма входят мука рыбная, соевый концентрат, витазар, дрожжи, пшеница, рыбий жир, премикс, холин хлорид. Для выращивания личинок и мальков до массы 5 г предложен стартовый корм АК-1СС рецептуры, который содержит рыбную и кровяную муку, витазар, гидролизные дрожжи, рыбий жир и витаминно-минеральную смесь. В составе корма находится не менее 45 % протеина, 9 % жира, не более 2 % клетчатки и 10% золы и свыше 14,44 МДж/кг обменной энергии. Этот корм имеет вид крупки величиной от 0,2 до 2,5 мм, каждый размер которой предназначен для молоди определенной массы.

Личинкам канального сома корм задают по мере поедаемости: по достижении средней массы 0,25 г суточный рацион составляет 10%, при массе 5 г - не более 5-6 % массы рыбы

Для выращивания канального сома массой от 5 до 50 г применяется экструдированный корм индекса АК-1СЭ, в состав которого входит 30 % компонентов животного происхождения (рыбная и мясная мука), 15 % продуктов микробиального синтеза (гидролизные дрожжи), около 50 % растительного сырья (соевый и подсолнечный шроты, пшеница), рыбий жир, моно- или дикальцийфосфаты, витаминно-минеральный премикс. Данный корм содержит не менее 40 % протеина и 7 % жира, не более 10 % золы и 5 % клетчатки, свыше 14,02 МДж/кг обменной энергии.

По мере роста сома требования к белковой и энергетической обеспеченности рациона снижаются. Кроме того, допускается уменьшение содержания в кормах компонентов животного происхождения с целью их удешевления, что происходит без потерь их продуктивных свойств. Так, для

рыб массой более 50 г рекомендуется продукционный экструдированный комбикорм индекса АК-2СЭ, в котором доля рыбной и мясной муки снижена до 17 %. Он содержит 32% протеина, 5 % жира и 13,18 МДж/кг обменной энергии. В качестве источника жиров допускается использование растительного масла. Суточный рацион рассчитывают, исходя из температуры воды и массы сома (таблица 7.3).

Таблица 7.3 – Суточная норма кормления канального сома комбикормами, % к массе тела

Температура воды, °С	Масса рыбы, г									
	До 0,1	0,2-0,6	0,7-2,0	2,1-5,0	12-25	5,1-15,0	15,1-25,0	100-250	250-500	Более 500
12	6,0	5,1	5,0	4,0	3,0	2,7	2,3	1,9	1,6	1,5
15	8,0	6,2	5,5	4,4	3,2	3,1	2,6	2,2	1,9	1,7
18	10,1	8,0	6,3	5,1	4,2	3,7	3,1	2,7	2,3	2,0
21	16,0	10,0	8,0	6,2	5,0	4,3	3,9	3,3	2,7	2,5
24	22,0	15,5	11,0	8,3	6,5	5,1	4,6	4,0	3,3	2,9
27	28,0	22,4	16,0	11,7	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	3,4
30	25,0	21,0	20,0	15,0	10,0	9,5	8,0	6,0	5,0	4,0

Частота кормления корма массой до 1 г составляет 12 раз, массой 1-15 г – 8 раз, массой 15-100 г – 6 раз, свыше 100 г – 3-4 раза в сутки. Кратность кормления взрослых рыб составляет от 2 до 6 раз в день. Затраты экструдированных комбикормов для получения 1 кг прироста канального сома колеблются в пределах 1,5-2,0 кг, гранулированных - на 20-30 % больше. При температуре воды выше 18 °С для канального сома целесообразно применять экструдированные плавающие комбикорма, при температуре 16-18 °С предпочтительно смешивать медленно тонущий корм с плавающим, а ниже 16 °С — использовать тонущие гранулы, что связано с пищевым поведением рыб этого вида. Малькам корм задают в кормушках, а старшим возрастным группам – на грунт. Можно применять те же приемы кормления, что и при выращивании карпа. Канальный сом быстро привыкает ко времени кормления и кормовому месту, поэтому не рекомендуется их

менять. Необходимо тщательно контролировать поедаемость. При плохом поедании величину рациона снижают. Оптимальные размеры крупок и гранул в зависимости от массы канального сома представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Оптимальные размеры крупок и гранул в зависимости от массы канального сома

Масса рыб, г	Размер крупки, мм	Размер гранул, мм
До 0,1	0,2-0,4	
0,1-0,3	0,5-0,6	
0,4-1,0	0,7-1,0	
1,1-2,0	1,1-1,5	
2,1-5,0	1,6-2,5	
5,1-25,0		3,2
25,1-100,0		4,5
100,1-400,0		6,0
Более 400,0		8,0

Более высокий рыбоводный результат может быть получен при совместном использовании искусственных и естественных кормов, особенно на ранних стадиях развития молоди. При выращивании личинок канального сома в лотках кормление осуществляют гранулированными кормами стартовым кормом РГМ-5, пастообразными и живыми. Из живых кормов наиболее питательным являются науплии артемии. При достижении 40-45 суток доля живых кормов в питании личинок может сократиться до 20%. Суточная норма сеголетков до 100 мг составляет 40-50 %, свыше 100 мг до 1 г – 10-20 % массы тела. Молодь свыше 1 г до массы 5 г можно полностью переводить на искусственные корма (гранулированный, пастообразный). Соотношение пастообразного и гранулированного должно составлять 1 : 1. В начале выращивания суточная норма составляет 10 %, в конце – 6 % массы тела рыб. Частота кормления в начале кормления от 10 до 6 раз в светлое время суток. Годовиков массой 10-15 г кормят искусственными кормами, состоящими из 80 % гранулированных кормов и 20 % пастообразных (таблица 7.5).

