

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Г. Г. Мясников

КОРМА И ТЕХНОЛОГИЯ КОРМЛЕНИЯ РЫБ

*Курс лекций
для студентов, обучающихся по специальности
1-74 03 03 Промышленное рыбоводство*

Горки
БГСХА
2020

УДК 639.3.043.2(075.8)

ББК 47.2я73

М99

*Рекомендовано методической комиссией
факультета биотехнологии и аквакультуры
26.11.2019 (протокол № 3)
и Научно-методическим советом БГСХА
27.11.2019 (протокол № 3)*

Автор:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Г. Г. Мясников*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *И. В. Сучкова*

кандидат технических наук, доцент *Ж. В. Кошак*

Мясников, Г. Г.

М99 Корма и технология кормления рыб : курс лекций – Горки :
БГСХА, 2020. – 221 с.
ISBN 978-985-882-022-0.

Приведен теоретический материал по комплексной оценке качества кормов и системам кормления рыб в промышленном рыбоводстве.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство.

УДК 639.3.043.2(075.8)

ББК 47.2я73

ISBN 978-985-882-022-0

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Искусственное кормление является управляемым процессом: в руках человека рецептура, форма и способ изготовления корма, его продуктивные качества, а также распределение корма, определяющее его продуктивное действие. Выращивание рыбы на естественных кормах позволяет получить 2–3 ц/га, а при интенсивном рыбоводстве благодаря кормлению – до 30 ц/га и более. За счет кормления рыбы можно значительно уплотнить посадку, сохраняя в прудах благоприятные условия питания и роста.

Дальнейшее развитие интенсивных форм рыбоводства и последовательное повышение его эффективности наряду с решением технических проблем настоятельно требует самого серьезного внимания к процессу кормления и использования полноценных и экономически выгодных кормов для всех возрастных групп разводимых рыб.

Кормление оказывает значительное влияние:

1) на уровень продуктивности рыб. Корма и кормление оказывают гораздо большее влияние, чем порода и происхождение. Низкая калорийность и нехватка отдельных элементов питания задерживают рост, снижают продуктивность и плодовитость рыб, ослабляют здоровье. Чем больше корма рыба поедает, тем большая часть его используется на образование продукции;

2) на качество продуктов рыбоводства: соотношение жира и белка, аромат и вкус мяса. Содержание аминокислот в мясе различается при использовании разных кормов;

3) на формирование телосложения и развитие внутренних органов. Обильное кормление увеличивает массу и ускоряет рост рыб. Недостаточное кормление молодняка не только сказывается на живой массе и росте, но и изменяет формы телосложения. Недостаток питания молодежи вызывает недоразвитие скелета, отдельные части которого сохраняют особенности, свойственные молодому возрасту;

4) на важнейшие экономические показатели производства продукции рыбоводства.

Кормление рыб является ведущим фактором эффективного развития товарного рыбоводства. В прудовых хозяйствах за счет искусственного кормления производится 70–80 % рыбопродукции, в хозяйствах индустриального типа – практически 100 %. В структуре стои-

мости производства рыбы на долю кормов приходится около половины общих затрат.

Учение о кормлении рыб – это важнейшая часть зоотехнической науки, разрабатывающая теоретические основы, методы и технологические приемы рационального питания рыб, обеспечивающие выполнение следующих задач:

- нормальный рост и развитие;
- достижение генетически обусловленного уровня продуктивности;
- высокое качество продукции;
- хорошее здоровье;
- высокая воспроизводительная способность;
- экономное расходование кормов.

Предметное содержание (предмет) учения о кормлении:

- система оценки питательности кормов и факторов, ее определяющих;
- изучение потребности рыб в энергии, питательных и биологически активных веществах;
- разработка научно обоснованных норм и техники кормления, технологий подготовки кормов к скармливанию;
- совершенствование системы рационального использования кормов.

Изучение курса основывается на знаниях морфологии, физиологии пищеварения, биохимии, микробиологии и тесно связано с такими предметами, как культивирование гидробионтов, индустриальное рыбоводство, рыбоводство в естественных водоемах, прудовое рыбоводство, ихтиология и др.

Раздел 1. ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОЛНОЦЕННОГО КОРМЛЕНИЯ

Тема 1. ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМА ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

1.1. Понятие о питательности корма. Химический состав кормов как первичный показатель их пищевой ценности.

1.2. Состав тела рыб и растений.

1.3. Схема зоотехнического анализа кормов.

1.4. Физиологическое значение воды и сухого вещества в питании и обмене веществ рыб, содержание их в кормах.

1.5. Органическое вещество корма как источник энергии и материал для образования в теле белков и жиров.

1.1. Понятие о питательности корма. Химический состав кормов как первичный показатель их пищевой ценности.

Под питательностью корма следует понимать его способность удовлетворять потребности рыб в необходимых питательных, биологически активных веществах и энергии. Первичным показателем пищевой ценности кормов является их химический состав.

Питательные вещества, поступающие с кормом, необходимы животному организму как источник строительного материала для восполнения потерь структурных соединений клетки при катаболизме и для образования новых тканей. Кроме того, часть их (как правило, углеводы и жиры) расходуется на энергетические нужды организма, то есть на поддержание необходимого баланса энергии. И, наконец, биологически активные вещества, содержащиеся в кормах (витамины, ферменты, микроэлементы, гормоны и пр.), являются необходимыми элементами для поддержания в норме обменных процессов, протекающих в организме и их регуляции.

Отдельно взятый вид корма не в состоянии удовлетворить общую потребность организма в необходимых питательных веществах и энергии, так как не существует идеальных кормов, содержащих все необходимые элементы питания. Высокое содержание отдельных питательных веществ в корме не дает основания сделать заключение о его высокой питательной ценности вообще. Поэтому для компенсации дефицита питательных веществ в рационе необходимо вклю-

чать несколько видов кормов в количествах, способных удовлетворить общую потребность животного в энергии и всех необходимых элементах питания.

1.2. Состав тела рыб и растений.

Почти все элементы, известные современной химии, обнаруживают в тех или иных количествах в растениях и теле рыб. Основную массу элементов образуют углерод, кислород, водород и азот.

Основная разница элементарного состава сухого вещества растений и тела животных состоит в том, что в растениях несколько больше кислорода, чем в теле животных, но меньше углерода, водорода, азота. Поэтому сухое вещество тела животных более калорийно (в нем больше жира и белка) и более полноценно (наличие биологически полноценного белка, витаминов, минеральных веществ) в качестве продукта питания людей.

Рыбы – гетеротрофные организмы, не способные синтезировать органические вещества своего тела из неорганических соединений. Их пищей служит органическое вещество, синтезированное автотрофами – растениями и другими организмами, которые способны утилизировать простые неорганические соединения. Поэтому состав тела рыб и потребляемого корма не имеет принципиальных различий по набору органических и минеральных соединений, хотя количества их колеблются в широких пределах.

В состав тела рыб входят в основном белки и жиры, а растительные корма состоят в большей степени из безазотистых экстрактивных веществ и протеина (в т. ч. небелкового) при достаточно высоком уровне клетчатки. В организме рыб углеводы почти отсутствуют. Имеется незначительное количество глюкозы в крови и гликогена в печени.

1.3. Схема зоотехнического анализа кормов.

Химический состав кормов определяют по стандартной схеме, которая принята при проведении зоотехнических и биохимических анализов (рис. 1).

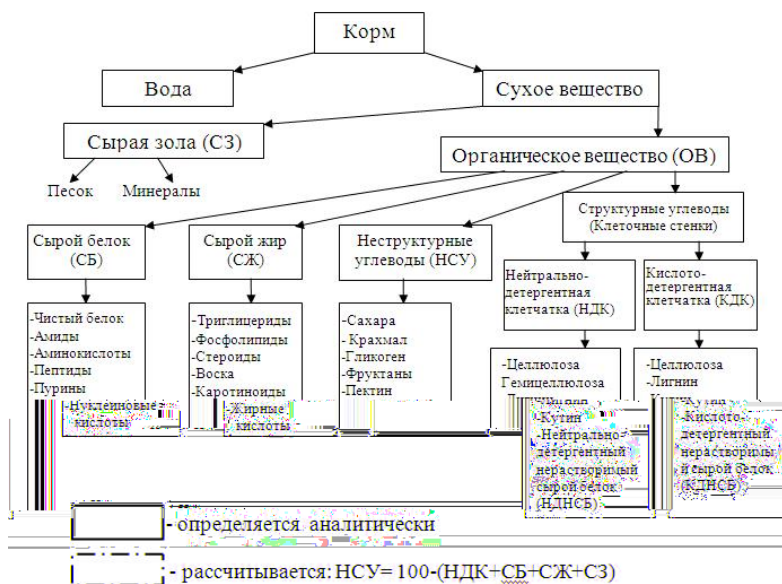


Рис. 1. Схема зоотехнического анализа корма

Вода и сухое вещество. Содержание общей влаги определяют по её потерям в результате высушивания навески натурального корма до постоянной массы при температуре 100–105 °С. Количество сухого вещества рассчитывают путем вычитания количества воды в % из 100 (100 – вода % = СВ %).

Зола. В состав сухого вещества входит органическое вещество и неорганическое (сырая зола). Содержание сырой золы определяют путем сжигания навески корма в муфельной печи при температуре 550 °С до тех пор, пока не будет удален углерод. Остаток от сжигания – это зола. Она представляет собой неорганические вещества, содержащие минеральные элементы – макро (Ca, P, Mg, K, Na, S и Cl) и микроэлементы (Fe, Mn, Zn, Cu, Co, J, Se).

Во фракцию золы могут попадать минеральные вещества, находившиеся в составе органических веществ: сера из серосодержащих аминокислот; фосфор – из фосфолипидов и нуклеиновых кислот; железо – из гемоглобина крови и т. д. Таким образом, сырая зола не является по количеству истинным представителем неорганических материалов. Кроме того, в золе присутствует кремний (Si – силиций), кото-

рый не относят к минералам. Поэтому золу называют сырой золой, т.е. золой с примесями.

Органическое вещество включает три основные группы питательных веществ – азотсодержащие (сырой протеин или сырой белок), включающие белки и амиды, безазотистые – состоящие из углеводов и сырого жира. Третья группа органического вещества – это биологически активные вещества (БАВ), в состав которой входят витамины, ферменты, гормоны и гормоноподобные вещества, фитонциды и др. соединения, обладающие высокой биологической активностью.

Белок (англ. – протеин). Содержание сырого белка рассчитывают по количеству азота (N), определяемого по методу, разработанному более 100 лет назад в 1883 году датским ученым Кьельдалем.

Метод Кьельдаля заключается в кипячении навески корма в концентрированной H_2SO_4 , при этом органический азот окисляется до сульфата аммония $(NH_4)_2SO_4$. Последующая ступень заключается в измерении количества аммиака (NH_3) . При добавлении к кислотному перевару щелочи $NaOH$ и кипячении освобождается аммиак, который поглощают раствором серной или борной кислоты. По количеству связанной кислоты определяют содержание азота, зная, что 1 мл 0,1н H_2SO_4 связывает 1,4 мг азота (N). Важное место в методе занимают катализаторы или каталитические смеси. Одна из таких смесей состоит из K_2SO_4 и $CuSO_4$, которые добавляют в сжигаемую смесь навески и концентрированной H_2SO_4 .

Белки отличаются от углеводов и жиров тем, что в их молекуле содержится азот. Большинство белков содержат 16 % азота (16 г в 100 г белка). Если 100 г белка разделить на 16 мы получим азотный коэффициент, равный 6,25 ($100 : 16 = 6,25$). Азотный коэффициент используют для определения количества сырого белка (сырого протеина), путем умножения количества азота в навеске корма на 6,25 ($N \times 6,25 =$ сырой белок). При определении сырого белка не надо думать, что весь азот представлен истинными или чистыми белками. В кормах содержатся небелковые азотсодержащие вещества: свободные аминокислоты, короткие пептиды, нуклеиновые кислоты, амины и амиды. Для них применяют общее название – амиды. Так как белок по Кьельдалю состоит из собственного белка и амидов, то его называют сырым белком. Поэтому говорят так: сырой белок состоит из белка и амидов. Когда говорят о содержании протеина в кормах, не обязательно всегда добавлять слово «сырой», так как это само собой разумеется.

Определение азота по Кьельдалю остается до сих пор наиболее ши-

роко применяемым методом в аналитической практике. На основе этого метода созданы приборы, позволяющие проводить массовый анализ кормов. К более быстрым методам следует отнести метод Дюма (сжигание и определение азота без использования кислот и щелочей), а также определение без сжигания навески корма на приборе по принципу инфракрасного излучения.

Сырой жир. Фракцию сырого жира (сырого липида) определяют в результате продолжительной экстракции навески корма петролейным эфиром при температуре 50–70 °С в приборе Сокслета. Остаток после выпаривания растворителя является эфирным экстрактом или сырым жиром. Кроме истинных жиров (триглицеридов) он содержит органические кислоты, спирты, воска и пигменты (хлорофилл), поэтому делается приставка «сырой».

Углеводы. Углеводы корма содержат две фракции – структурные углеводы (клеточные стенки) и неструктурные углеводы.

Структурные углеводы. Процедура определения клетчатки, называемая детергентная аналитическая система, разработана Ван Соестом (VanSoest, 1963; 1967). По этой системе клетчатку, которая представляет собой прочные растительные клеточные стенки кормов, определяют как нейтрально-детергентную клетчатку (НДК) и кислотно-детергентную клетчатку (КДК). Растительные клеточные стенки состоят в основном из 3 видов полисахаридов (целлюлозы, гемицеллюлозы, пектина), а также полифенольного вещества – лигнина. Кроме того, некоторого количества белка и воска, крепко связанных с материалами клеточных стенок. Эти вещества создают прочную структуру клеточных стенок растений, поэтому их называют структурными углеводами.

Нейтрально-детергентная клетчатка (НДК) – это остаток после экстракции навески корма кипящим нейтральным раствором натрий лаурилсульфата и этилендиаминотетрауксусной кислоты (ЕДТА). В результате экстракции с раствором удаляется содержимое клеток (белки, растворимые сахара, крахмал, жиры, пектины, органические кислоты), а остаток, названный НДК состоит из лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы. Метод предназначен для грубых кормов, но может также использоваться для зерновых, из которых предварительно удаляют крахмал, путем обработки ферментом амилазой. НДК относят к структурным углеводам. Они создают прочную структуру клеточных стенок. Переваримость этой фракции зависит от ее химического состава (соотношения целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина). Избыточное количество

НДК отрицательно действует на потребление сухого вещества (СВ).

Кислотно-детергентная клетчатка (КДК). При оценке кормов по Ван Соесту используется и другая фракция – кислотно-детергентная клетчатка. Это остаток после многократной промывки навески НДК кислотно-детергентным раствором 0,5 м Н₂SO₄ и цетилтриметиламмонийбромидом. При этом из НДК удаляется гемицеллюлоза, остаток КДК включает лигнин, целлюлозу, кутин и кремний. Определение КДК весьма полезно для грубых кормов, так как в ряде опытов обнаружена достоверная отрицательная корреляция между её содержанием и переваримостью корма. После обработки КДК 72 % серной кислотой, которая растворяет целлюлозу, в остатке получают лигнин + кутин. Количество гемицеллюлозы рассчитывают: ГЦ = НДК – КДК; целлюлозы: Ц = КДК – лигнин.