Таблица 7.5 – Рацион кормления личинок канального сома стартовыми комбикормами с добавлением живых кормов

Рацион	
Личинки средней массой до 100 мг	50 % живой (зоопланктон + артемия); 50 % стартовый РГМ-6М;
для молоди средней массой до 1 г	20 % зоопланктон;
	80 % искусственный (комбикорм и пастообразные корма)
Размер крупки, мм	
для личинок до 100 мг	0,1-0,2
для молоди средней массой до 1 г	0,8-1
Частота кормления, раз в сутки	6-10
Суточная норма кормления, (%) к массе тела	
для личинок до 100 мг	40-50
для молоди средней массой до 1 г	20-10
Молодь средней массой от 1 до 10 г	50 % гранулированного РГМ-6В
	50 % пастообразного корма
Годовики массой 10-15 г	20 % пастообразного корма
	80 % гранулированного РГМ-6В
Суточная норма кормления, (%) к массе тела	
Молодь средней массой до 5 г	10 %
Молодь средней массой до 10 г	6 %
Годовики массой 10-15 г	6 %
Кормление, раз в светлое время суток	
Молодь средней массой до 5 г	10
Молодь средней массой до 10 г	6
Годовики массой 10-15 г	4-5

При садковом содержании канального сома в водоемах охладителях кормление можно продолжать и в зимний период. Зимой суточный рацион сеголетков зависит от температуры воды: при 7-8 °С суточный рацион составляет 0,5-1,0 %, при 9-11 °С – 1-2 %, при 12-13 °С 3 % массы тела рыб. Для кормления используют те же корма, что и летом.

При товарном выращивании кормление осуществляют пастообразными и гранулированными кормами. Пастообразный корм готовят из говяжьей селезенки и рыбного фарша с добавлением премикса в количестве 1 %. Суточная норма при кормлении канального сома в возрасте двух-трех лет

составляет 5 % массы тела, у производителей снижают до 4 %. Кормовой коэффициент при кормлении гранулированными кормами составляет 2-2,5 единицы, пастообразными кормами – 3 единицы.

В зимний период производителей до начала нерестового периода содержат в зимовальных прудах. Кормление осуществляют гранулированными кормами марок РГМ-5В, РГМ-8В, 16-80, СБ-3 и пастообразными кормами. Пастообразные корма для маточного стада включают фарш из рыбы или смесь из 80 % говяжьей селезенки, 19 % рыбной муки и 1 % форелевого премикса ПФ-2В. Доля пастообразных кормов может составлять 20-30 %, в преднерестовый период 40-50 % суточного рациона. Кормление рыбы при низких температурах кормят 1 раз в светлое время суток. При повышении температуры воды свыше 4 °С увеличивают до 2 раз неделю. С ростом температуры до оптимального уровня величина рациона и число кормлений увеличивается (таблица 7.6).

Таблица 7.6 – Суточная норма кормления производителей, % к массе тела

Температура воды, °С	Величина рациона, % от массы тела	Число кормовых дней в неделе
5-8	0,5	1-2
9-12	1,0	3
13-19	1,5	4-5
20-24	2-3	7
25-29	4-5	5-6
30-35	3-4	

Литература [8].

Вопросы для самоконтроля:

1. В какой период личиночного развития следует начинать приучать молодь канального сома к искусственным кормам?
2. Какие комбикорма используются при выращивании личинок, молоди, годовиков и двухлетков канального сома?
3. Какой уровень протеина и жира должен быть в продукционных кормах для канального сома?

Тема 3 Кормление клариевого сома

Представлены рецептуры и основные положения нормированного кормления клариевого сома.

Личинок с перехода на активное питание кормят естественными кормовыми организмами. В возрасте до 14 суток личинки питаются различным крупным зоопланктоном. Рацион должен содержать зоопланктон, состоящий из крупных организмов (таблица 7.6).

Таблица 7.6 – Схема кормления клариевого сома

Этап развития	Кормовые объекты	Кратность кормления	Суточный рацион, % к массе тела
Личинки (возраст до 14 суток)	различный крупным зоопланктон	10-12	50
Личинки (свыше 14 суток)	мелкие хирономиды, науплии артемии, стартовый комбикорм в виде пасты.	10-12	50
Личинки массой свыше 100 мг	зоопланктон до 20-25 % пастообразный стартовый корм + фарш селезенки 75-80 %	10-12	40
Молодь 1-5 г	Стартовый комбикорм РГМ-6М – 50% + фарш селезенки 50 %	6-10	10
Молодь 5-20 г		3-4	6
Годовики и свыше	РГМ-6В+ пастообразные примеси	2	4-5
Преднерестовый период	комбикорм для форели (в гранулах), рыбий фарш или смесь фарша с селезенкой (1 к 4) 40-50 % плюс премикс форелевый 1 %.	2	4-5
Взрослы особи при содержании в пруду	Сорная рыба	2	4-5
Кормовой коэффициент, единицы			3

Свыше 14 суток в рацион вводят науплии артемии, хирономиды, а также стартовый комбикорм в виде пасты. Частота кормления в этот период

составляет 10-12 раз. При массе 100 мг долю естественных кормовых организмов в рационе следует уменьшить до 20-25 %. Основным кормом с этого момента и в последующие 40-50 суток становится стартовый комбикорм с добавлением перетертой селезенки. После достижения 1 г рацион молодь кормят стартовым комбикормом с добавлением фарша селезенки. Соотношение гранулированного комбикорма и фарша составляет 1 : 1. Суточная норма кормления составляет 10 % к массе тела с кратностью 6-10 раз в сутки. При достижении молодь массы 5 г кратность кормления снижают до 3-4 раз, суточный рацион – 6 %. В зимний период взрослая рыба в питании не нуждается, но сеголеток обязательно нужно кормить. Количество кормов зависит от температуры воды – чем она выше, тем больше требуется корма (таблица 7.7).