Во фракциях НДК и КДК содержится некоторое количество азота, прочно связанного с клеточными стенками и неотделяемого нейтральным и кислотным растворителем. Для более точного определения показателей НДК и КДК из их количества вычитают присутствующие соответственно, нейтрально-детергентный нерастворимый сырой белок (НДНСБ) и кислотно-детергентный нерастворимый сырой белок (КДНСБ), которые определяют по Кьельдалю в препаратах НДК и КДК. НДНСБ и КДНСБ составляют часть сырого белка корма, определяемого по Кьельдалю. Их общее количество, например, в кукурузном силосе составляет 2,2 %, в зерне кукурузы – 0,9 % сухого вещества, в сене люцерновом 4 %, подсолнечном шроте до 6 % СВ.

Существует тесная корреляция между содержанием НДК и КДК. В связи с этим предложены уравнения регрессии для расчета КДК на основе знания содержания НДК. К сожалению, наши лаборатории, за редким исключением, не оснащены специальными приборами и реактивами для определения НДК и КДК. Поэтому продолжают выдавать данные анализа сырой клетчатки.

Неструктурные углеводы (НСУ). Аналогично ранее определяемой фракции БЭВ, в новой системе используют показатель неструктурные углеводы, определяемый в процентах как разница: 100 – (СВ % + СЖ % + СЗ % + НДК %), или в г /кг СВ ÷ 1000 – (СВ г/кг + СЖ г/кг + СЗ г/кг + НДК г/кг). Во фракцию НСУ входят вещества, вымываемые при экстракции НДК. Эти вещества находятся внутри растительной клетки и представляют крахмал, растворимые сахара, пектин, органические, главным образом, летучие жирные кислоты. Показатель НСУ существенно ниже показателя БЭВ и лучше отражает состав фракции

неструктурных углеводов. Количество НСУ в кормах зависит от типа корма и методов их переработки. Различия более всего обусловлены содержанием пектина и жирных кислот.

Содержание веществ. Количество веществ в корме выражают в % и г/кг натурального (НВ) и сухого вещества (СВ). Сухое вещество не содержит воды и называется абсолютно сухим веществом. Поскольку сухое вещество является источником всех питательных веществ, то более правильно выражать содержание питательных веществ и потребность в них у рыб в расчете на сухое вещество. Комбикорма для рыб состоят из компонентов, которые имеют содержание сухого вещества, близкое к пределам 86–90 %, поэтому содержащиеся в них питательные вещества обычно выражают в натуральном веществе (НВ), которое называют воздушно-сухим веществом.

1.4. Физиологическое значение воды и сухого вещества в питании и обмене веществ рыб, содержание их в кормах.

Корма, тело рыб состоят из сухого вещества и воды. Общее содержание влаги в корме складывается из первоначальной и гигроскопической влажности.

Первоначальная влажность или свободная вода – это вода, которая испаряется из корма при $t = 60\text{--}65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Свободная вода подвижна, в ней растворяются различные вещества.

Гигроскопическая или жестко-связанная вода определяется высушиванием навески корма при $t = 100\text{--}105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Она не является растворителем, а входит в состав мицелл гидрофильных коллоидов – белка, крахмала и др.

Содержание воды в различных кормах неодинаково и колеблется от 5 до 85 %. От этого зависят технологические свойства кормов: способность смешиваться, гранулироваться, брикетироваться, транспортироваться и храниться. Так, сухие корма содержат воды от 6–8 до 18–20 %. При такой влажности корма не повреждаются плесенью, и они способны длительное время сохраняться. Влажность сказывается на содержании в кормах питательных веществ. Содержание воды в теле рыб изменяется с возрастом, у личинок и малька оно максимальное и постепенно понижается с увеличением возраста.

Вода не является питательным веществом. Она служит лишь средой, в которой происходят процессы обмена веществ как у животных, так и у растений. Роль воды – растворитель питательных веществ.

Все жизненно важные процессы: ассимиляция, диссимиляция, осмос, диффузия, резорбция, фильтрация и др. протекают только в водных растворах органических и неорганических веществ. В ней растворены минеральные соли, создающие определенное осмотическое давление в крови и тканях. Вода способствует сохранению коллоидального состояния живой плазмы. Нарушение этого состояния при недостатке воды приводит отдельные клетки и целый организм к гибели.

Вода – среда для химических реакций. Процесс кроветворения и синтез тканей совершаются в водных растворах или с участием воды. Водная среда необходима для переваривания пищи в желудочно-кишечном тракте. Вода принимает участие в реакциях обмена – гидролизе, окислении, гидратации, набухания коллоидов и др. Обмен веществ (процессы гидролиза, окисления и др.) возможен только при условии полного растворения продуктов, поступающих в организм, и продуктов обмена. Растворителем для них является вода. От физических свойств и химического состава воды зависит нормальное течение физиологических процессов в организме. Вода – среда обитания рыб.

1.5. Органическое вещество корма как источник энергии и материал для образования в теле белков и жиров.

Процесс обмена – основное свойство живого организма. В цитоплазме клеток органов и тканей постоянно идет процесс синтеза сложных высокомолекулярных соединений и одновременно с этим — их распад с выделением энергии и образованием простых низкомолекулярных веществ – углекислого газа, воды, аммиака и др.

Процесс синтеза органических веществ называется ассимиляцией, или анаболизмом. В ходе ассимиляции обновляются органоиды клетки, и накапливается запас энергии. Распад структурных элементов клетки сопровождается выделением заключенной в химических связях энергии, а конечные продукты распада, вредные для организма, выводятся за пределы клетки, а затем из организма.

Процесс распада органических веществ противоположен процессу ассимиляции и называется диссимиляцией, или катаболизмом. Подобного типа реакции идут с поглощением кислорода, поэтому расщепление органических веществ связано с окислением, а освободившаяся при этом энергия идет на синтез АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты), необходимой для ассимиляции.

Таким образом, ассимиляция и диссимиляция – это две противоположные, но взаимосвязанные стороны единого процесса – обмена ве-

ществ. При нарушении ассимиляции и диссимиляции расстраивается весь обмен веществ.

В организме рыбы непрерывно протекают водный, солевой, белковый, жировой и углеводный обмен. Непрерывный распад и окисление органических соединений возможны лишь тогда, когда количество этих веществ в клетках постоянно пополняется. Однако потребность в питательных веществах неодинакова. Большая их часть используется организмом для образования энергии. В процессе жизнедеятельности организма энергетические запасы непрерывно уменьшаются, и их пополнение идет за счет пищи.

Соотношение количества энергии, поступающей с пищей, и энергии, расходуемой организмом, называется энергетическим балансом. Количество потребляемой пищи должно соответствовать энергетическим затратам рыбы.

Тема 2. ПРОТЕИНОВАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ

2.1. Понятие о протеиновой питательности кормов.

2.2. Основные функции белков.

2.3. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Аминокислотный состав протеинов растительных и животных кормов.

2.4. Понятие о биологической ценности протеина. Методы определения биологической ценности белка.

2.5. Пищевая ценность небелковых азотистых соединений. Нитраты и нитриты кормов.

2.6. Факторы, обуславливающие потребность рыб в высокобелковом питании.

2.7. Основные пути решения проблемы кормового протеина в рыбоводстве.

2.1. Понятие о протеиновой питательности кормов.

Как известно, питательность корма нельзя выразить одним показателем, она должна быть комплексной. В системе комплексной оценки питательности кормов особая роль принадлежит протеину. Слово «протеин» происходит от греческого «protos» первый. И действительно, это вещество занимает первостепенное значение в кормлении животных, так как его нельзя заменить другими.

В биохимии протеином называют белки, состоящие из аминокислот. В кормлении животных, в том числе рыб, под сырым протеином понимают все азотсодержащие вещества корма: белки и амиды.

Белки – высокомолекулярные органические соединения, построенные из аминокислот. Амиды – азотистые соединения небелкового характера. В отличие от других органических веществ протеин содержит азот. Среднее содержание азота в протеине 16 %.

$$(100 : 16 = 6,25. \text{ СП} = N \times 6,25).$$

В зависимости от состава все белки подразделяют на две группы: простые и сложные. К простым белкам относятся, например, альбумины, глобулины. Сложные белки состоят из аминокислот и небелковой части: липопротеиды – соединения белков с липидами, нуклеопротеиды – с нуклеиновыми кислотами, фосфопротеиды – с остатками фосфорной кислоты, глюкопротеиды – с углеводами, хромопротеиды – с красящими веществами, металлопротеиды – с металлами (Fe, Cu, Mg, Zn и др.). В зерновых кормах преобладают простые белки, в зеленой траве – сложные. Нуклеопротеиды содержатся в ядрах растительных и животных клеток. Фосфопротеиды, хромопротеиды, глюкопротеиды и липопротеиды встречаются в растительных и животных организмах. К фосфопротеидам относится казеин молока, к хромопротеидам – гемоглобин крови.

Амиды определяют по разности между сырым протеином и белком. К амидам относятся свободные аминокислоты, амиды аминокислот, нуклеиновые кислоты, органические основания, нитраты, нитриты, соли аммония, алкалоиды. Кроме того, азот входит в состав многих витаминов группы В. Амиды чаще представляют собой продукты незавершенного синтеза белка из неорганических веществ. Однако амиды образуются также и при распаде белка под действием ферментов. Поэтому много амидов содержится в растениях, не закончивших рост. Мало амидов в зернах, семенах, где протеин представлен в основном белком.

Протеиновая питательность кормов оценивается количественными, качественными и относительными показателями.

Количественные показатели – это содержание сырого протеина в 1 кг корма, или процент протеина в сухом веществе.

Наиболее высокими по содержанию протеина являются корма из бобовых и крестоцветных культур, отходы маслоэкстракционного производства – шроты, кормовые дрожжи, многие корма животного происхождения. Большинство злаковых культур в виде зеленой массы,

зерна, а также корнеклубнеплоды отличаются низким содержанием протеина.

Качество протеина оценивается его аминокислотным составом. Животным протеин нужен, прежде всего, как источник аминокислот для построения собственных белков. Поэтому протеиновую питательность рассматривают и как свойство корма удовлетворять потребность животных в аминокислотах.

Обеспеченность рыб протеином определяется количеством в порции сырого протеина в процентах от сухой кормовой смеси.

Протеиновая питательность определяется и физическими свойствами протеина – наличием фракций разной растворимости, а также относительными показателями, такими, как энерго-протеиновое, протеиновое, сахаро-протеиновое, амидо-белковое отношение.

2.2. Основные функции белков.

Условно можно выделить четыре основные функции протеина: строительную, биологическую, транспортную и энергетическую.

Строительная, или пластическая, функция заключается в том, что протеин является строительным материалом для синтеза белков организма, входящих в состав всех органов и тканей, являющихся составной частью продукции: молока, мяса, яиц, шерсти.

Биологическая, или регуляторная, функция состоит в том, что белки являются составной частью многих биологически активных веществ (БАВ): ферментов, определяющих скорость процессов синтеза и распада, происходящих на клеточном уровне; гормонов, участвующих в регуляции процессов жизнедеятельности. Белки входят в состав иммунных тел, определяющих защитные функции организма, в состав антибиотиков.

Транспортная функция. Белки участвуют в переносе кровью газов (O_2 и CO_2), углеводов, жиров, некоторых витаминов и пр. Кроме того, они обеспечивают перенос минеральных солей через клеточные мембраны и внутриклеточные структуры.

Энергетическая функция протеина не является основной, так как главным источником энергии для рыб являются углеводы, жиры.

В метаболизме рыб белок играет существенную роль не только как основное пластическое вещество, но принимает активное участие и в энергетическом обмене наряду с липидами и, в меньшей степени, углеводами.

Для рыб, адаптированных к высокобелковой пище, характерен путь глюконеогенеза – образование глюкозы из аминокислот. Удельный вес белка в энергетическом обмене рыб гораздо выше, чем у высших позвоночных.

Большую роль играют белки в качестве источников энергии и при голодании рыб – физиологическом и вынужденном. При длительном голодании рыб в зимний и летний периоды энергетические расходы во многом покрываются за счет белка.

2.3. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Аминокислотный состав протеинов растительных и животных кормов.

В настоящее время известно более 150 аминокислот. Но только 20 из них являются составной частью белков, в состав которых они входят в разных количествах, сочетаниях, что и обуславливает разные их свойства. Некоторые аминокислоты рыбы способны синтезировать из других азотистых соединений, поступающих с кормом. К ним (заменяемым аминокислотам) относятся аланин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, глицин, пролин, серин, тирозин, цитрумин, цистин, цистеин. Другие аминокислоты, получившие название незаменимых, не могут синтезироваться в организме вообще, или скорость их синтеза недостаточная для полного обеспечения ими потребностей рыб. К незаменимым относят 10 аминокислот: лизин, метионин, триптофан, аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, треонин, фенилаланин.

Цистин является полузаменимой серосодержащей аминокислотой, так как она может заменить на 30–50 % в обмене белков организма незаменимую серосодержащую аминокислоту – метионин, поэтому в рационах определяют суммарную потребность в этих аминокислотах.

Лизин, метионин, триптофан названы первыми неслучайно, так как они являются наиболее дефицитными в питании животных, поэтому их называют критическими (лимитирующими), или особо незаменимыми.

Лизин – наиболее дефицитная аминокислота. Входит в состав сложных белков ядра – нуклеопротеидов, необходим для синтеза гемоглобина, наряду с аргинином входит в состав сперматозоидов.

Метионин – серосодержащая аминокислота, также, как и лизин, способствует быстрому росту животных. Метионин необходим для синтеза гемоглобина, холина, для нормального роста волосяного покрова, оперения у птицы.

Триптофан играет важную роль в обмене веществ, из него синтезируется витамин РР – никотиновая кислота.

Говоря о пищевой ценности белков, следует иметь в виду их аминокислотный состав. Биологическая ценность кормовых белков обусловлена в основном степенью их ассимиляции в организме. Питательная ценность белков зависит не от их общего аминокислотного состава, а от наличия в них незаменимых аминокислот. Отсутствие или дефицит незаменимых аминокислот в пище в течение первых двух недель вызывает потерю аппетита у рыб и снижение темпа роста. Однако внешне выраженные болезненные явления наблюдаются только при отсутствии в корме отдельных аминокислот. Следует иметь в виду, что потребность в аминокислотах меняется в зависимости от условий содержания рыб и от их возраста. Так, сеголеткам форели в морской воде требуется больше аргинина, чем в пресной.

Аминокислоты входят в состав различных протеинов в самых разнообразных сочетаниях, количествах и соотношениях, что и определяет различия в ценности протеинов для рыб. Содержание аминокислот в кормах обычно выражают в г на 1 кг корма.

Наиболее ценными по наличию незаменимых аминокислот являются корма животного происхождения. Так 1 кг рыбной муки содержит 47–56 г лизина, кровяной муки – 67, мясокостной муки – 35, обраты сушеного – 28. Хорошим источником лизина являются дрожжи – 30–35 г. Зерно бобовых – 14–25 (люпин – 25). Злаковые – меньше 2–6 г. Жмыхи, шроты – 11–27 г (рапсовый – 22, соевый – 27).

2.4. Понятие о биологической ценности протеина. Методы определения биологической ценности белка.

Протеин необходим организму как материал, идущий на построение тканей и органов в течение всей жизни организма рыбы. В пищеварительном тракте протеин, входящий в состав кормов, под действием гидролитических ферментов протеиназ (пепсина, трипсина, химотрипсина и др.) и полипептидаз кишечного сока расщепляется до пептидов и аминокислот, поступающих через слизистую оболочку кишечника в кровь. Значение протеина как кормового средства определяется тем, что он является поставщиком аминокислот вообще, используемых организмом для синтеза белка и глюкозы, и особенно незаменимых. Кроме того, служит ресурсом для покрытия энергетических нужд рыб. Оценка корма по содержанию незаменимых аминокислот имеет важное значение, так как от этого зависит эффективность

использования протеина. Биологическая ценность белка корма определяется его способностью удовлетворять физиологическую потребность организма в связи с обновлением и синтезом белков тканей. Она зависит главным образом от баланса и доступности аминокислот. Потребность рыб в аминокислотах рассчитывают в процентах от сырого протеина или от сухого вещества.

Методы изучения биологической ценности белка:

1. Метод, основанный на учете прироста рыб при выращивании на кормах с различным уровнем белка.

2. Химический анализ для определения баланса аминокислот в корме и их доступности организму рыб.

3. Физиологическая оценка полноценности белка кормов путем определения переваримости белка и аминокислот с помощью инертного вещества.

4. Биологическую ценность белков определяют путем сравнения аминокислотного состава изучаемого белка со справочной шкалой аминокислот гипотетического идеального белка или аминокислотами высококачественных стандартных белков. Этот методический прием получил название аминокислотного сора. Существует несколько способов расчета аминокислотного сора, наиболее простым из которых является расчет отношения количества каждой незаменимой аминокислоты в испытуемом белке к количеству этой же аминокислоты в гипотетическом белке с идеальной аминокислотной шкалой по следующей формуле: Аминокислотный скор = (мг АК в 1г исследуемого белка) / (мг АК в 1 г идеального белка * 100), где АК – любая незаменимая аминокислота. При этом принято, что аминокислотой, лимитирующей биологическую ценность белка, считается та, скор которой имеет наименьшее значение. В идеальном или стандартном белке аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты принимают за 1,00, а в белках кормов, потребляемых рыбами, значение сора для отдельных аминокислот могут быть существенно ниже.

2.5. Пищевая ценность небелковых азотистых соединений. Нитраты и нитриты кормов.

Протеин, содержащийся в кормах, включает белковую и небелковую формы азота, различающиеся по качеству, но обе необходимы организму для его нормальной жизнедеятельности.

Амиды – азотистые соединения небелкового характера. Это про-

дят полипептиды, свободные аминокислоты, глюкозиды, амиды аминокислот, органические основания, нитраты и аммиачные соли.

Протеин, содержащий небелковые формы азота, обладает меньшим биологическим эффектом, чем протеин с белковыми формами азота.

Среди небелковых форм наиболее ценным является азот аминной формы (аминокислоты), которые по питательности близки к белку, за ним идет аммиачный азот, и наименее ценным является амидный азот.

В зеленых кормах на долю амидов приходится до 25–30 %. В концентрированных кормах протеин в основном состоит из белка.

Особенно значительное количество свободных аминокислот в свежей вегетативной массе растений в % от общего азота: рапс – 32,5 %, вика – 16,8, люцерна – 9,3, в траве в начале вегетации почти на 100 % содержится небелковый азот; содержание азота нуклеиновых кислот в % от общего N: свекла – 3,2 %, морковь – 6,7 %, микробная масса – 8 %. Мало азота свободных аминокислот и нуклеиновых кислот (около 0,5 %) в зерне злаковых и бобовых культур, жмыхах и шротах, кормах животного происхождения.

В последние годы в связи с широким применением в растениеводстве азотных минеральных удобрений и недостаточно высокой культурой агрохимии в кормах могут накапливаться в большом количестве нитраты. При определенных условиях (замораживание и оттаивание, длительное хранение и др.) нитраты восстанавливаются в более токсичные нитриты, которые могут вызывать острые отравления организма.

2.6. Факторы, обуславливающие потребность рыб в высокобелковом питании.

Пищевые потребности рыб существенно отличаются от потребностей высших наземных животных. Основные биологические особенности рыб в отношении протеинового питания:

1. Потребность в высоком содержании белка.

В 2–3 раза (35–60 % к сухому веществу рациона) больше потребности сельскохозяйственных животных.

2. Повышенная потребность в незаменимых аминокислотах.

Высокая потребность в белке связана с необычно высокой потребностью рыб по сравнению с наземными позвоночными во многих незаменимых аминокислотах, особенно таких, как аргинин, лизин, метионин, фенилаланин, валин. Основные факторы, обуславливающие потребность рыб в высокобелковых рационах:

Чрезвычайно высокая скорость роста рыб при сравнительно низких температурах воды, рост в течение всей жизни.

В отличие от высших позвоночных, рыбы должны увеличить свою массу в 5 тыс.–1,5 млн раз, чтобы достичь массы взрослого организма. При таком стремительном нарастании биомассы рыбы должны быть обеспечены легкоусвояемой белковой пищей. Кроме того, в отличие от затухающего с возрастом роста наземных позвоночных, рыбы растут в течение всей жизни, особенно до половой зрелости и наступления фазы старения. Отсюда у рыб старших возрастов потребность в пластическом материале пищи остается высокой. Питание в природе преимущественно животной пищей. Количество протеина в сухом веществе ракообразных, водных насекомых, моллюсков и микроводорослей составляет 50–70 %, детрита – 20–30, а наземные растения, за исключением бобовых, содержат только 7–14 %.

3. Короткий кишечный тракт у большинства рыб, приспособленный для утилизации легкоусвояемой высокобелковой пищи.

4. Отсутствие проблемы выведения конечных продуктов азотистого обмена, которые благодаря водной среде выводятся преимущественно через жабры.

5. Высокая доля участия белка в энергетическом обмене и отсутствие необходимости специальных затрат энергии для терморегуляции.

Если рацион для рыб имеет достаточное количество жиров и углеводов, то белки обычно используются для роста организма. При недостатке в корме жиров и углеводов белки могут использоваться в качестве источника энергии в функциональном обмене. Это неэкономно, поскольку белок – наиболее дорогая составная часть корма.

Выращивание рыбы на низкобелковых кормах ведет к резкому торможению роста рыбы, заболеваниям, снижает экономическую эффективность работы рыбоводных предприятий.

2.7. Основные пути решения проблемы кормового протеина в рыбоводстве.

Дефицит протеина при кормлении рыб не только приводит к недополучению продукции рыбоводства, но и обостряет проблему белкового питания людей из-за недостаточного потребления белков высокой биологической ценности.

Можно выделить три основных пути решения протеиновой проблемы:

1. Увеличение производства кормов с высоким содержанием протеина.

2. Рациональное использование высокобелковых кормов.

3. Применение заменителей протеина в кормлении животных.

Для выполнения этой задачи необходимо усовершенствовать структуру зернофуражных культур, и прежде всего, за счет увеличения зернобобовых культур в группе зерновых, увеличить урожайность этих культур. Важная роль отводится масличным крестоцветным культурам (рапс, редька масличная), жмыхи и шроты которых по содержанию протеина не уступают бобовым. Расширяются посевы таких высокобелковых кормовых культур, как люцерна, амарант, галега восточная, донник, сераделла, вика мохнатая, из которых можно готовить высокобелковую травяную муку. Зернофураж собственного производства следует скармливать только в сбалансированном виде (в составе комбикормов) за счет белково-витаминно-минеральных добавок. Возрастает производство и совершенствуется рецептура комбикормов, БВМД.

Важное место уделяется совершенствованию технологий заготовки кормов. Использование прогрессивных технологий заготовки кормов и их хранения, позволяющие свести к минимуму потери питательных веществ. Для компенсации недостающих ресурсов белкового сырья предстоит более широко использовать вторичные ресурсы перерабатывающей, пищевой, микробиологической и химической промышленности. Более широко планируется использовать достижения биотехнологии, в частности, продукции микробиального синтеза: аминокислот, кормовых дрожжей.

Для применения в кормлении животных микробиологическая и химическая промышленность выпускает несколько препаратов аминокислот: кормовой концентрат лизина (ККЛ) в жидком и сухом виде, сухой кормовой концентрат лизина, L-лизин, метионин кормовой, триптофан кристаллический, кормовой концентрат триптофана и другие. Синтетические препараты аминокислот используют для обогащения премиксов, белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД), комбикормов в соответствии с рецептурой этих смесей, рекомендуемыми нормами кормления рыб.

Эффективным способом биосинтеза кормового белка является производство кормовых дрожжей. Микробиологический синтез отличается исключительной интенсивностью. Если для получения 1 т переваримого протеина из гороха необходимо около 2 га пашни и не менее трех месяцев для выращивания, то одну тонну белка кормовых дрожжей можно получить за одни сутки в ферментере емкостью

300 м³. Производство кормовых дрожжей «Провит» – кормового биологического белка из зерна и отходов зернопереработки – налажено на Новополюцком заводе белково-витаминовых концентратов.

Тема 3. УГЛЕВОДНАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ

3.1. Углеводы – главная составная часть сухого вещества растительных кормов, основной источник энергии.

3.2. Значение углеводов в питании рыб.

3.3. Углеводный состав кормов. Влияние углеводов на пищеварение и обмен веществ рыб. Структурные и неструктурные углеводы.

3.4. Влияние углеводов на пищеварение и обмен веществ. Взаимосвязь углеводов с другими факторами питания.

3.5. Основные пути повышения пищевой ценности углеводов.

3.1. Углеводы – главная составная часть сухого вещества растительных кормов, основной источник энергии.

Углеводы – важный класс природных веществ – встречаются повсеместно в растительных, животных и бактериальных организмах. Углеводы, соединения общей формулы $C_n(H_2O)_n$, от которой и получили свое название, представляют собой многоатомные альдегидоспирты или кетоспирты.

Минимальная структурная единица углеводов, при дроблении которой исчезают свойства сахаров, называется *моносахаридом* или *монозой*.

В биосфере на долю углеводов приходится больше, чем всех других органических соединений вместе взятых. В растениях они составляют 80–90 % из расчета на сухое вещество; в животном организме на их долю приходится 2 % массы тела. Однако значение углеводов велико для всех видов живых организмов. Углеводы включают соединения, начиная от низкомолекулярных, содержащих всего несколько атомов углерода, до веществ, молекулярная масса которых достигает нескольких миллионов. Их делят на три класса в зависимости от числа остатков сахаров: моносахариды, олигосахариды и полисахариды.

Моносахариды, или простые сахара, содержат только одну структурную единицу. Моносахариды – это полигидроксиальдегиды или полигидроксикетоны. Олигосахариды состоят из нескольких (от 2 до 10) остатков моносахаридов, соединенных D-гликозидными связями. Полисахариды являются высокомолекулярными веществами, состоя-

щими из остатков моносахаридов, соединенных D-гликозидными связями, со степенью полимеризации выше 10.

Углеводы – главная составная и дешевая часть сухого вещества растительных кормов и основной источник энергии.

3.2. Значение углеводов в питании рыб.

В организме углеводы выполняют следующие функции:

1. Являются основным источником энергии в организме.
2. Обеспечивают все энергетические расходы мозга (мозг поглощает около 70 % глюкозы, выделяемой печенью).
3. Участвуют в синтезе молекул АТФ, ДНК и РНК.
4. Регулируют обмен белков и жиров.
5. В комплексе с белками они образуют некоторые ферменты и гормоны, секреты слюнных и других образующих слизь желез, а также другие соединения.
6. Пищевые волокна улучшают работу пищеварительной системы и выводят из организма вредные вещества, пектины стимулируют пищеварение.

Для большинства организмов природные углеводы выполняют две основные функции: являются источником углерода, который необходим для синтеза белков, нуклеиновых кислот, липидов и др.; обеспечивают до 70 % потребности организма в энергии. При окислении 1 г углеводов выделяется = 16,9 кДж энергии.

Другими функциями углеводов являются следующие:

– Резервная. Крахмал и гликоген представляют собой форму хранения питательных веществ, выполняя функцию временного депо глюкозы.

– Структурная. целлюлоза и другие полисахариды растений образуют прочный остов; в комплексе с белками и липидами они входят в состав биомембран всех клеток.

– Защитная. Кислые гетерополисахариды выполняют роль биологического смазочного материала, выстилая трущиеся поверхности суставов, слизистой пищеварительных путей, носа, бронхов, трахеи и др.

– Особое значение имеет специфическая функция углеводов – участие в образовании гибридных (комплексных) молекул, а именно гликопротеинов и гликолипидов. Так, гликопротеины служат маркерами в процессах узнавания молекулами и клетками друг друга, определяют антигенную специфичность, обуславливают различия групп крови, выполняют рецепторную, каталитическую и другие функции.

3.3. Углеводный состав кормов. Влияние углеводов на пищеварение и обмен веществ рыб. Структурные и неструктурные углеводы.

Углеводы подразделяются на две группы – структурные углеводы (собственно клетчатка или целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, кутин, суберин) и неструктурные углеводы (сахара, крахмал, гликоген, фруктаны, пектин, инулин, органические кислоты).

Целлюлоза образует основу оболочки растительных клеток. С развитием растений целлюлоза пропитывается лигнином и стенки клеток древеснеют. Гемицеллюлоза состоит из пентозных и гексозных сахаров, является запасным питательным веществом в оболочках растительных клеток.

Наибольшее значение в питании рыб имеют сахара и крахмал.

Крахмал – резервный материал в растении, содержится в большом количестве в семенах злаковых (50–75 %) и клубнях картофеля до 20. Его мало в листьях и стеблях растений. В отличие от сахаров крахмал не имеет сладкого вкуса. В холодной воде не растворим, а в горячей образует студенистую массу.

Сахара в кормах больше всего представлены глюкозой, фруктозой, маннозой, мальтозой и сахарозой. В печени содержится гликоген.

В кормах имеется большое разнообразие углеводов. В клеточном соке углеводы представлены сахарами, в пластидах – крахмалом, в клеточной оболочке целлюлозой (клетчаткой), гемицеллюлозами и пектиновыми веществами.

Содержание и химический состав структурных углеводов зависят от возраста растения; в клеточной оболочке молодых растений преобладает целлюлоза, а с возрастом, когда клеточная стенка утолщается, накапливаются лигнин и пентозаны. Клетки различных частей растения деревенеют (лигнифицируются) в неодинаковой степени. Лигнификация растительного материала является физическим барьером, препятствующим воздействию микрофлоры на потенциально переваримую целлюлозу. Наиболее быстро и глубоко протекают процессы лигнификации в клетках стеблей, в меньшей степени – в клетках листьев; наименьшее одеревенение клетчатки происходит в столовых и кормовых сортах корнеклубнеплодов – кормовой и столовой свеклы, турнепса, моркови, картофеля.

Большое содержание структурных углеводов в корме затрудняет рыбе и микроорганизмам кишечника извлечь питательные вещества из

протоплазмы растительной клетки. Поэтому высокое содержание клетчатки – признак низкой питательности кормов.

У растительноядных рыб клетчатка (целлюлоза) под действием фермента целлюлазы микроорганизмов расщепляется до глюкозы.

В группу неструктурных углеводов входят все безазотистые вещества корма, кроме жира и структурных углеводов. Главные составные части этой группы питательных веществ – крахмал и сахара.