Таблица 7.7 – Суточная норма кормления сеголетков клариевого сома в зимний период, % к массе тела

Температура воды, °С	Величина рациона, % от массы тела
7-8	0,5-1,0
9-11	1,0-2,0
12-13	3,0

При садковом осенне-зимнем содержании масса сеголеток увеличивается в среднем на 15-20 %. Взрослого сома, начиная с двух лет, кормят 2 раза в сутки. продукционным комбикормом для форели в сочетании с пастообразным. Суточная доза должна быть не менее 4-5 % от массы тела рыб с кратностью 2 раза в сутки. В преднерестовый период производителей кормят продукционными комбикормами и рыбий фарш или смесь фарша с селезенкой в соотношении 1 : 4 с добавлением премикса 1-2 %. Суточный рацион составляет 40-50 %, кратность 2 раза. В нагульный период при содержании в пруду в качестве корма используют различную сорную рыбы дважды в сутки.

Литература [6]

Вопросы для самоконтроля:

1. В какой период личиночного развития следует начинать приучать молодь клариевого сома к искусственным кормам?
1. Какие комбикорма используются при выращивании разновозрастного клариевого сома?
2. Какой уровень протеина и жира должен быть в продукционных кормах для клариевого сома?
3. Какой рацион должен быть при кормлении личинок клариевого сома?
5. Назовите марки комбикормов можно использовать для клариевого сома.

РАЗДЕЛ 8 КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ЖИВЫХ КОРМОВ

Обеспечение гидробионтов на ранних стадиях развития живыми кормами при их искусственном разведении является одной из наиболее важных биотехнических проблем аквакультуры водных объектов. В аквакультуре в качестве живых кормов используются: инфузории, нематоды, коловратки, олигохеты, ракообразные (артемия, дафнии, мойны), насекомые, хирономиды. По пищевой ценности кормовые беспозвоночные являются незаменимыми в питании рыб. Все они содержат белок, жир, углеводы, минеральные вещества, но имеют различную пищевую ценность. Наиболее полноценными пищевыми организмами являются жаброногие (Branchiopoda) и ветвистоусые рачки (Cladocera), и прежде всего дафнии (Daphidae). Они богаты минеральными солями, витаминами, незаменимыми аминокислотами. Аминокислотный состав белков тела олигохет (Oligochaeta) также полноценный, однако эти животные содержат меньше витаминов по сравнению с дафниями и очень бедны минеральными соединениями. Личинки хирономид (Chironomida) по содержанию витаминов и минеральных веществ занимают промежуточное положение между дафниями и олигохетами, аминокислотный состав их белков полноценный.

Но наиболее распространенным и универсальным видом живого корма являются жаброногие рачки. Они характеризуются коротким жизненным циклом, способностью жить во временных, периодически полностью высыхающих или промерзающих водоемах. Рачки очень плодовиты, могут нормально развиваться в условиях очень высокой плотности популяции, их яйца выдерживают промерзание и высыхание. Питаются бактериями, водорослями и простейшими. Для них характерен фильтрационный тип питания.

Объектами культивирования являются виды родов *Artemia* Leach, 1819 и *Streptocephalus*.

8.1 Разведение жаброногих рачков

Дается краткая биологическая характеристика кормовых беспозвоночных представителей родов артемии и стрептоцефалюс. Описываются способы их культивирования.

Объект разведения. Жаброногий рачок рода *Artemia* самый распространенный и универсальный вид живого корма. Он используется при кормлении личинок молоди различных видов рыб и ракообразных (креветки) в виде покоящихся (диапаузирующих) яиц (цисты) артемии, науплиусов и взрослых рачков.

Краткая биологическая характеристика. Длина артемии достигает 1,5 см. Обитает в водоемах с различной соленостью от 10 до 250 ‰ и низким (до 1 мг/л) содержанием кислорода. Артемии раздельнополые животные. Размножается живорождением, яйценошением (образованием яиц с тонкой оболочкой, из которых сразу же развиваются науплии) и цистоношением (образованием цист (яиц), покрытых толстой хитиновой оболочкой). В каждой кладке насчитывается от 7 до 80 яиц, откладываемых с интервалом от 3 до 11 суток. Яйца артемии мелкие – диаметр их 0,2 мм, масса 3-4 мг. Оптимальная температура выращивания артемии 25-27°C. С повышением солености интенсивность размножения артемии снижается.

Способ выращивания. Культивирование артемии развивается по трем основным направлениям:

- получение науплиусов артемии методом инкубации цист;
- экстенсивное выращивание артемии бассейновым и прудовым методом;
- интенсивное выращивание артемии в открытых и замкнутых системах водоснабжения.

Получение науплиусов артемии методом инкубации. Принцип метода заключается в инкубации цист артемии, собранных в естественных соленых водоемах. Инкубацию проводят в различных емкостях конической формы на рыбопроизводных заводах. В качестве инкубационной среды используют приготовленные солевые растворы.

Метод получения науплиусов артемии включает следующие основные этапы: заготовку и очистку яиц, хранение, активацию, инкубацию яиц. Для всех этапов разработана технология, позволяющая добиться высокой всхожести цист при инкубации цист. В зависимости мощности хозяйств инкубацию цист проводят в различных емкостях конической формы объемом 20-75 дм³. При массовой инкубации яиц целесообразно использовать стеклянные сосуды типа аппаратов Вейса емкостью 6-8 и 40 дм³ или аппараты «ВНИИПРХ» емкостью до 200 дм³. По сравнению с конусообразными аппаратами аппараты Вейса и «ВНИИПРХ», представляющие собой сочетание цилиндра с конусом или полуэллипсоидом, более вместительны и обеспечивают хорошее перемешивание раствора и инкубируемых яиц. Аэрация производится при помощи компрессоров, воздуховода и диффузора. Воздуховод с диффузором вводится в сосуд сверху или снизу, причем диффузор опускается в нижние слои раствора соли. Яйца сначала всплывают на поверхность, а затем по мере набухания опускаются в толщу воды и там постоянно перемешиваются при помощи барботажа воды сжатым воздухом. В аппаратах «ВНИИПРХ» дополнительно обеспечивается поддержание оптимальной для выклева температуры. После окончания инкубации и выклева науплиусов, обычно через 48 часов для аппарата Вейса и 26 часов – в аппаратах «ВНИИПРХ», компрессор отключают, а содержимое сосуда сливают через сачок из газа № 60 и переносят в такой же аппарат с пресной водой, где происходит разделение компонентов по разности удельных весов. При хорошем качестве яиц отбор науплиусов не представляет больших трудностей.