Крахмал. В различном количестве содержится во всех природных кормах, особенно в растительных зерновых кормах. Концентрация его в семенах кукурузы доходит до 65–75 %, пшеницы – до 60–70 %. Много крахмала в клубнях картофеля – до 55–60 % в сухом веществе. Мало в стеблях и листьях – около 2 %. Животный крахмал – гликоген. Его можно обнаружить в кормах животного происхождения, так как он содержится во многих тканях, особенно в печени – от 1 до 4 % ее массы.

Сахара. В растительных кормах они представлены моносахаридами (глюкоза и фруктоза) и дисахаридами (мальтоза и сахароза).

Сахара накапливаются в больших количествах (до 22 %) в виде резервных веществ в корнях сахарной свеклы, моркови и в растениях сорго. До 14 % сахара содержится в сухом веществе молодых злаковых трав. Под влиянием таких окислителей, как нитраты и нитриты (от внесения азотных удобрений свыше 200 кг/га азота), происходит интенсификация синтеза протеина у злаков и ведет к снижению содержания сахаров в сухом веществе до 5–7 %. Единственный представитель сахаров животного происхождения – лактоза (молочный сахар). Она содержится до 4–5 % в молоке коров и других животных.

3.4. Влияние углеводов на пищеварение и обмен веществ. Взаимосвязь углеводов с другими факторами питания.

Углеводный обмен у разных видов рыб различается.

Так, форель и другие лососевые рыбы наименее эффективно используют углеводы кормов. При избыточном поступлении углеводов у этих рыб развивается синдром перегрузки печени гликогеном из-за недостаточного продуцирования инсулина. Поэтому оптимальное содержание углеводов для них составляет 20–30 %, в том числе клетчатки 5–6 %. При этом лучше используются моносахара – глюкоза, фруктоза, манноза, несколько хуже – дисахариды и крахмал, а целлюлоза расщепляется только на 10–20 % от потребленной.

В кормах для карпа, угря и канального сома допускается большее количество углеводов до 50 %, что связано с особенностями пищева-

рения карповых. Однако при значительном обогащении кормов углеводами отмечается избыточное накопление гликогена в печени и поджелудочной железе, угнетение роста, повышение общей жирности тела при снижении доли нейтральных жиров. Избыточное количество углеводов в рационе при низком содержании белка приводит к увеличению потребления корма, перегрузке пищеварительного тракта, снижению эффективности кормления. Эффективность использования углеводов повышается с увеличением размеров и возраста рыб, а также у теплолюбивых рыб при повышении температуры до 30.

Независимо от характера питания в природе теплолюбивые рыбы в условиях высоких, оптимальных для них температур могут использовать углеводы пищи в энергетическом обмене, а их избыток трансформировать в жиры. Эта способность повышается с увеличением размеров рыб, когда энергетический обмен существенно возрастает по отношению к пластическому. Включение растительных компонентов в рационы этих рыб дает белоксберегающий эффект. Липиды вводятся в корма теплолюбивым рыбам обычно в небольшом количестве, так как энергия поставляется в основном за счет углеводов.

У молодых рыб и мелких размеров, особенно при низких температурах, роль углеводов в энергетическом обмене резко снижается.

Холодолобивые рыбы не могут использовать углеводы в том объеме, как теплолюбивые, поэтому в целях сбережения белка, который может использоваться на энергетические цели в их рационы дополнительно вводятся жиры.

3.5. Основные пути повышения пищевой ценности углеводов.

Основными источниками углеводов для рыбы являются зерновые корма. Углеводный состав зерновых характеризуется наличием резервных – 70–90 % и структурных – 10–30 % углеводов. Такие из них, как целлюлоза и лигнин, практически не используются.

Поскольку преимущественную долю среди углеводов составляет крахмал, то его ферментативная доступность представляет интерес с практической точки зрения

Способность крахмала к перевариванию зависит от соотношения главных компонентов крахмальной гранулы (амилозы и амилопектина), его способности к набуханию, степени полимеризации и клейстеризации, а также наличия поврежденных крахмальных гранул, которые образуются в результате размола зерна.

Следует отметить, что такой прием, как обрушивание пленчатых культур позволяет существенно снизить содержание клетчатки.

Экструдирование, микронизация, экспандирование способствуют повышению использования углеводов за счет их структурных преобразований под воздействием температуры и давления модифицируется крахмал, повышается доступность углеводов действию пищеварительных ферментов. Крахмальные зерна теряют свою структуру, а крахмал превращается в декстрины различной сложности и сахара. Первой стадией ферментации крахмала, является расщепление крахмала в глюкозу (осолаживание мучнистых кормов, проращивание зерна).

Повысить энергетическую и питательную ценность комбикормов с повышенным содержанием таких культур, как пшеница, тритикале, ячмень, овес, рожь, отруби и др. можно путем обогащения их ферментными препаратами.

Тема 4. ЛИПИДНАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ

4.1. Липиды и их значение в питании рыб. Основные физиологические функции липидов.

4.2. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Незаменимые жирные кислоты. Жиры и масла.

4.3. Фосфатиды, воски, красящие и другие вещества, входящие в состав липидов.

4.1. Липиды и их значение в питании рыб. Основные физиологические функции липидов.

В зоотехнии к сырому жиру относят различные по своей химической природе вещества, обладающие одним общим физическим свойством: они не растворимы в воде и растворяются в органических растворителях (эфир, хлороформ, бензол и т. д.). Вещества, входящие в эфирный экстракт (сырой жир), могут быть разделены на три группы: липиды, стеринны и красящие и другие вещества.

В современной органической химии определение термина «липиды» основано на биосинтетическом родстве данных соединений – к липидам относят жирные кислоты и их производные.

Липиды делятся на простые липиды, включающие в свою структуру углерод, водород и кислород (жиры или триглицериды и воски) и сложные липиды, включающие в свою структуру помимо углерода(C),

водорода(Н) и кислорода(О) другие химические элементы, чаще всего: фосфор, серу, азот (глико-, фосфо-, протеолипиды и др.).

Стерины делятся на зоо-, фито- и микостерины.

Липидная питательность кормов складывается из показателей: содержание сырого жира в корме; соотношение липидных ингредиентов в корме; переваримость и доступность липидов при питании; содержание и соотношение незаменимых жирных кислот в сыром жире.

Энергетическая (резервная) функция.

Многие жиры, в первую очередь триглицериды, используются организмом как источник энергии. При полном окислении 1 г жира выделяется около 9 ккал энергии, примерно вдвое больше, чем при окислении 1 г углеводов (4,1 ккал). Жировые отложения используются в качестве запасных источников питательных веществ. Растения чаще запасают углеводы, однако в семенах многих растений высоко содержание жиров (растительные масла добывают из семян подсолнечника, кукурузы, рапса, льна и других масличных растений).

Почти все живые организмы запасают энергию в форме жиров. Полное окисление жиров до воды и углекислого газа позволяет получить более чем в два раза больше энергии, чем окисление той же массы углеводов. Однако триглицериды это «более медленный» источник энергии, чем углеводы.

Структурная функция.

Фосфолипиды составляют основу биослоя клеточных мембран, холестерин – регулятор текучести мембран. Воск образует кутикулу на поверхности надземных органов (листьев и молодых побегов) растений. Их также производят многие насекомые (так, пчёлы строят из них соты).

Регуляторная функция.

Некоторые липиды играют активную роль в регулировании жизнедеятельности отдельных клеток и организма в целом (Витамины — липиды А, D, Е, К, гормоны – стероиды, простагландины и прочие, энзимы, сигнальные молекулы). В частности, к липидам относятся стероидные гормоны, секретируемые половыми железами и корой надпочечников. Эти вещества переносятся кровью по всему организму и влияют на его функционирование.

Защитная (амортизационная) функция.

Толстый слой жира защищает внутренние органы многих животных от повреждений при ударах (например, сивучи при массе до тонн, могут прыгать в воду со скал высотой 20–25 м.

Функция увеличения плавучести.

Самые разные организмы – от диатомовых водорослей до акул – используют резервные запасы жира как средство снижения среднего удельного веса тела и, таким образом, увеличения плавучести. Это позволяет снизить расходы энергии на удержание в толще воды.

При недостатке липидов в организме рыб нарушается рост и воспроизводительные функции, снижается продуктивность и качество продукции и ее калорийность. Содержание и жирнокислотный состав рыбы оказывает существенное влияние на ее пищевую ценность, технологические свойства.

В растительных кормах количество жира колеблется в значительных пределах. В семенах и зерне его содержится больше, чем в стеблях и листьях. Очень низкая концентрация жира в клубнях. В зерне пшеницы, ржи содержание его составляет 1–2 %, кукурузы и овса – 5–6 %. В семенах масличных культур количество жира достигает 40 %.

Растения содержат весьма незначительное количество липидов. Небольшое количество липидов обычно находится в семенах растений. Однако некоторые семена, например, масличных культур (сои, подсолнечника, рапса) аккумулируют до 20 % и более жиров от сухой массы.

Добавление липидов в корм рыб увеличивает в нем концентрацию энергии, полезно для уменьшения запыленности корма. Однако излишек жира может уменьшить потребление корма, а также вызвать расстройство желудочно-кишечного тракта. Кроме того, свободный жир в желудке негативно влияет на переваривание волокнистых материалов. Зерна масличных культур в этом случае являются наилучшим источником липидов, так как они содержатся внутри клеток растений. Однако растительные масла менее насыщены, чем животный жир, и в свободном несвязанном виде оказывают больше негативного влияния на пищеварение, чем животный жир.

4.2. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Незаменимые жирные кислоты. Жиры и масла.

Основную роль в процессе жизнедеятельности организма играют собственно жиры или триглицериды, входящие в группу простых липидов. В составе жира входит около 90 % жирных кислот и 10 % глицерина. Эти вещества служат важным источником энергии. Они имеют одинаковое строение и химический состав (С, Н, О), но различаются набором жирных кислот и в связи с этим физическими свойствами, в частности температурой плавления. Масла при обычной температуре находятся в жидком состоянии, жиры в этих условиях имеют густовязкое или твердое

состояние. Чистые масла – бесцветные вещества. Окраска природных масел зависит от различных примесей (каротин, ксантофилл, хлорофилл и др.). Часто понятие «жир» объединяют обе группы.

Жиры из всех питательных веществ наиболее калорийны: 1 г жира при полном сгорании выделяет в среднем 38,0 кДж тепла, тогда как 1 г углеводов – только 17,2 кДж. Мягкие жиры усваиваются в организме рыб на 90–95 %, твердые только на 60–70 %. В рационах карпа содержание жира составляет 5–15 %. В комбикормах для лососевых его количество можно увеличить до 20–25 %. Более высокое содержание жира приводит к ожирению рыб.

Жирные кислоты.

В состав жиров различного происхождения входит как правило около 30 основных жирных кислот, хотя известно более 200.

В молекуле насыщенных жирных кислот на один атом углерода приходится два атома водорода: 14:0 – миристиновая, 16:0 – пальмитиновая, 18:0 – стеариновая.

В молекулах ненасыщенных жирных кислот на один атом углерода приходится менее двух атомов водорода: 16:1 – пальмитолеиновая, 18:1 – олеиновая, 18:2 – линолевая, 18:3 – линоленовая, 20:4 – арахидоновая. В их углеродной цепочке может быть одна и более двойных связей, они могут гидrogenизоваться (присоединять водород). При этом изменяются и физические свойства. По мере увеличения ненасыщенности температура плавления кислот понижается. Различия физических свойств жиров и масел обусловлены различным набором в них кислот. В состав жиров входят в основном высокомолекулярные жирные кислоты с точкой плавления выше 16,350 °С, в состав масел растительного и животного происхождения – низкомолекулярные насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты.

Жиры, особенно растительного происхождения, являются единственным источником полиненасыщенных жирных кислот – линолевой, линоленовой, арахидоновой и др., причём первую из них организм не способен синтезировать. Линоленовая и арахидоновая кислоты могут образовываться из линолевой, первая – в растительных и животных организмах, а вторая – только в животных.

При нормированном кормлении необходимо учитывать уровень линолевой кислоты, недостаток которой приводит к понижению естественной резистентности организма к инфекционным болезням, снижению жизнеспособности потомства, к повышению затрат кормов на единицу продукции.

При наличии в кормах высокого уровня ненасыщенных жирных кислот происходит окисление жиров. Окисленные жиры вызывают цирроидное перерождение печени, разрушают витамины,

4.3. Фосфатиды, воски, красящие и другие вещества, входящие в состав липидов.

Воски – это эфиры тех же жирных кислот, что и жиры, и высокомолекулярных одноатомных спиртов. При обычных условиях воски, как правило, твердые. В отличие от жиров воски очень трудно гидролизуются и не имеют питательной ценности для рыб. Их присутствие в корме в больших количествах приводит к высоким аналитическим показателям фракции сырого жира, что может обусловить завышенные показатели питательной ценности.

Фосфолипиды или фосфатиды. Они входят в состав клеток всех животных организмов, где включаются в белково-липидные комплексы. Вместе с другими липидами фосфатиды образуют периферийный слой клетки, ее липидную оболочку. Фосфатиды подобно жирам представляют собой эфиры жирных кислот и глицерина, но, кроме водорода, углерода и кислорода, они содержат фосфор и азот.

Один из лучших источников фосфатидов (лецитина) – зерна сои и семена подсолнечника.

Гликолипиды. В их состав входит глюкоза или галактоза.

Энергетическая ценность фосфатидов и гликолипидов такая же, что и жира, но их биологическая ценность выше.

Стерины. Составной частью каждого жира являются так называемые неомыляемые вещества нейтрального характера, растворимые в этиловом и петролейном эфирах. В животных организмах наиболее распространен холестерин (зоостерин). Из холестерина в определенных условиях в организме синтезируются жизненно важные соединения – гормоны, желчные кислоты, витамины группы Д. В растительных маслах – ситостерин (фитостерин). В животных жирах стерины находятся в небольшом количестве (0,2–0,5 %), в растительных маслах их несколько больше. Фитостерины не всасываются из кишечника и в тканях организма не найдены, следовательно, как энергетический компонент сырого жира они не представляют ценности.

Красящие и другие вещества. При получении растительных масел из семян переходят различные красящие вещества, которые сообщают сырому маслу ту или иную окраску. Наиболее известные красящие

вещества масел – хлорофилл, каротиноиды, госсипол и их производные.

В состав неомыляемой части жиров и масел также входят жирорастворимые витамины А, D, Е и К. Их содержание в жирах небольшое.

Тема 5. МИНЕРАЛЬНАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ

5.1. Минеральные вещества кормов и их значение в кормлении рыб. Макроэлементы и микроэлементы.

5.2. Особенности минерального питания рыб.

5.3. Потребность рыб в отдельных минеральных элементах. Содержание в кормах, доступность, усвоение и депонирование в организме рыб. Формы проявления несбалансированности рационов по минеральным элементам.

5.4. Пути решения проблемы рациональной организации минерального питания рыб.

5.1. Минеральные вещества кормов и их значение в кормлении рыб.

Рациональное кормление рыб должно удовлетворять, их потребности как в органических, так и в минеральных веществах, так как только в этих условиях может быть обеспечен нормальный рост и развитие организма. Минеральные вещества выполняют структурную функцию, входя в состав опорных элементов костной ткани и клеточных оболочек всех тканей. В составе различных соединений они участвуют в процессах переваривания и всасывания, синтеза и распада, а также обезвреживания ядовитых веществ и выделения. Находясь в составе биологически активных соединений (ферментов, витаминов, гормонов), они могут в значительной степени активизировать или тормозить обмен веществ. Минеральные вещества играют важную роль в поддержании коллоидного состояния белков, кислотно-щелочного равновесия тканевых жидкостей, обеспечивают осмотическое давление и постоянство других физико-химических свойств внутренней среды организма.

По количественному содержанию в животных и растительных тканях минеральные элементы делятся на макро- и микроэлементы. К макроэлементам относят кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор, серу. Их содержание в организме рыб колеблется в широких пределах, составляя более 100 мг/кг. К микроэлементам относят желе-

зо, медь, марганец, цинк, кобальт, селен, йод и др. (содержание в пределах 90–0,01 мг/кг). В среднем содержание общей суммы минеральных элементов в теле рыб составляет 2,5–6 %. На долю макроэлементов приходится более 99,5 % минеральной части организма.

5.2. Особенности минерального питания рыб.

Главной особенностью минерального питания рыб является наличие двух путей поступления элементов в организм рыб: с пищей через рот и посредством осмотического проникновения из воды через жабры и покровные ткани. Доказано, что рыбы способны активно сорбировать из воды кальций, магний, натрий, калий, фосфор, серу, хлор и другие элементы. Поэтому потребность их в минеральных веществах, содержащихся в воде в высоких концентрациях, может удовлетворяться в значительной мере или полностью (например, в кальции и магнии) осмотическим путем.

В зависимости от того, в какой воде ведется выращивание (пресной или солоноватой, мягкой или жесткой) рыбы вынуждены постоянно либо восполнять недостаток определенных минеральных веществ, либо экскретировать их избыток.

Качественный и количественный состав минеральных солей в различных водоемах неодинаков, что обуславливает разную степень их абсорбции из воды и различия в требованиях организма рыб к минеральному составу комбикормов. Следовательно, солевой состав воды может существенно влиять на минеральный обмен у рыб. Элементы, концентрация которых в воде обычно невелика, должны поступать в организм с пищей. Обычно к ним относят фосфор, кобальт, селен, цинк, марганец и др.

В связи с особенностями компонентного состава комбикорма для прудовых карповых рыб (злаковые, жмыхи и шроты масличных культур, кормовые дрожжи и незначительные количества рыбной или мясокостной муки) бедны минеральными элементами. Кроме того, минеральные вещества ряда сырьевых компонентов могут находиться в форме, которая плохо доступна организму рыб (например, фосфор фитиновой кислоты злаковых, жмыхов и шротов, образующий с кальцием и микроэлементами фитаты, или фосфор рыбной муки в виде гидроксиапатита).

Естественная пища, в частности зоопланктон и зообентос, как источник минерального питания карпов содержит все необходимые элементы в физиологически сбалансированных соотношениях в соответ-

ствии с солевым составом воды и поэтому является важным дополнением к рационам, нивелирующим недостатки минеральной части корма. Ограниченное или избыточное поступление минеральных элементов в организм рыб, обусловленное особенностями состава комбикормов, может привести к снижению аппетита, возникновению патологических изменений, особенно на ранних стадиях развития, и торможению роста. Например, при совместной или раздельной недостаточности в рационе фосфора, кобальта, магния, марганца, цинка развивается остеодистрофия, деформация лобных и челюстных костей, ротового аппарата, редукции жаберных крышек, искривлениях ребер и ряде других патологий, в частности, в жировом обмене.

Однако чувствительность карпов (равно как и других видов рыб) к содержанию макро- и микроэлементов в комбикормах в реальных ситуациях определяется комплексом следующих факторов: концентрацией и соотношением солей в воде, качественным и количественным соотношением компонентов в комбикорме, формой солей, в которых они находятся в кормах, доступностью их для организма рыб. Немаловажное значение имеет также степень обеспеченности рациона другими питательными веществами (белками, жирами, углеводами), необходимыми для нормального обмена веществ. Кроме того, на величину потребности карпов в минеральных элементах большое влияние оказывает температура. С повышением температуры воды, когда активизируются обменные процессы и усиливается рост рыб, требования организма к минеральному составу корма возрастают и в случае их недостаточного удовлетворения быстрее проявляются патологические изменения в скелете.

5.3. Потребность рыб в отдельных минеральных элементах. Содержание в кормах, доступность, усвоение и депонирование в организме рыб. Формы проявления несбалансированности рационов по минеральным элементам

Потребность карпа в кальции зависит от возраста и массы рыб. Известно, что молодь нуждается в большем его количестве, чем старшие возрастные группы. Максимальная потребность отмечена в период окостенения скелета и развития чешуи. Это относится к молоди массой около 100 мг. При повышении температуры и активизации обменных процессов в организме рыб потребность в кальции возрастает. Пищевой кальций при удовлетворении потребности рыб имеет значение в основном при низкой концентрации его в воде.

В то же время следует иметь в виду, что избыток кальция в корме, равно как и его недостаток, способен привести к нарушению минерального обмена и, как следствие, к замедлению роста и снижению оплаты корма. Происходит уменьшение зольности, нарушение кальцификации скелета и развития чешуи. Это относится к молоди массой около 100 мг. При повышении температуры и активизации обменных процессов в организме рыб потребность в кальции возрастает.

В настоящее время одной из распространенных минеральных добавок к комбикормам для прудового карпа является мел, который вводится в количестве 1–2 %.

Однако эффект этих добавок неодинаков при разном содержании кальция в воде. Его положительное проявление наблюдается только при концентрации кальция до 40 мг/л и жесткости воды, не превышающей 10 немецких градусов. При концентрации более 50 мг/л для сеголетков и 40 мг/л для двухлетков и трехлетков присутствие мела в комбикормах вследствие нарушения в деятельности пищеварительной системы и обмена веществ приводит к замедлению роста и уменьшению накопления питательных веществ в теле рыб. При более высоких концентрациях кальция в воде добавки мела вызывают резкое торможение роста рыб.

Кальция в кормах должно быть больше, чем фосфора.

Признаки недостаточности фосфора у карпа проявляются в разной мере. У старших возрастных групп наблюдается торможение роста, снижение синтеза белка при одновременном ожирении. При сверхвысоких плотностях посадки двухлетков (10–30 тыс/га), когда в питании практически полностью отсутствует естественная пища, наблюдается искривление позвоночника и снижение продуктивного действия корма. Иногда наблюдается недоразвитие костей и побледнение внутренних органов. У личинок и молоди недостаток фосфора тормозит развитие, приводит к искривлениям позвоночника, возникновению деформаций черепа, особенно лобной кости. Происходит уменьшение зольности, нарушение кальцификации ребер, накопление в теле жира, снижение содержания воды. Сеголетки, выросшие на комбикормах, дефицитных по фосфору, в условиях высокой плотности посадки (60–80 тыс/га) и слабой обеспеченности естественной пищей, при зимнем голодании менее жизнеспособны и несут большие энергетические потери. Это происходит даже при условии достижения ими стандартной массы и высокой жирности.

Основным источником фосфора для прудового карпа являются комбикорма и естественная пища. Количество фосфора, получаемое осмотическим путем, ничтожно, так как даже в условиях регулярного применения фосфорных удобрений его концентрация в прудовой воде невелика – 0,005–0,05 мг/л. Потребность в фосфоре также, как и в других элементах, зависит от возраста, физиологического состояния рыб, температуры среды и состава комбикорма. Она максимальна у личинок и молоди в период окостенения скелета (при массе 0,1–1,0 г), при повышении температуры воды возрастает. В случае питания рыб кормами с высоким содержанием белка (45–35 %) потребность в фосфоре выше, чем при низком (26–20 %).

Для обеспечения максимального роста корма для карпа должны содержать не менее 6–10 г/кг общего фосфора.

Однако доступность фосфора различных видов сырья и минеральных солей для организма карпа неодинакова. Поэтому в последнее время потребность в этом элементе выражается с учетом коэффициента его доступности. Для личинок количество доступного фосфора должно быть не менее 7 г/кг, для молоди массой 4–12 г – около 6–6,5 г/кг, для старших возрастов достаточно 4 г/кг.

Из естественной пищи (зоопланктон, бентос) фосфор доступен хорошо – до 85 %. Фосфор рыбной муки, представленный в основном солями костей, личинками, практически не усваивается. Его доступность для рыб старших возрастов также невелика – 10–30 %. Доступность фосфора стандартных комбикормов типа К-110, К-111, К-112 для прудового карпа составляет около 30–40 %. В силу того, что эти комбикорма состоят в основном из растительного сырья, бедного фосфором, его дефицит может быть покрыт за счет обеспечения рыб естественной пищей или дополнительного введения фосфорных солей.

Поэтому при наличии ассортимента рецептов стартовых комбикормов для личинок и возможности их выбора следует отдавать предпочтение рецептам, содержащим фосфорные добавки, несмотря на их более высокую стоимость. В равной степени это относится и к комбикормам для сеголетков и старших возрастных групп карпа, особенно если планируется выращивание при уплотненных посадках.

Цинк поступает в организм рыб как из корма, так и из воды. Высокое содержание его в воде, часто вызванное загрязнением водоемов промышленными отходами, может оказывать токсическое действие на организм рыб.

Недостаточность цинка проявляется в потере аппетита, торможении роста, укорочении тела, снижении жирности карпа, а также в повышении смертности. Одним из специфических признаков дефицита цинка в пище является воспаление и эрозия плавников и кожи. Наиболее остро эта недостаточность проявляется при заводском подращивании личинок на стартовых комбикормах при температурах 26–28 °С, предполагающих высокий темп роста рыб. Это обусловлено очень слабой доступностью цинка из определенных видов рыбной муки. Помимо замедления роста и отхода личинок, основным признаком дефицита цинка – появление белой каймы на плавниках и побледнение кожи. В этих случаях корма рекомендуется обогащать серно-кислым цинком из расчета 20 мг элемента на 1 кг корма

Проявление недостаточности марганца выражается в неправильном развитии скелета, укорочении тела, появлении уродств, нарушении структуры плавников, Жировом перерождении печени, возникновении катаракты, что сопровождается снижением скорости роста рыб, увеличением смертности, снижением аппетита.

Дефицит марганца в корме проявляется главным образом в случае выращивания молоди при сверхвысоких плотностях посадки, т. е. при практически полном отсутствии естественной пищи. Наиболее часто он возникает при заводском подращивании личинок и молоди на стартовых комбикормах, имеющих в своем составе много рыбной муки, марганец которой плохо доступен для рыб. В необходимых случаях марганец можно вводить в комбикорм в форме серно-кислого марганца в количестве 10 мг элемента на 1 кг комбикорма.

Кобальт поступает в организм рыб с пищей и осмотическим путем. Дефицит его сопровождается снижением синтеза гемоглобина, что может привести к возникновению анемии и снижению общей резистентности организма, повышению смертности при одновременном замедлении роста рыб. В отечественной практике при выращивании карпов в прудах введение в корм для сеголетков хлористого кобальта в количестве 1–3 мг соли на 1 кг корма ускоряет рост сеголетков и снижает смертность молоди в зимний период. Избыток кобальта неблагоприятен и приводит к замедлению роста рыб.

Рыбы обладают выраженной способностью аккумулировать селен из воды и корма. Потребность в нем колеблется в пределах 0,15–0,25 мг/кг корма и зависит от содержания в воде. Корма, содержащие около 2 % и более рыбной муки, обычно удовлетворяют потребность карпа в этом элементе. Хороший эффект оказывает введение селенита натрия в коли-

честве 0,1 мг/кг в комбикорм для сеголетков карпа, где рыбная мука полностью заменена кормовыми дрожжами. Присутствие селена снимает отрицательное влияние этой замены на организм рыб, улучшает физиологическое состояние молоди, повышает ее резистентность и выживаемость в зимний период, а также оказывает благоприятное действие на интенсивность роста на втором году жизни. Целесообразно вводить селен в комбикорма в комплексе с витамином Е, что позволяет предохранять организм рыб от токсического действия окисленных жиров. Источником йода для рыб является вода и пища. Потребность в этом элементе составляет около 0,6–2,8 мг/кг и зависит от концентрации его в воде. Особенно требователен карп к содержанию йода в геохимических провинциях, дефицитных по данному элементу (Беларусь). В регионах, не испытывающих недостатка йода, его потребности удовлетворяются полностью, если в состав комбикормов входит 5–7 % рыбной муки.

Благоприятный эффект, выражающийся в стимуляции роста, вызывает введение в состав комбикорма йодистого калия или муки из морских водорослей, особенно филофоры, наиболее богатой йодом, а также обеспечение рыб достаточным количеством естественной пищи.

5.4. Пути решения проблемы рациональной организации минерального питания рыб.

В естественных условиях потребности рыб в минеральных элементах восполняются водой и пищей. Естественная пища карпов зоопланктон, зообентос и растительность содержат минеральные вещества в физиологически благоприятных соотношениях и в форме, хорошо доступной для организма. Однако при выращивании рыб в прудовых хозяйствах в условиях высокоуплотненных посадок возможны нарушения минерального обмена. С одной стороны, они могут быть обусловлены недостаточностью ряда элементов в почвах и воде, с другой – недостатком или избытком минеральных веществ в комбикормах, так как последние имеют несвойственный естественной пище набор компонентов. При установленном дефиците минеральных элементов существуют два основных пути снабжения ими организма рыб: в виде добавок к комбикормам или в виде минеральных удобрений, которые вносятся в воду и поступают в организм осмотическим путем или через естественную пищу. В качестве удобрений наибольшее распространение нашли соли кобальта. В регионах, дефицитных по микроэлементам, воду прудов удобряют солями марганца, бора, молибдена, йода. В то же время принято считать, что введение минеральных

добавок в комбикорма является более экономичным, быстрым и эффективным путем, период, а также оказывает благоприятное действие на интенсивность роста на втором году жизни.

Тема 6. ВИТАМИННАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ

6.1. Значение витаминов в кормлении и обмене веществ рыб. Формы проявления неполноценности витаминного питания.

6.2. Жирорастворимые и водорастворимые витамины. Провитамины.

6.3. Факторы, влияющие на потребность рыб в витаминах.

6.4. Значение отдельных витаминов и их источники.

6.1. Значение витаминов в кормлении и обмене веществ рыб.

Витамины представляют собой группу пищевых органических веществ различного строения, которые обладают одним общим свойством – способностью катализировать (самостоятельно или в составе ферментов) биохимические реакции в организме. Не являясь источником энергии или материалом для построения тканей и органов, они участвуют в регуляции обмена веществ. Поэтому недостаток витаминов неизбежно ведет к сбою обменных процессов, что отрицательно сказывается на развитии, росте, продуктивности и воспроизводстве животных.

При отсутствии витаминов в пище у животных развиваются авитаминозы. Обычно они свойственны крайне однообразному кормлению. Ограниченное содержание витаминов в кормах вызывает скрытые формы недостаточности – гиповитаминозы, которые могут наносить большой ущерб рыбоводству, особенно при уплотненных посадках карпов в прудах и в индустриальных хозяйствах. Их следствием является повышение смертности рыб, снижение темпа их роста, ухудшение эффективности использования комбикормов, увеличение себестоимости продукции. В то же время добавка в комбикорма слишком больших доз ряда витаминов может также привести к серьезным заболеваниям – гипервитаминозам.