Достоинствами этого метода является – получение живых кормов (науплиусов артемии) в требуемых количествах и сроки непосредственно на рыбоводных предприятиях. Однако для обеспечения оптимальных условий инкубации следует добиваться оптимального солевого режима (общая соленость, солевой состав, рН), что можно рассматривать как недостаток метода. Асинхронность развития науплиусов и необходимость подрачивания

их в течение нескольких дней несколько также ограничивает применение данного метода в аквакультуре.

В большинстве случаев используются только что выклюнувшиеся науплии, хотя подрошенные для многих потребителей являются хорошим стартовым кормом. В качестве корма также успешно используются предвзрослые и взрослые формы рачка. Наиболее удобным способом получения артемии разных возрастных групп является выращивание артемии экстенсивным и интенсивным различными методами.

Экстенсивное выращивание артемии прудовым и бассейновым методом. Используя зарубежный опыт в условиях Крыма для создания оптимальных условий выращивания по солевому режиму (общая соленость, ионно-солевой состав, рН) могут быть использованы природные гипергалинные акватории (озера) с применением различных интенсификационных мероприятий или искусственные водоемы (искусственные пруды, бассейны), а также возможно использование в качестве выростных водоемов площади солнечных солеварен.

Принцип метода заключается в пастбищном выращивании артемии на естественной кормовой базе в естественных и искусственных водоемах.

Для осуществления процесса выращивания артемии хозяйствам требуются выростные водоемы, пруды испарители, рапохранилище, системы подачи воды низкой солености, системы подачи рапы. Экстенсивная биотехнология выращивания рачков предусматривает их выращивание в соленых прудах или бетонных бассейнах на естественной кормовой базе с концентрацией соли свыше 100 г/дм^3 . Для увеличения выхода продукции с 1 м^2 выростных емкостей проводится внесение органических (птичий помет, навоз, отруби) и/или минеральных удобрений. Это позволяет повысить выход биомассы продукции можно более чем в 2 раза. Максимальная плотность рачков составляет 100 экз./дм^3 . При увеличении солености до 200 г/дм^3 , процесс живорождения у артемии можно заменить выметом яиц. Это позволит получать до 10 кг яиц в месяц. Урожайность артемии в удобряемых

гипергалинных водоемах может составлять до 30 т сырой массы на 1 га. Экстенсивный метод – малозатратный.

Интенсивный метод выращивания. Интенсификация процесса выращивания артемии может быть достигнуто при создании оптимальных условий среды обитания вида, обеспечивающих высокую продукционную способность вида и устойчивое развитие популяции при высокой плотности рачков. Интенсивное выращивание артемии осуществляется в открытых и замкнутых системах водоснабжения. Интенсивное выращивание артемии предусматривает выращивание рачков с высокой плотностью в искусственных емкостях (бассейны) при повышенном водообмене и кормлении искусственными кормами. В технологическом отношении при выращивании рачков используется открытое **непроточное** или **проточное** культивирование.

Принцип метода **непроточного культивирования** заключается в культивировании артемии при высокой плотности посадки, с регулируемым водотоком, поддерживаемом кислородном режиме, кормлении искусственными кормами. Инкубацию проводят в различных емкостях конической формы на рыбозаводных заводах. В качестве инкубационной среды используют приготовленные солевые растворы.

Главной особенностью технологии является аэрация воды за счет использования эрлифтов. В качестве выростной емкости используют емкости прямоугольной формы (из бетона, пластика и т.д.), с закругленными углами, с центральной перегородкой, которая расположена на одинаковом расстоянии от боковых стенок и на 2-5 см выше дна. Отношение высоты емкости к ширине должно быть меньше 1. Глубина воды не должна превышать 1 м. Для поддержания оптимальной температуры (25-30 °С) используют обогреватели, термостаты и теплообменники. Так как рачки лучше растут в темноте, емкости для культивирования лучше затенять.

Основными требованиями к корму являются питательность корма, оптимальный размер частиц корма (менее 50 мкм), низкая растворимость

корма. В качестве корма используют живые и неживые водоросли, дрожжи, рыбную муку, яичный порошок, гомогенизированную печень, рисовую и соевую пудру и отруби, сыворотку. Количество корма нормируют в соответствии с показателями прозрачности воды (используется планка прозрачности или диск Секки) и отдельно для разных видов корма. Системы интенсивного непроточного культивирования рачков при плотности 5-10 тыс. экз./дм³ позволяют получать высокую товарную массу в объеме 5-7 кг/дм³ за двух недельный срок.

Недостатком метода является скопление при высокой плотности культивирования артемии в выростных емкостях продуктов жизнедеятельности гидробионтов, экзувиев и частиц детрита, которые существенно ухудшают рост и выживаемость рачков. Для предотвращения негативных процессов в выростной емкости требуется регулярное удаление взвешенных загрязняющих веществ и растворенных компонентов, особенно при использовании высокобелковых кормов.

Выращивание рачков в установках открытого проточного типа предусматривает постоянное удаление взвешенных и растворимых загрязнений, что обеспечивает благоприятную экологическую обстановку в выростной емкости и позволяет использовать с высокой водорастворимостью. Плотность выращивания рачков может составлять более 20 тыс. экз./дм³. Производительность установки открытого проточного культивирования достигает 25 кг сырой массы артемии с 1 м³ за две недели при кормлении микроводорослями и 20 кг/м³ - при кормлении микроизмельченными рисовыми отрубями при 25 °С. Расход сухих микроизмельченных водорослей на получение 1 кг сырой массы рачков составляет 0,75 кг. Особо важным в таком типе культивирования являются взаимозаменяемые и самоочищающиеся фильтрующие системы, позволяющие удерживать животных в культуральной среде и одновременно фильтровать воду от отходов.

Недостатком этой технологии является то, что использование этой

технологии возможно лишь при наличии больших объемов достаточно теплой морской воды или рассолов (термальные сбросы воды от энергетических предприятий, геотермальные источники).

В условиях лимитирования объемов естественной соленой воды целесообразно интенсивное выращивание артемии в замкнутых системах водоснабжения. Этот тип культивирования предполагает дополнительную установку биофильтров в комбинации с системой отделителя отходов и дезинфицирующим аппаратом для обработки воды на выходе из емкости для культивирования. Процесс очистки, по существу, состоит из разрушения растворимой органики посредством бактериальной минерализации, нитрификации и элиминации органической биомассы. Данный тип культивирования позволяет избавиться от зависимости условий внешней среды, но предполагает более высокую стоимость продукции. Количество получаемой продукции в этом случае сопоставимо с таковой, получаемой в системах открытого проточного культивирования.

Объект разведения. Из жаброногих рачков рода *Streptocephalus* культивируют стрептоцефалюс торвикорнис.

Биологические особенности. Длина стрептоцефалюса достигает 3 см. Живет в водоемах с низкой минерализацией и с низким (до 1 мг/л) содержанием кислорода. Оптимальная для развития температура 10-25°C. Вид раздельнополый. Становится половозрелым в трехнедельном возрасте, Размножается половым путем. Форма яиц круглая, их диаметр изменяется от 0,23 до 0,32 мм. В течение жизненного цикла самка делает до 27 кладок яиц. Количество яиц в кладке зависит от возраста самки. В первой кладке насчитывается от 15 до 120 яиц. Через 50 суток самка откладывает до 500-600 шт. Интервал между отдельными кладками составляет 3-5 суток. Стрептоцефалюс является излюбленной пищей молоди белуги.

Способ выращивания. Яйца стрептоцефалюса заготавливают в естественных местах их обитания или в прудах тех рыбководных заводов, где он культивируется. Сбор яиц производят при заполнении прудов. В это время

часть яиц всплывает на поверхность воды и концентрируется в прибрежной зоне. Собранные яйца просушивают и очищают от примесей, проводя их через систему сит с уменьшающимися отверстиями. Промораживанием хранящихся в картонных коробках или полотняных мешочках яиц повышают степень их выклева. Выращивание стрептоцефалюса лучше всего осуществлять в дафниевых бетонных бассейнах. Для того чтобы не допустить обсыхания яиц, их засыпают внутрь плавающих рамок, изготовленных из реек или круга из резинового шланга. Вселяют стрептоцефалюса в выростные пруды равномерно разбрасывая перед заполнением пруда. Плотность яиц стрептоцефалюса составляла 180 шт./м². К концу периода выращивания увеличилась до 84 тыс. шт./м². Подкармливают водорослево-дрожжевыми культурами. В бассейн в период выклева личинок метанауплиусов вносят небольшими порциями культуру водоросли хлореллы. Затем вносят разведенные до консистенции разбавленного молока дрожжи из расчета 40 см³ на 1 м³ воды.

Литература [9, 10, 11, 12].

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите методы культивирования артемии.
2. В чем принцип метода инкубации артемии?
3. Назовите достоинства и недостатки метода инкубации цист артемии.
4. В чем принцип метода экстенсивного метода выращивания артемии?
5. Опишите экстенсивный метод выращивания артемии.
6. Назовите достоинства и недостатки экстенсивного метода инкубации цист артемии.
7. Назовите различия экстенсивного и интенсивного методов выращивания
8. В чем принцип метода интенсивного метода выращивания артемии?
9. Назовите достоинства и недостатки интенсивного метода инкубации цист артемии.
10. Какие видовые отличия у стрептоцефалюса по сравнению с артемией.
11. Опишите метод выращивания стрептоцефалюса.

8.2 Разведение ветвистоусых рачков

Дается краткая биологическая характеристика представителей надотряда ветвистоусых рачков. Описываются способы их культивирования.

Объект разведения. Дафнии относятся к ветвистоусым рачкам. Благодаря наличию покоящихся яиц (эфиппиумов) дафнии широко распространены в пресных водоемах. Из ветвистоусых рачков рода *Daphnia* культивируют дафнию magna (*D. magna*) и дафнию лонгиспина (*D. longispina*).

Биологические особенности. Дафнии хорошо приспособлены к резким изменениям факторов внешней среды, однако высокую численность дают лишь при строго определенном сочетании этих факторов. Размножение происходит как половым, так и бесполом путем, причем оба способа могут чередоваться по несколько раз в течение года. В условиях искусственного разведения у дафний может наблюдаться непрерывный партеногенез, когда развитие происходит без оплодотворения. При недостатке корма, ухудшении кислородного режима и уплотнении популяции наблюдается появление дафний с эфиппиумами (яйцами). У разных видов дафний плодовитость колеблется от 20 до 100 яиц. В течение жизни они дают по несколько пометов. Половозрелыми становятся на 6-9-е сутки со дня выклева. Рост происходит в период между линьками, наступающими через 2-4 дня. В течение жизни у дафний обычно бывает 20-25 линек. Дафнии достигают длины 4-6 мм и массы 7-10 мг. Продолжительность жизни в летний период составляет 35-40 суток, осенью 80-90 суток. Дафнии питаются бактериями, дрожжевыми грибами, одноклеточными водорослями, детритом и растворенными органическими веществами. Пищу рачки добывают, фильтруя воду.

Способы выращивания. Дафний выращивают в бассейнах и прудах. Исходную культуру получают весной, отлавливая дафний в естественных водоемах. Через 3-7 дней после пересадки они начинают размножаться в новых для них водоемах. В качестве посадочного материала используют также покоящиеся яйца.