Часть витаминов может синтезироваться в значительных количествах в организме животных из провитаминов (неактивных форм). Примером может служить синтез витамина А из каротина. Другие витамины, синтезируются в ограниченных количествах, что не может удовлетворить потребности в них животных. Часть витаминов может

образовываться в результате деятельности кишечной микрофлоры и используется для нужд организма.

Потребность в витаминах рыб, как и других животных, зависит от возраста и массы, планируемой скорости роста и уровня продуктивности, физиологического состояния, а также здоровья. Молодь, которая обладает высокой потенцией роста, нуждается в большем количестве витаминов, чем взрослые рыбы. Это относится и к кормлению рыб, от которых ожидается больший прирост. Потребность рыб в витаминах возрастает и при инфекционных или инвазионных заболеваниях.

Таким образом, недостаток витаминов неизбежно ведет к сбою обменных процессов, что отрицательно сказывается на развитии, росте, продуктивности и воспроизводстве животных.

6.2. Жирорастворимые и водорастворимые витамины. Провитамины.

Для удобства витамины по признаку растворимости делят на водорастворимые. Для их обозначения обычно используют буквы латинского алфавита. В то же время иногда пользуются названиями, основанными на химической природе витаминов или их функциях, например цианкобаламин (B_{12}), токоферол (E) или антирахитический (D).

Активность витаминов обычно выражают двумя способами: в интернациональных (или международных) единицах, в миллиграммах (или микрограммах) на 100 г или 1 кг корма.

К водорастворимым витаминам относятся витамины группы B и C. Их главное значение в жизнедеятельности животных — воздействие на промежуточный обмен. Водорастворимые витамины не обладают способностью накапливаться в организме и могут откладываться в тканях в незначительных количествах. Поэтому основным их источником является пища. Дефицит этих витаминов даже в течение непродолжительного времени способен привести к уменьшению активности большого числа ферментных систем. Результат — снижение аппетита, торможение роста, ослабление общей устойчивости организма. Витамины группы B синтезируются главным образом растениями, бактериями, дрожжами. Особенно богаты ими кормовые дрожжи, в меньшей степени отруби.

Жирорастворимые витамины (A, D, E, K) и их предшественники должны поступать в организм животных вместе с пищей. Они имеют важное значение для жизнедеятельности организма, влияя на белко-

вый, жировой и минеральный обмен. В отличие от водорастворимых они способны накапливаться в организме: основное депо их – печень. Разрушаются эти витамины при окислении жиров корма. Поэтому для их сохранности в продукты, содержащие высокий процент жира, необходимо добавление синтетических или естественных антиокислителей.

6.3. Факторы, влияющие на потребность рыб в витаминах.

Потребности различных видов теплолюбивых рыб в витаминах близки, а симптомы недостаточности схожи.

Большое влияние оказывают условия выращивания рыб. Например, при более высокой температуре воды (при которой обмен веществ идет более интенсивно) потребность в витаминах выше, чем при низкой. В индустриальных хозяйствах при отсутствии в рационах рыб естественной пищи уровень витаминов в комбикормах должен быть существенно выше, чем при выращивании в прудах. Если в процессе выращивания рыба часто подвергается воздействию стрессирующих факторов, для ее лучшей адаптации к неблагоприятным условиям также следует увеличить ввод витаминов в комбикорма. Кроме того, потребность в витаминах зависит от соотношения основных питательных веществ в кормах и обеспеченности их макро- и микроэлементами.

Например, для усвоения пищи с высоким содержанием углеводов, рыбам требуется большее количество тиамин (витамина В₁), чем при питании низкоуглеводными диетами. При оптимальном поступлении в организм фосфора обеспечиваются благоприятные условия для более полного превращения каротина в витамин А и синтеза В₁₂. Марганец стимулирует синтез и депонирование аскорбиновой кислоты в тканях, снижает потребность организма в токофероле, оказывает благоприятное влияние на усвоение и утилизацию в организме витаминов А, С, Е и К и так далее.

Немаловажную роль играет присутствие в кормах авитаминов, резко увеличивающих потребность рыбы в витаминах (например, тиаминазы, содержащейся в фарше из сырой рыбы). Наличие в кормах или премиксах естественных антиоксидантов (α -токоферолы подсолнечниковых фосфатидов) или синтетических (сантохин, дилудин, ионал и др.) предохраняет корм от образования продуктов перекисного окисления липидов, способных разрушать многие витамины.

Определенное влияние оказывает и технология приготовления комбикормов, особенно ее температурные параметры, так как ряд витаминов разрушается при температуре свыше 60 °С (В₁, В₃, С, А, D).

Особенно нестоек витамин С, в процессе гранулирования кормов при обработке их паром он разрушается на 50–60 %. а при экструзии – до 90 %. Неважное значение имеют и условия хранения кормов. При нарушении правил хранения многие витамины (В₂, В_с, А, D, Е, С) могут разрушаться под воздействием света и воздуха. Их разрушение происходит и под действием микрофлоры, которая усиленно развивается при увлажнении кормов. При хранении комбикормов в обычных условиях витамин С полностью разрушается через 25–30 дней.

Комбикорма, содержащие витаминные премиксы, лучше сохраняются в темном прохладном помещении в крафт-мешках.

Нормы потребности рыб в витаминах разработаны с учетом их физиологической роли в организме рыб, величинах потребностей, симптомах недостаточности, а также источников, богатых теми или иными формами витаминов.

За величину потребности принято минимальное количество витамина, обеспечивающее максимальный рост рыб и накопление витаминов в тканях при отсутствии признаков недостаточности. Табличные нормы даны без учета возможных потерь витаминов в процессе переработки и хранения сырья и комбикормов; в них также не приняты во внимание изменения потребностей рыб при смене условий среды. Потребности даны к полным и добавочным рационам. Полные рационы содержат весь набор питательных веществ, который полностью удовлетворяет потребности карпа. Добавочные предназначены в основном для удовлетворения белковых и энергетических потребностей при условии, что часть витаминов и других биологически активных веществ рыбы будут получать с естественной пищей.

Витаминная недостаточность проявляется у рыб в основном при недостатке в их рационах естественной пищи. Последнее является следствием повышенных плотностей посадок карпа в прудах или неполноценностью комбикормов в условиях промышленных хозяйств. Поэтому для предупреждения гипо- и авитаминозов в комбикорма вводят витаминные добавки – премиксы. Обычно они содержат небольшой избыток витаминов, что целесообразно по следующим причинам; частичной потери рядом витаминов активности при влаготепловой обработке в процессе изготовления комбикорма и его хранения (особенно С и В₁), наличия в сырье антивитаминов и окисленных жиров. Кроме того, содержание витаминов в сырье подвержено значительным колебаниям, большая часть их может экстрагироваться в воде из корма.

6.4. Значение отдельных витаминов и их источники.

Содержание витаминов в комбикормах зависит от состава входящих в них сырьевых компонентов. Компоненты, богатые витаминами, обычно называют витаминными концентратами (ВК). К ним можно отнести различные виды кормовых дрожжей, содержащие очень высокий уровень большинства витаминов группы В.

А (ретинол) стимулирует рост рыбы, участвует в регуляции обмена веществ, благоприятно воздействует на слизистые оболочки и роговицу глаз. Животные источники витамина А – рыбий жир, молочные продукты. В растительном же корме содержится аналог – каротин, который в процессе пищеварения превращается в витамин А. Больше всего каротина содержится в моркови, молодых зеленых растениях (например, в листьях клевера) и травяной муке.

Д (кальциферол) участвует в регуляции минерального обмена (регулирует фосфорно-кальциевый обмен и тем самым способствует процессу развития костных тканей и чешуи, Источниками являются дрожжи и рыбий жир.

Е (токоферол) принимает участие в окислительно-восстановительных процессах: в белковом, жировом и углеводном, происходящих в организме. При его недостатке в организме накапливаются токсические продукты жирового обмена, нарушающие сперматогенез у самцов и тормозящие развитие икры у самок). Больше всего данный витамин содержит зеленая трава, травяная мука, проращиваемое зерно, кукуруза, соя, молочные продукты, яйца, растительные масла.

К (филлохинон) Особенностями витамина является влияние на обменные процессы в соединительной ткани и повышение показателей свертываемости крови. Наибольшей концентрацией витамина обладает морковь, травы (люцерна, клевер, крапива) и мука из них.

В₁ (тиамин) имеет большое значение для роста и развития рыб (играет большую роль в углеводном и белковом обмене, а также в обмене липидов и микроэлементов). От витамина В₁ зависит физиологическая сопротивляемость организма и нормальная жизнедеятельность нервной системы. Источником являются дрожжи, отруби, жмых, соевая мука, молочная сыворотка и зеленые части растений.

В₂ (рибофлавин) необходим для нормального роста и развития рыб, особенно производителям. Хорошими источниками является проращенное зерно, зелень, молочные отходы и пивные дрожжи.

В₃ (пантотеновая кислота) играет большую роль в клеточном обмене. Благодаря витамину В₃ поддерживается стабильная работа нерв-

ной системы и нормализуется обмен белка и жиров. Также нейтрализуется ряд токсических веществ, которые попадают с кормом. Недостаток ведет к прекращению роста, потере массы, образованию язв в кишечнике, гипертрофии надпочечников. В качестве источников витамина используются дрожжи, корма с животным происхождением, травяная мука и жмых.

V₄ (холин), при его недостатке общими симптомами являются жировая инфильтрация печени, анемия. источником служат семена злаковых, свекла, бобовые и дрожжи.

Витамин V₅ или PP (никотиновая кислота) необходим для обмена веществ и активизации нервной, сердечно-сосудистой и пищеварительной системы. V₅, недостаток может приводить к запоздалости развития половых органов. Получить витамин можно из дрожжей, отрубей, моркови и зеленой травы.

V₆ (пиридоксин) влияет на обмен белков, участвует в нормализации кроветворения и свертываемости крови, питания кожи, улучшает использование жирных кислот. Недостаток его приводит к задержке роста, нарушению обмена аминокислоты триптофана. Источник – животный корм, дрожжи и травяная мука.

V₁₂ (цианкобаламин) нормализует обмен жиров и углеводов, необходим для нормального кроветворения, созревания эритроцитов, способствует синтезу нуклеиновых кислот, оказывает благоприятное действие на печень и нервную систему. От него зависит уровень выклева личинок из икры, жизнеспособности молоди и взрослой рыбы. Источник – корм животной природы, в частности, рыбная мука.

Витамин V₉ (V_c, фолиевая кислота), необходим для роста и развития кровеносной и иммунной систем, недостаток его приводит к ухудшению роста. Фолиевая кислота в значимых количествах содержится в зелёной траве, в бобовых, в отрубях, дрожжах, печени.

C (аскорбиновая кислота) участвует во всех звеньях обмена веществ, в поджелудочной железе – инсулина, в печени — гликогена в синтезе гормонов, в обезвреживании токсических веществ, необходим для нормального функционирования соединительной и костной тканей. Выполняет биологические функции восстановителя и кофермента некоторых метаболических процессов, является антиоксидантом. Благодаря ему ускоряются процессы заживления ран. Витамин C может синтезироваться в организме. Значительное количество аскорбиновой кислоты содержится в зеленых кормах (наиболее богаты аскорбиновой кислотой хвоя сосны и пихты), травяной муке, моркови.

Н (биотин) регулирует процессы жирового обмена печени и поддерживает питание кожных покровов, входит в ряд ферментов. Витамин Н может быть синтезирован микрофлорой кишечника или получен с зерном бобовых культур.

Комплексные витаминные препараты или смеси витаминных препаратов вводятся в состав премиксов.

Тема 7. ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ ПО ПЕРЕВАРИМЫМ ПИТАТЕЛЬНЫМ ВЕЩЕСТВАМ

7.1. Переваривание корма как первый этап питания организма. Понятие о коэффициенте переваримости питательных веществ корма.

7.2. Методы и техника определения переваримости питательных веществ корма.

7.3. Факторы, влияющие на переваримость кормов.

7.1. Переваривание корма как первый этап питания организма. Понятие о коэффициенте переваримости питательных веществ корма.

Химический состав кормов не дает полного представления об их питательности. Более точно определить питательность корма можно лишь в процессе изучения его действия на организм рыбы. Одним из методов может быть определение переваримости кормов.

Прием пищи, ее переваривание и всасывание – начальные этапы координированных и взаимообусловленных биологических и биохимических процессов, дальнейшими звеньями которых является обмен веществ в тканях и выделение продуктов катаболизма.

В процессе пищеварения основные питательные вещества подвергаются ферментативному расщеплению и всасыванию, а витамины и минеральные вещества из неусвояемых или трудноусвояемых для организма соединений переходят в доступную для всасывания форму. Причем при переваривании пищи происходит многократный кругооборот различных соединений между кровью, лимфой и пищеварительным трактом. Таким образом, от степени активности пищеварительной системы зависит уровень обмена веществ в организме.

Проглоченная пища быстро вступает в контакт с желчью и пищеварительными соками. Перистальтика кишечника способствует перемешиванию пищи с соками и ее продвижению. Главным источником пищеварительных ферментов является поджелудочная железа. Она выде-

ляет три основные группы ферментов, которые расщепляют белки, жиры и углеводы.

Желчь, облегчая всасывание жиров, стимулирует секреторную функцию поджелудочной железы, а также тонус и моторику переднего отдела кишечника и препятствует развитию гнилостной микрофлоры.

Другим важным источником пищеварительных ферментов является слизистая оболочка кишечника. Ее ферменты поступают в полость при слущивании кишечного эпителия. С помощью панкреатических и кишечных ферментов в кишечнике осуществляется полостное пищеварение. Сущность его заключается в том, что в полости кишки происходит ферментативное расщепление (гидролиз пищи) и когда продукты этого гидролиза достигают поверхности слизистой оболочки кишки, происходит всасывание.

Часть ферментов, секретлируемых кишечными клетками, и ферментов панкреатического происхождения адсорбируется на выростах внешней поверхности всасывающих клеток кишечника (так называемой щеточной кайме, или микроворсинках).

Микроворсинки являются структурной основой нового типа пищеварения, которое носит название пристеночного или мембранного. Оно осуществляется с помощью ферментов, адсорбированных на внешней поверхности клеточных оболочек, т. е. на границе внеклеточной и внутриклеточной сред, где происходит одновременное расщепление и всасывание питательных веществ.

Между полостным и мембранным пищеварением существуют определенные взаимоотношения. В начальных отделах пищеварительного тракта (ротовая полость, глотка, пищевод, желудок) пища, представляющая собой животные и растительные ткани, подвергается первичной механической и химической обработке. Ферменты, находящиеся в полости, через поврежденные клеточные оболочки тканей пищи быстро расщепляют клеточное содержимое. Продукты распада диффундируют за пределы клеток пищи и, передвигаясь с помощью перистальтики, достигают поверхности слизистой оболочки. Здесь в зоне пристеночного пищеварения сильно измельченные частицы подвергаются окончательному гидролизу с последующим всасыванием в зоне микроворсинок. Крупные частицы (более 100–200 °А) отбрасываются в полость кишечника и вновь подвергаются воздействию полостных ферментов.

Перевариванием называют гидролитическое расщепление органических составных частей корма (белков, жиров и углеводов) под влиянием ферментов пищеварительных соков и микроорганизмов. В ре-

зультате вещества, входящие в состав кормов, распадаются на *аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты и растворимые соли*. Все они растворимы в воде, а потому легко всасываются в пищеварительном тракте и поступают в кровь и лимфу.

Переваримыми веществами называют такие питательные вещества, которые в результате пищеварения поступают в кровь и лимфу. Часть же веществ корма (непереваренные вещества) с остатками пищеварительных соков, слизью, кишечным эпителием и продуктами обмена выводится из организма в виде фекалий.

Экскременты – совокупность отходов жизнедеятельности организма, подлежащих удалению во внешнюю среду (фекалии и нефекальные выделения через жабры, почки, поверхность тела).

Фекалии – совокупность отходов жизнедеятельности и непереваренных остатков пищи рыб, выделяемых во внешнюю среду из дистального окончания кишечника в процессе акта дефекации.

О переваримости обычно судят по разности между питательными веществами, принятыми с кормами и выделенными с экскрементами, т. е. переваримые питательные вещества равны питательным веществам корма минус питательные вещества экскрементов. Переваримость корма выражают в граммах и в процентах. Отношение переваримых питательных веществ к принятым с кормом, выраженное в процентах, называют **коэффициентом переваримости**.

$$\text{Коэффициент переваримости} = \frac{\text{Переваримое питательное вещество, г}}{\text{Питательное вещество корма, г}} \times 100$$

В кормах определяют коэффициент переваримости *сухого вещества, органического вещества, протеина, жира, клетчатки и БЭВ*.

Питательность кормов можно оценивать по **сумме переваримых питательных веществ**, включая переваримые протеин, жир (умноженный на коэффициент 2,25, с учетом того, что энергетическая ценность жира в 2,25 раза выше, чем у углеводов), клетчатку и БЭВ.

Для организма рыб большое значение имеет уровень протеинового питания. В частности, для нормального переваривания корма в организме карпов-трехлетков на 8 частей переваримых безазотистых частей рациона, включая жир (умноженный на 2,25), должно приходиться не менее одной части переваримого протеина. При более широком отношении безазотистых веществ и протеина переваримость углеводов и протеина снижается. Следовательно, при включении в рацион достаточного количества протеина можно избежать снижения переваримо-

сти кормов. В связи с этим важно поддерживать определенное **протеиновое отношение**, определяемое по формуле:

$$\text{Протеиновое отношение} = \frac{\text{Переваримые: жир} \times 2,25 + \text{клетчатка} + \text{БЭВ}}{\text{Переваримый протеин}}$$

В рыбоводстве отношение называют широким, если на одну часть переваримого протеина приходится более 6 частей переваримых безазотистых частей, средним – 5–6 и узким – менее 5. Так, для молоди карпа протеиновое отношение должно быть в пределах 1:0,5-1; для двухлетков – 1:5; для трехлетков – 1:8.

7.2. Методы и техника определения переваримости питательных веществ.

Переваримость кормов определяют в специальных опытах.

Определяют суточный рацион рыб и его переваримость методом прямого учета съеденной пищи и выделенных экскрементов (прямым методом) в лабораторных условиях.

В опытную группу подбирают не менее трех рыб одной породы и пола, близких по размеру, возрасту, массе, физиологическому состоянию. Они должны быть типичными для пруда, где намечено использование испытываемого корма.

У половозрелых подопытных рыб измеряют длину и массу, определяют пол, возраст, у молоди – этап развития. Травмирование при этом не допускается. Подготовленных рыб помещают в аквариум (бассейн) за сутки или более до начала опыта, чтобы они адаптировались в новых условиях. При этом рыб выдерживают без пищи в течение суток или более. В процессе опыта устанавливают приближенный к производственным условиям режим кормления и содержания (гидрохимический режим, плотность посадки, кратность кормления).

Весь опыт разделяется на два периода: предварительный и основной.

Предварительный период составляет 2–3 дня, если испытываемый корм не отличается или мало отличается от ранее скармливаемого. Если испытываемый корм существенно отличается от ранее скармливаемого, то продолжительность предварительного периода увеличивается до 10 дней. В этот период исследуют поедаемость корма, ведется учет заданного корма и не съеденных остатков.

Основной (учетный) период составляет 3–7 дней. Кроме показателей, учитываемых в предварительном периоде, добавляется сбор и учет коли-

чества выделенных рыбами экскрементов. Количество съеденного корма определяется как разность между массой заданных кормов и не съеденного остатка. Перед взвешиванием собранные остатки корма и экскременты просушивают на фильтровальной бумаге.

По результатам химического анализа корма, экскрементов, учета количества съеденного корма и выделенных экскрементов рассчитывают переваримость питательных веществ корма. Метод изучения переваримости кормов, основанный на использовании инертных индикаторов, применяется при проведении опытов в прудах.

В рыбоводстве в качестве индикаторов чаще всего применяют окись хрома или сульфат бария, вводимые в корм. При этом следует учитывать наличие естественной пищи и изменчивость условий. Рекомендуются для опытов пруды площадью 500–800 м². Плотность посадки должна быть высокой (для карпа 10–15-кратная). Предварительное кормление для адаптации обычно ведется гранулами испытываемого корма без инертного вещества. Накануне опыта кормление не производится, кормушки и место вокруг них тщательно очищаются. В день опыта суточная норма корма с инертным веществом делится на 3 порции и задается через каждые 2 ч (например, в 7, 9 и 11 ч). Отлов рыб для сбора экскрементов проводится через установленное для данных условий время, когда трансформированное вещество пищи прошло через пищеварительный канал. Собирают экскременты от 30–50 рыб. Повторные опыты проводятся не ранее чем через двое суток.

Расчет переваримости корма проводится по следующей формуле:

$$\text{Коэффициент переваримости} = 100 - 100 \times \frac{\text{Инертное вещество корма, \%} \times \text{Питательное вещество экскрементов, \%}}{\text{Инертное вещество экскрементов, \%} \times \text{Питательное вещество корма, \%}}$$

7.3. Факторы, влияющие на переваримость кормов.

Факторы, определяющие переваримость питательных веществ рациона весьма разнообразны. Условно их можно разделить на 2 группы: факторы, связанные с самим животным, и факторы, связанные с кормами и кормлением.

К первой группе факторов можно отнести:

1. Вид и порода рыбы. Переваримость одного и того же корма у разных видов рыб разная, что определяется особенностями анатомо-физиологического строения органов пищеварения. Существенные ко-

лебания в коэффициентах переваримости наблюдаются как у рыб разных пород, так и у отдельных рыб одной и той же породы и возраста.

2. Возраст рыб. Способность животных переваривать корма зависит от возрастных, морфологических и физиологических особенностей органов пищеварения, перевариваемость кормов рыбами разного возраста заметно различается. Низкая переваримость кормов у молоди объясняется недостаточным развитием пищеварительного тракта. С началом самостоятельного питания перевариваемость питательных веществ постепенно повышается и достигает максимума к окончанию развития пищеварительной системы. В последующем переваримость кормов снижается (ухудшается механическая подготовка корма, снижается активность пищеварительных ферментов и их выработка).

3. Индивидуальные особенности рыбы, состояние нервной, гуморальной системы и пр.

4. Физическая активность и стресс-факторы. При чрезмерной физической активности и стрессах переваримость понижается.

5. Аппетит.

Вторая группа факторов (корма и кормление):

1. Сложившийся тип кормления при выращивании рыб во многом определяет работу пищеварительного аппарата. Условия кормления в период роста влияют на развитие и функцию органов пищеварения. Под влиянием того или иного типа кормления в период выращивания способность рыб переваривать корм в последующем изменяется адекватным образом, иными словами, какой тип кормления был применен в молодости, к такому типу кормления в последующем рыбы оказываются лучше приспособленными.

2. Порядок или очередность скармливания кормов. Лучше всего кормить рыб кормосмесями.

3. Разнообразии рационов. Лучше перевариваются рационы, разнообразные по набору кормов.

4. Режим кормления. Деятельность пищеварительных органов в сильной степени зависит от режима кормления (кратности, времени и своевременности, порядка скармливания кормов и др.).

Большое влияние на перевариваемость оказывает размер порции корма в одно кормление. Хотя отделение пищеварительных соков усиливается с увеличением количества съеденного корма, но очень большие порции перевариваются все же несколько хуже, так как они быстрее проходят по пищеварительному тракту. Кроме того, при обильном кормлении нарушаются функции пищеварения, наблюдается потеря

аппетита. Чтобы обеспечить нормальную перевариваемость при обильном кормлении, корм следует задавать чаще и небольшими порциями. В этом случае имеет место многократное рефлекторное возбуждение пищеварительных желез с выделением так называемого «запального сока» (по И. П. Павлову), усиление моторики стенок пищеварительного тракта. При периодической раздаче кормов следует кормить рыб в одно время, придерживаясь установленного порядка (очередности) кормов при их раздельном скармливании. Лучше кормить рыбу кормосмесями.

5. Химический состав корма и соотношение отдельных питательных веществ (содержание клетчатки, протеиновое отношение, наличие биологически активных веществ, антипитательных веществ и др.).

Односторонний избыток или недостаток питательных веществ отрицательно сказывается на переваримости.

Из отдельных питательных веществ наибольшее влияние оказывают протеин и клетчатка.

Чем больше в корме клетчатки, тем ниже переваримость всех его питательных веществ. При широком протеиновом соотношении наблюдается понижение переваримости, прежде всего, углеводов и белка. Причиной ухудшения переваримости при недостатке в корме протеина является снижение секреции пищеварительных желез и изменение микробиологических процессов в пищеварительном тракте.

Существенное влияние на перевариваемость и всасывание питательных веществ кормов оказывают витамины и минеральные элементы, от недостатка которых наблюдаются расстройства пищеварения (поносы, запоры и др.), вызываемые нарушением моторных и секреторных функций пищеварительного тракта и понижением его тонуса.

На перевариваемость корма оказывают влияние органические кислоты, продукты гидролиза белка и др. Действие этих веществ сказывается в активации секреции пищеварительных желез. Корма, содержащие органические кислоты, усиливающие секрецию поджелудочной железы, особенно полезны при скармливании в составе рациона больших количеств крахмалистых кормов (зерновых злаковых).

6. Перевариваемость кормов зависит также и от некоторых специфических свойств (вкуса, запаха), с которыми связан аппетит животного. Интенсивное сокоотделение и энергичная моторика пищеварительного тракта при вкусном корме способствует лучшему перевариванию корма (аппетит – сок – пищеварение). Скармливание разнообразных

кормов в рационе способствует поддержанию у рыб хорошего аппетита, что способствует лучшей переваримости питательных веществ.

7. Подготовка кормов к скармливанию, степень измельчения

На перевариваемость питательных веществ оказывает влияние подготовка кормов к скармливанию, облегчающая механическую переработку в пищеварительном тракте и действие пищеварительных ферментов, а также улучшающая вкусовые свойства (степень измельчения и физическая форма корма, разнообразные физические и химические способы обработки углеводистых кормов, богатых клетчаткой или крахмалом, сдобривание кормов, добавление в комбикорма ферментных препаратов, приготовление сложных полноценных кормовых смесей и комбикормов).

Тема 8. ОЦЕНКА ОБЩЕЙ (ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ) ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

8.1. Понятие об энергетической (общей) питательности корма.

8.2. Оценка энергетической питательности кормов в обменной энергии.

8.3. Методы изучения обмена веществ и энергии в организме рыб, баланс веществ.

8.4. Понятие о кормовом коэффициенте. Оценка питательности кормов по кормовому коэффициенту. Методы расчета кормового коэффициента отдельных кормов и кормосмесей.

8.1. Понятие об энергетической (общей) питательности корма.

Изучение переваримости питательных веществ кормов и рационов показывает лишь начальную стадию использования питательных веществ организмом животного и не раскрывает их использование для процессов жизнеобеспечения. Поэтому основным способом познания дальнейших превращений питательных веществ кормов в животноводческую, продукцию являются методы изучения баланса питательных веществ и энергии.

Энергетическую питательность корма составляет общее количество энергии, содержащееся в нем. Нехватка корма приводит к нехватке энергии, что в свою очередь тормозит процессы пластического и функционального обмена. Если корма незначительно различаются по количеству и качеству протеина и жира, то их сухое вещество будет содержать примерно одинаковое количество энергии.

Современная система оценки энергетической питательности кормов основывается на содержании в них обменной энергии. Обмен веществ – это результат всех химических и энергетических превращений, происходящих в организме. Все фазы обмена требуют энергии, которую рыбы получают из корма. Энергосодержащими компонентами рациона являются белки, жиры и углеводы. Валовая энергия, содержащаяся в них, составляет соответственно 23,65; 39,56 и 17,17 Дж/г. Часть ее теряется с экскрементами. Энергия корма за вычетом энергии экскрементов составляет обменную, или физиологически полезную энергию.

Валовая энергия (энергия потребленной пищи) характеризует всю энергию, поступающую в организм вместе со всеми энергосодержащими питательными веществами корма. Потенциальная энергия органических веществ корма.

Переваримая энергия – (энергия ассимилированной части пищи) определяется как валовая энергия корма минус энергия непереваренной части кормов (фекалий) и зависит от степени переваримости потребляемых кормов.

Обменная энергия (метаболизируемая или физиологически полезная энергия, или энергия функционального обмена). Используется на переваривание и усвоение пищи, поддержание жизни, процессы роста и двигательную активность. Характеризуется разностью между переваримой энергией и энергией роста.

Энергия роста (энергия пластического обмена). Энергия нефекальных выделений через жабры, почки, поверхность тела. Определяется как разность между переваримой энергией и обменной энергией.

Чистая энергия – Энергия прироста, двигательной активности и поддержания жизни. Определяется как разность между обменной энергией и энергетическими затратами организма рыбы, связанными с потреблением и перевариванием пищи (так называемым специфическим динамическим действием пищи, СДД).

Кроме того, выделяют энергию генеративного обмена, показывающую величину энергии, используемой организмом на формирование половой системы в целом и половых продуктов в частности.

Энергетическая питательность кормов в рыбоводстве в настоящее время выражается по международной системе единиц СИ в джоулях (Дж) или в калориях (кал). Для перевода калорий в джоули и обратно, следует помнить, что 1 калория равна 4,1868 Дж, а 1 джоуль – 0,2388 калории.

8.2. Оценка энергетической питательности кормов в обменной энергии.

Для обеспечения процессов обмена и роста живой организм нуждается в большом количестве энергии, которую он получает из пищи. Для быстрорастущих животных, к числу которых относятся рыбы, энергетические траты, необходимые для обеспечения потребностей роста, играют главенствующую роль.

Известно, что удовлетворение энергетических потребностей организма является главным стимулом приема пищи. О преимущественном значении энергетических потребностей свидетельствует то, что в условиях калорийного голодания организм расходует не только запасные жиры и углеводы, но и тканевые белки. Одним из наиболее эффективных путей снабжения организма энергией является окислительный распад жиров, при котором организм получает 39,4 кДж/г, при распаде 1 г белков – 22,9, 1 г углеводов – 16,4 кДж.

Количественное распределение энергии пищи в организме рыб имеет следующий вид.