Существует два принципиально различных направления разведения рачков:

- совместное выращивание дафний и их объектов питания,
- раздельное выращивание дафний и их объектов питания.

Существует несколько способов культивирования культуры дафний совместно с их объектами питания.

Способ 1 – Выращивание с использованием органических удобрений. Дафнии выращивают в небольших прудах площадью до 500 м² или цементных бассейнах, ямах, канавах. Эти водоемы должны иметь глубину 50-60 см. Важными условиями для успешного выращивания являются отсутствие фильтрации и защищенность от сильных ветров. Подготовка водоема для выращивания дафний заключается в том, что в него вносят свежий конский навоз из расчета 1,5 кг удобрений на 1 м³ воды. Навоз вносится разжиженный, без соломы. Посадочный материал заготавливают в окружающих водоемах. Сразу же после внесения навоза для зарядки водоема добавляют живых дафний в количестве 5-10 г/м³. Через 8-10 дней вносят очередную порцию конского навоза из расчета 0,75 кг на 1 м³ воды. На 18-21 день культура дафний полностью созревает и можно начинать их отлов для кормления молоди рыб. Последующие подкормки навозом проводят через 8-10 суток. Поддерживают культуру в одном вместилище 45-60 дней, после чего водоем спускают. Если необходимо, культуру закладывают вновь. Ежедневно можно получать 50 г дафний с 1 м³ воды. При отсутствии конского навоза можно использовать коровий, овечий, смешанный и птичий помет. Первая доза коровьего навоза составляет 1,5 кг/м³, последующие, вносимые через 1-1,5 недели, - по 0,75 кг/м³. Количество вносимого птичьего помета должно быть в три раза меньше, нежели коровьего навоза.

Недостаток метода. Разведение дафний на навозе связано с загрязнением водоемов и бурным развитием в ряде случаев вредоносных нитчатых водорослей.

Способ 2 – Выращивание с использованием минеральных удобрений. Наибольшее распространение получило удобрение дафниевых водоемов минеральными удобрениями. Дафний разводят в бетонных бассейнах, имеющих размеры 12,5×4,0×0,8 м. Их стены делают шириной до 40 см, чтобы по ним мог ходить человек с сачком. Бассейны нефилтрующие, полностью спускные, имеющие независимое водоснабжение. Бассейны объединяются в секции по 6 шт. Спуск одного бассейна – 2-3 ч. В каждом бассейне предусмотрено независимое наполнение и сброс воды. Незадолго до внесения маточной культуры бассейны заполняют профильтрованной через планктонный газ водой, предотвращая засорение дафниевых водоемов.

Для того чтобы избежать отрицательного влияния суточных колебаний температуры, бассейны заливают водой до глубины 0,7 м. В водоем в течение недели двумя порциями вносят удобрения из расчета 13 мг/дм³ азота и 5 мг/м³ фосфора. Такие дозы вызывают вспышку цветения протококковых водорослей. При этом исходное количество дафний должно составлять 30 г/м³. После внесения туков культура дафний созревает через 12 суток. Ее биомасса к началу сбора продукции колеблется в пределах 80-300 г/м³; среднесуточная продукция обычно составляет 13 г/м³. Пользуются культурой 15 суток. Важное условие – сохранение высокой прозрачности воды. В мутной воде задерживается цветение водорослей и наблюдается гибель дафний из-за того, что забивается их фильтрационный аппарат, с помощью которого они добывают пищу.

Преимущества метода. Применение только минеральных удобрений позволяет получить чистую культуру и избежать засорения водоемов.

Недостаток метода. Дефицит органических веществ нередко приводит к пересыщению воды кислородом и, как следствие, гибели маточной культуры.

Способ 3 – Культивирование дафний на комбинированных удобрениях – сочетание азотистых минеральных удобрений с органическими (кормовые дрожжи). На осетроводных предприятиях этот метод стал

ведущим. Вначале в водоем вносят по 13 мг/дм³ азота и по 20 г/м³ кормовых дрожжей в виде дрожжевой суспензии. В последующем через каждые пять дней добавляют половину этой дозы. Дрожжи распределяют вдоль стенок бассейна. Культура дафний на таких удобрениях созревает через 5-7 дней. При исходном количестве рачков, равном 100 г/м³, ежедневно получают с 1 м³ по 25-40 г.

Продолжительность эксплуатации бассейна составляет 20-25 дней. Об угнетении культуры свидетельствует появление самцов и эфиппидальных самок. Биомасса дафний на 1 м³ воды за сезон кормления колеблется от 500 до 1000 г. Из одного бассейна за тот же период съем дафний достигает 30-40 кг. На участке завода по разведению живых кормов, имеющем 100 бассейнов, за сезон можно выращивать 3-4 т дафний. Для того чтобы получить 1 кг дафний, в бассейн вносят от 70 до 450 г дрожжей и от 240 до 1300 г сульфата аммония.

Способ 4 – Способ выращивания дафний в сетчатых садках, размещаемых в прудах. В каждый садок помещаются крупные яйценосные дафнии. В сетчатом садке создаются своеобразные условия водообмена, способствующие роению дафний. Их молодь свободно выходит из садков и может служить кормом для рыбы, в то же время дафнии-производители охраняются от выедания. Исходную маточную культуру в садки вносят из расчета 70 г/м³. На двадцатый день с начала культивирования маточного стада вокруг садков радиусом до 10 м скапливается масса мелких дафний. Средний показатель биомассы в этом районе составляет 184 г/м³ (максимум до 680 г/м³). Концентрация дафний продолжается 40 дней. В результате применения этого метода удается повысить общую биомассу зоопланктона в 6, а дафний в 16 раз.

Раздельное выращивание дафний и их объектов питания основано на создании в культурах стабильных условий дыхания и питания. Дафний разводят в небольших бетонных бассейнах, где подкармливают водорослево-бактериальными культурами, разводимыми раздельно. Из водорослей чаще

всего выращивают хлореллу, сценедесмус или анкistroдесмус. В бассейны на 1 м³ воды вносят 185 г селитры и 385 г суперфосфата, что соответствует 50 мг/дм³ азота и 30 мг/дм³ фосфора. Водоросли можно выращивать как в открытых водоемах, так и в закрытом помещении. При оранжерейном способе разведения культуру перемешивают с помощью автоматических мешалок для более равномерного освещения всех водорослей. Освещение усиливают, применяя неоновые лампы в виде изогнутых трубок. Источники освещения помещают внутри сосуда с культурой. Такой способ обеспечивает ежедневное получение 1200 г/м³ водорослей при любых гидрометеорологических условиях. Культуру начинают получать на 5-7 день после заполнения сосуда исходным количеством водорослевых клеток. Для кормления ежедневно изымают от 15 до 35 % объема среды с водорослями. Водоросли концентрируются центрифугированием.

Объектом разведения. Из ветвистоусых рачков рода *Moina* культивируется моина макрокопа (*M. macrocopa*).

Биологические особенности. Моина – род низших двустворчатых планктонных ракообразных из надотряда ветвистоусых. Внешне форма тела имеет очертания двух округлостей – головы и туловища. Вся поверхность тела покрыта щетинками. Половой диморфизм сильно выражен – самки значительно крупнее самцом и достигают 1,35 мм. Длина самцов не превышают 0,6 мм. Важнейшая особенность моин состоит в том, что они относятся к наиболее быстро размножающимся ракообразным. Цикл их жизни короткий, и они могут существовать при сравнительно высоких плотностях. Так, при создании оптимальных температурно-кормовых условий можно добиться «вспышки» культуры до 100-кратного роста биомассы за 5 дней. После достижения популяцией некоторого максимума культура моины требует "перезарядки", т.к. в противном случае быстро (за 1-2 дня) угасает, иногда вплоть до полного исчезновения.

Способ выращивания. Для разведения моины используют бетонные бассейны размером 2,5 x 1,5 x 0,7 м. при разведении в бассейн на 1 м³ воды

вносят 500 г кормовых дрожжей. Он получил в течение 16 суток по 106 г/м³ мойны, созревшей на 4-5-й день после внесения маточной культуры. Биологическим обоснованием для разведения мойны служит ее неприхотливость к содержанию кислорода и возможность обитания при высоких концентрациях органического вещества.

Выход продукции мойны составляет 100-110 г/м³ в сутки (в течение двух недель).

Литература [11, 13].

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите биологические особенности дафний.
2. Перечислите способы выращивания дафний.
3. Как выращивают дафний с использованием органических удобрений?
4. Чем отличается выращивание дафний на минеральных удобрениях?
5. Назовите преимущества и недостатки выращивания на минеральных удобрениях.
6. Как выращивают дафний на комбинированных удобрениях?
7. Опишите способ выращивания дафний в сетчатых садках, размещаемых в прудах.
8. Опишите метод отдельного выращивания дафний и их объектов питания.
9. Чем кормят дафний при отдельном выращивании?
10. Назовите биологические особенности мойны.
11. Опишите способ выращивания мойны.

8. 3 Разведение олигохет

Дается краткая биологическая характеристика представителя рода олигохет и описывается способ культивирования белого энхитрея.

Объект разведения. Белый энхирей – представитель рода малощетинковых червей Энхитреи (*Enchitraeus*).

Биологические особенности. Предпочитает среду слабокислую и нейтральную. Обитает в пресноводной среде с влажностью 20-35 %. В условиях засолонения не образует высоких концентраций. Оптимальный диапазон температур 15-21 °С. Имеет отрицательный фототаксис. Гермафродит. Достигает длины 45 мм. Половозрелым становится при длине 15-20 мм, массе 5-9 мг. Питается разлагающимися органическими веществами почвы растительного, животного и микробиального происхождения.

Способ выращивания. Олигохет разводят в обвязанных металлической полосой деревянных ящиках-террариумах размером 750x500x180 мм. Слой грунта в ящике должен быть высотой 150 мм. На дно ящика желательно укладывать слой торфа. Червей целесообразно вносить в почву вместе с грунтом, в котором они находились раньше. Такой способ позволяет ускорить развитие олигохет, поскольку вместе с взрослыми формами заносится много коконов с яйцами. Помещают червей на глубину 3-4 см. Начальная плотность культуры должна быть не меньше 10 г на 0,1 м² грунта. Ящики целесообразно прикрывать крышками, предотвращающими быструю потерю влаги в почве и не допускающими к разводимой культуре насекомых и грызунов. Ящики-террариумы помещают в специальные помещения — олигохетники. В них имеются металлические стеллажи в виде стоек с гнездами (роликами), в которые вставляются ящики, размещаемые в несколько ярусов. Общая высота стойки 2795 мм, ширина 1680 мм (одновременно помещается 2 ящика). Между стеллажами имеются проходы шириной 1-1,5 м. Площадь террариума определяется по общей максимальной потребности олигохет в цикле с учетом 15 % резервов. В

расчетах учитывается количество дней кормления, периоды зарядки и количество ящиков, съем биомассы олигохет, продуцирующая площадь грунта. Олигохетник, кормокухню и отборочное отделение строят в блоке с инкубационным участком и холодильной установкой. Террариум работает круглосуточно.

Условия выращивания. Олигохет лучше всего выращивать при соблюдении следующих условий: температура 16-18 °С, влажность воздуха 60-70 %, а почвы 23-25 % со слабокислой или нейтральной активной реакцией среды. Для поддержания требуемой температуры и влажности в олигохетнике обеспечивается кондиционирование воздуха и его двукратный обмен в течение суток.

Кормление олигохет. Червей кормят кормами растительного происхождения. В качестве корма используют также мучные сметки, отруби, дробину (отход пивоваренного производства), листья деревьев, дикие растения и др. Корма животного происхождения употреблять не рекомендуется, так как они способствуют развитию в массовом количестве врагов олигохет. Вносимый в почву корм следует предварительно измельчить и заварить. Консистенция его должна соответствовать пюре или жидкой каше. Чем выше степень измельчения корма, тем больше его поедаемость. Обработка белковых дрожжей ограничивается разведением их в теплой воде. В пищу олигохет должны входить как структурные (дробина, солод, хлеб, отруби), так и бесструктурные (картофель, мучные сметки) корма. Дача корма – один раз в 7 дней. Норму внесения кормов рассчитывают по приросту биомассы червей и кормовым коэффициентам продуктов. Корм задают в 4-5 бороздок глубиной 3-4 см и затем прикрывают их землей. Для повышения поедаемости корма его необходимо разнообразить в различные сезоны года. Корма хранят в охлаждаемом овощехранилище, а дрожжи – в холодильнике. При кормоцехе имеется кладовая с двухсуточным запасом кормов.

Сбор олигохет. Отбор червей для последующего использования их в качестве корма молоди осетровых осуществляется несколькими способами. Один из них сводится к одностороннему подогреванию почвы с червями, перенесенными в специальные ящики. Черви от тепла уходят в нижний слой грунта (если прогрев сверху), откуда их и извлекают. Олигохет можно отбирать и световым способом. С этой целью на почву направляют серию электрических ламп с рефлектором. Черви уходят от света и концентрируются на дне ящика, откуда их и забирают.

Для скармливания личинкам олигохеты измельчаются. Средний выход доли олигохет с 1 м² грунта колеблется от 1,5 до 2 кг.

Литература [11, 13].

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите биологические особенности представителей малощетиковых червей.
2. Опишите способ выращивания олигохет
3. Чем питаются олигохеты?
4. Опишите методы сбора олигохет.

8.4 Разведение коловраток

Дается краткая биологическая характеристика кормовых беспозвоночных и описан один из способов культивирования коловраток.

Объект разведения. Коловратки (Rotifera) – тип многоклеточных животных, являющиеся мелкими кормовыми организмами, используемыми при кормлении личинок рыб в период их смешанного питания.

Биологические особенности. Основным характерным признаком является наличие на переднем конце тела ресничного образования (коловращательный аппарат), который используется для питания и движения. Известно около 1500 видов коловраток. В основном это пресноводные обитатели, но встречаются в море и влажных почвах. Большинство коловраток свободноподвижные, но есть и прикрепленные формы. Подавляющее большинство видов свободноживущие. Длина тела не превышают 2 мм. Коловратки раздельнополые. Жизненный цикл представляет собой чередование партеногенетического и полового размножения.

Способ выращивания коловраток. В каждый бетонный бассейн заливают по 2 м³ воды, удобряют ее кормовыми дрожжами и скошенной, слегка провяленной травой. На 1 м³ воды вносят 500 г дрожжей и 10 кг травы. Коловраток вначале накапливают в одном из бассейнов, в котором они размножаются. Народившуюся молодь рассаживают по другим бассейнам. Величина маточной культуры не должна быть меньше 3 г на 1 м³/дм³ воды. В массовом количестве коловратки появляются в бассейнах при температуре воды 22-24 °С через 10-12 суток. Для того чтобы получить с 1 м³ воды до 60 г коловраток, необходимо довести концентрацию водорослей до 20 млн. клеток в 1 мл.

Литература [11, 13].

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите биологические особенности коловраток.
2. Опишите способ выращивания коловраток?

Список литературы

1. Абросимова Н.А, Абросимов С.С., Саенко Е.М. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры – Ростов-на-Дону: Эверест, 2005.– 144 с.
2. Григорьев С.С., Седова Н.А. Индустриальное рыбоводство. Часть 1. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: учебное пособие [Электронный ресурс] <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/584/68584/42363> (дата обращения 18/06/2019 г.)
3. Желтов Ю.А., Алексеенко А.А. Кормление племенных карпов разных возрастов в прудовом хозяйстве – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 169 с.
4. Канидьев А.Н. Корма и кормление: Курс лекций для студентов всех форм и видов обучения специальности 31.17.00 «Водные биоресурсы и аквакультура» – Ростов-на-Дону: Филиал МГТА, 2002. – 88 с.
5. Козлов В.И., Никифоров-Никишрин А.Л., Бородин А.Л. Аквакультура – М.: МГТУ, 2004. – 433 с.
6. Склярков В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.
7. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
8. Гамыгин Е.А., Боева Т.М., Рекант А.Н. Оценка питательности новых кормовых средств в стартовых комбикормах для личинок карпа // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ: Вопросы разработки и качества комбикормов. Вып. 57. -М.: ВНИИПРХ, 1989. - Вып. 57. - С. 27 - 30.
9. Воронов П.М. Инструкция по заготовке, очистке, активации, инкубации и контролю за жизнеспособностью яиц артемии. Краснодар: Краснодарский филиал ВНИИПРХ, 1986. - 18 с.
10. Гусев Е.Е. Живой корм – артемия салина // Информационные материалы, сер.: аквакультура – М.: ВНИЭРХ, 1991. – 58 с.

11. Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. – М.: Пищевая промышленность, 1980 – С.55-61.
12. Спекторова Л.В. Обзор зарубежного опыта разведения артемии для использования ее в аквакультуре // ЦНИИТЭИРХ, ВНИРО, 1984 – 63 с.
13. <https://www.activestudy.info/biotexnika-razvedeniya-zhivyx-kormov-dlya-vyrashhivaniya-molodi-osetrovux-ryb/> © Зооинженерный факультет МСХА (дата обращения 18/06/2019 г.)

Елена Михайловна Саенко

Кормление гидробионтов

Курс лекций

для студентов направления подготовки

35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»

очной и заочной форм обучения

Тираж _____ экз. Подписано к печати _____

Заказ № _____ Объем 5,71 п.л.

ФГБОУ ВО «КГМТУ»

298309, г. Керчь, Орджоникидзе, 82