При условии, что валовая энергия составляет 100 %, а энергия фекалий – 20–25 %, на долю переваримой энергии приходится 75–80 %. Часть ее (7 %) после превращений в промежуточном обмене выделяется через жабры, почки и поверхность тела в виде нефекальных экскретов. Оставшаяся часть (68–73 %) представляет собой физиологическую полезную (метаболизируемую или обменную) энергию. Из этой энергии на переваривание и усвоение пищи расходуется около 12–13 %.

Остается, так называемая чистая энергия, которая приблизительно составляет 56–60 % валовой. Чистая энергия используется на поддержание жизни (7 %), двигательную активность (23 %), прирост массы (или энергию роста) – 29 % (0–45 %).

Таким образом, сумма энерготрат на поддержание жизни и обычную двигательную активность (так называемые «теплопотери») составляет около 30 % валовой и 40 % обменной энергии.

Приведенные значения имеют ориентировочный характер и могут изменяться в зависимости от состава и качества корма, величины его потребления, биологических особенностей рыб, экологических условий. От того, насколько энергетические потребности могут быть обеспечены за счет основных источников – углеводов и жиров – зависит степень использования сырого протеина корма для синтеза белков в организме. Их присутствие в диете оказывает азотсберегающий эффект. Механизм этого эффекта становится понятным, если учесть, что процессы синтеза бел-

ка требуют большого количества энергии. Недостаточное поступление жиров и углеводов приводит к интенсивному использованию аминокислот в качестве энергетического источника. Следствием этого является снижение конверсии белка для производства продукции. Поэтому важным условием для повышения конверсии белка и корма в целом является правильное соотношение калорийности рациона и уровня протеина (с учетом степени его сбалансированности).

Для протеино-энергетической характеристики кормов широко используется показатель их соотношения, выражаемый количеством переваримого белка (мг), приходящегося на 1 кДж переваримой или обменной энергии. Согласно этим данным, для карпа при условии аминокислотной сбалансированности кормов, этот показатель находится в пределах от 19 до 24 мг переваримого белка/кДж. Для лососевых рыб границы оптимальных соотношений в кормах для молоди определены в пределах 19–25, для рыб старших возрастов – 21–23, для молоди канального сома от 24 до 30 мг переваримого белка/кДж.

Эффективность источников энергии в кормлении рыб зависит от их экологических особенностей. В питании холодолюбивых рыб основными источниками энергии служат липиды. Углеводы не играют столь существенной роли, как у теплолюбивых рыб.

8.3. Методы изучения обмена веществ и энергии в организме рыб, баланс веществ.

К методам изучения обмена веществ в организме рыб относится метод балансовых опытов по азоту. Сущность метода заключается в том, что об изменениях в организме судят по отложению или распаду белков, определяемых по балансу азота.

Баланс азота устанавливают по формуле:

$$N_{\text{корма}} = N_{\text{белка, отложенного в организме}} + N_{\text{выделений продуктов метаболизма}} + N_{\text{экскрементов.}}$$

Часть азота, потребленного с пищей за определенный промежуток времени, откладывается с белком в теле рыб, другая часть – выделяется с экскрементами и продуктами белкового обмена. *Количество азота, потребленного рыбой за сутки, называется суточным азотистым рационом* и выражается обычно в процентах от азота тела рыб.

Баланс азота у рыб в зависимости от физиологического состояния, характера кормления может быть: положительным, отрицательным и нулевым.

При нулевом балансе азота в теле рыбы отложенный белок не образуется, а весь протеин корма используется только для поддержания жизненных процессов. Положительный баланс свидетельствует о преобладании синтеза белка над его распадом и наблюдается в период роста рыб при достаточном обеспечении их кормовым протеином.

Отрицательный баланс присутствует при белковом голодании, часто наблюдается у рыб в зимний период. О материальных изменениях в организме рыб можно судить и по балансу энергии

Для определения количества энергии, содержащейся в кормах и экскрементах рыб, используют методы *прямой калориметрии, мокрого сжигания и расчетные способы*.

Для определения калорийности (содержания физической энергии) методом прямой калориметрии используют прибор, называемый калориметрической бомбой. Суть метода заключается в сжигании пробы в избытке кислорода под повышенным давлением в бомбе, погруженной в воду. Количество выделившейся при сгорании исследуемого вещества энергии определяют по повышению температуры воды. Исходя из массы пробы, рассчитывают калорийность исследуемого вещества.

Метод прямой калориметрии позволяет определить величину так называемой физической калорийности, т. е. то количество тепла, которое освобождается при полном окислении органического вещества.

В методах мокрого сжигания исследуемую пробу обрабатывают раствором сильного окислителя, например йодатом калия или бихроматом калия. По разности между исходным количеством окислителя и количеством его, оставшимся после окисления пробы, рассчитывают количество кислорода, затраченное на окисление органического вещества. По этим данным с помощью оксикалорийного коэффициента (3,38 ккал/1 г O₂) определяют калорийность исследуемого вещества.

Расчет калорийности по химическому составу исследуемой пробы.

Все органические вещества характеризуются определенными величинами теплоты сгорания. Поэтому, если определен химический состав органической фракции исследуемых организмов или кормов и известны калорийные эквиваленты найденных веществ, можно считать калорийность исследуемых организмов или кормов.

Если состав органического вещества исследуемой пробы выражен в процентах, то калорийность (содержание валовой или физической энергии) (в кДж/г) рассчитывают по формуле:

$$ВЭ = (23,65 \times Б + 17,17 \times У + 39,56 \times Ж) / 100,$$

где Б, У, Ж – содержание соответственно белков, углеводов и жиров, %.

На основании имеющихся экспериментальных данных по переваримости и усвояемости естественных кормов карпом установлено, что в природных условиях усвояемость естественных кормов по энергии в среднем составляет 85 %, потери с продуктами метаболизма не превышают 5 %, т. е. суммарные потери энергии пищи составляют 20 % общего количества потребленной пищи (валового рациона), или физиологически полезная энергия составляет 80 % валовой энергии рациона.

Таким образом, содержание обменной энергии в кормах для карпа (ОЭ) (в кДж/г) можно определить по формуле:

$$\text{ОЭ} = 0,8 \times \text{ВЭ}.$$

8.4. Понятие о кормовом коэффициенте. Оценка питательности кормов по кормовому коэффициенту. Методы расчета кормового коэффициента отдельных кормов и кормосмесей.

Кормовой коэффициент – количество естественного или искусственного корма, затраченного на получение 1 кг прироста рыбы.

K_k равен количеству скормленного корма, деленному на прирост рыбы:

$$K_k = \frac{Z_k}{M_k - M_n} = \frac{Z_k}{P_m},$$

где K_k – кормовой коэффициент;

Z_k – затраты корма, г;

M_n – масса рыбы в начале периода, г;

M_k – масса рыбы в конце периода, г;

P_m – прирост массы за период, г.

Для вычисления K_k необходимо точно определить рыбопродуктивность пруда, полученную за счет кормления рыбы. Этот коэффициент устанавливают экспериментальным путем, применяя физиологические методы исследования или используя прямые наблюдения за потреблением корма рыбой.

[Рыбная мука – 1,5–2, мука зернобобовых культур – 2–3, злаковых – 3–5].

K_k – величина непостоянная. Зависит он не только от объекта выращивания, температуры воды, но и от ряда других факторов, в том числе

и от техники кормления. Величина K_k увеличивается в следующих случаях: при даче недробленных, сухих, быстро расплывающихся в воде кормов; если корм недоброкачественный; если кормовая смесь готовится не из тонкоразмолотых кормов, а из кормов грубого размола; если кормовая смесь неправильно составлена – не выдержано протеиновое отношение, допущено много клетчатки и т. п.; если корм дается на нерасчищенные, заросшие, задернованные, покрытые мхом или пожнивными остатками места или на заиленные и заторфованные участки; при устойчивом и длительном ухудшении кислородного режима воды; при чрезмерном увеличении суточного рациона, когда корма полностью не поедаются и загнивают; при заболевании рыбы; если на кормовое место приходится больше 400 двухлетков или 2000 сеголетков; если рыбу кормят редко; через день–два большими порциями, когда корма долго лежат в воде и питательные вещества из них вымываются водой; при истощении естественной кормовой базы пруда и т. д.

K_k одного и того же корма увеличивается по мере увеличения плотности посадки карпа, так как еще не найдены такие кормовые смеси, которые вполне заменяли бы естественную пищу.

K_k для сеголетков карпа примерно на 25–30 % меньше, а для трехлетков на 25–30 % больше, чем для двухлетков.

Для комбикормов и смесей кормовой коэффициент рассчитывается как средневзвешенная величина, пропорционально доле каждого компонента:

$$K_k = \frac{K_{k1}}{100} \times C_1 + \frac{K_{k2}}{100} \times C_2 + \dots + \frac{K_{kn}}{100} \times C_n,$$

где K_k – кормовой коэффициент комбикорма или смеси,

$K_{k1}, K_{k2}, \dots, K_{kn}$ – кормовые коэффициенты компонентов,

C_1, C_2, \dots, C_n – процентное содержание компонентов.

Для характеристики эффективности кормления в рыбоводстве используют и другой показатель – *оплата корма*. Он представляет отношение прироста массы рыбы к заданному корму: $O_k = \frac{P_m}{Z_k}$.

Раздел 2. КОРМА

Тема 9. ПОНЯТИЕ О КОРМАХ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

- 9.1. Понятие о кормах и кормовых средствах.
- 9.2. Основные группы кормов и их классификация.
- 9.3. Факторы, влияющие на состав и питательность кормов.
- 9.4. Требования, предъявляемые к кормам для рыб. Государственные стандарты на корма.

9.1. Понятие о кормах и кормовых средствах.

Корма – это специально приготовленные, физиологически приемлемые продукты растительного, животного, микробного происхождения, содержащие питательные вещества в усвояемой форме и не оказывающие вредного влияния на здоровье животных и на качество получаемой от них продукции.

Для кормов характерны определенные физические и химические признаки, а также вкус, запах, ограничение вредных примесей и антипитательных веществ до уровня, не оказывающего воздействия на потребление корма, продуктивность и здоровье животных. Чем выше концентрация в корме питательных веществ, их доступность, биологическая полноценность, тем выше его питательная ценность.

В отличие от кормов кормовые средства – более широкое понятие, объединяющее как натуральные, так и синтетические продукты.

Кормовое средство – продукт, используемый для кормления животных и, в пределах допустимых дозировок, не оказывающий вредного воздействия на их здоровье и продуктивность.

Характеристику кормовых средств необходимо приводить в соответствии со следующим планом:

1. Особенности химического состава и питательности кормов данной группы.
2. Специфические особенности химического состава отдельных кормов этой группы.
3. Кормовые достоинства и недостатки характеризуемых кормов.
4. Кому, в каких количествах, почему и когда скармливаются эти корма.
5. Способы подготовки кормов к скармливанию.
6. Влияние кормов на качество продукции.
7. Экономические показатели, характеризующие корма (себестоимость, трудоемкость возделывания и заготовки и т. д.).

9.2. Основные группы кормов и их классификация.

По природе кормовые средства делятся на 2 группы:

1. *естественные*: растительного и животного происхождения,
2. *синтетические*: химического и микробиального происхождения.

Растительные корма по концентрации питательных веществ и физическому состоянию подразделяют на *объемистые* и *концентрированные*.

Объемистые корма содержат не более 5–6 МДж ОЭ в 1 кг корма. Это корма невысокой питательной ценности из-за низкого содержания в них сухого вещества или большого количества клетчатки.

Объемистые корма в свою очередь подразделяются на *грубые* и *влажные*.

К грубым относятся корма, которые содержат свыше 19 % сырой клетчатки: травяная мука и др.

Влажные корма содержат свыше 40 % воды. Среди влажных кормов различают *сочные* и *водянистые*.

Сочные корма отличаются тем, что вода у них входит в состав протоплазмы или представляет основную часть сока, она химически связана с растворенными в ней питательными веществами: это зеленые корма, корнеклубнеплоды, овощи и др.

В водянистых кормах вода находится в виде примеси, появляющейся при переработке кормов (это отходы технических производств: барда, мезга, жом).

Концентрированные корма содержат более 6 МДж в 1 кг корма, не более 19 % клетчатки и менее 40 % воды.

Сюда относятся зерновые корма, отходы мельничных и маслоэкстракционных производств (отруби, шроты), высушенные отходы крахмального, сахарного и бродильного производств (сушеная мезга, барда, жом).

Концентрированные корма делятся на:

- 1) *Углеводистые* (низкопротеиновые, энергетические): зерна злаков, сушеная свекла, сушеный картофель, патока, сухой жом.
- 2) *Протеиновые* (высокопротеиновые): зерна бобовых, жмыхи, шроты, кормовые дрожжи.
- 3) *Комбикорма* выделяются в отдельную группу.

Синтетические кормовые средства и природные минералы характеризуются высоким содержанием одного или нескольких питательных, минеральных или биологически активных веществ. Используют их в небольших количествах в составе различных кормовых смесей. Относятся к этой группе:

- 1) природные минералы (минеральные подкормки): соль, мел, фосфаты,
- 2) синтетические соли макро- и микроэлементов,
- 3) препараты витаминов, антибиотики и др.
- 4) источники протеина – кормовые дрожжи и бактериальная биомасса, синтетические аминокислоты и др.

9.3. Факторы, влияющие на состав и питательность кормов.

Химический состав и питательность растительного происхождения кормов зависят от почвенных и климатических условий, вида и сорта растений, системы агротехники, норм внесения удобрений, сроков и способов уборки, методов консервирования, условий хранения и технологии подготовки к скармливанию.

Различные виды и сорта растений имеют разную потребность в питательных веществах и способность их использовать из почвенных растворов. В связи с этим зерна бобовых культур имеют более высокую протеиновую питательность, они богаче кальцием, чем злаковые.

Селекционерами достигнуты большие успехи в выведении новых сортов зерновых с повышенным содержанием протеина и лизина.

Почвенные условия. Урожай и химический состав растений тесно связаны с плодородием почвы, то есть с ее возможностью наиболее полно удовлетворять потребности растений в питательных веществах в процессе вегетации. Плодородие почвы зависит не только от природных ее свойств, но и от способов и приемов возделывания. Плодородная почва должна не только содержать достаточное количество растворенных питательных веществ, но и обеспечивать наиболее эффективное использование растениями поступающих в нее питательных веществ в виде удобрений. На хорошо окультуренных и богатых гумусом почвах качество кормов бывает значительно выше, чем на бесструктурных почвах с дефицитом тех или иных питательных веществ.

На содержание микроэлементов в растениях меньшее влияние оказывают погодные условия, чем место их произрастания. Недостаток или избыток микроэлементов в почве, в основном, и обуславливает содержание их в растениях, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на животных. В почвах Беларуси относительно мало кобальта, меди, йода, бора, цинка. Составлены почвенные карты, которые должны периодически обновляться и учитываться.

Климатические условия. Сумма эффективных температур, количество осадков по сезонам года, продолжительность вегетационного пе-

риода, инсоляция оказывают влияние на поступление питательных веществ с почвенным раствором, на фотосинтетические процессы, что в конечном счете сказывается на концентрации органических и минеральных веществ в растениях. В годы с оптимальным количеством и равномерным распределением осадков в период вегетации в растениях накапливается больше минеральных веществ, чем в засушливые годы. Отмечена общая закономерность — повышение содержания протеина в растениях при продвижении их с севера на юг и с запада на восток. При неблагоприятных климатических условиях (засуха, пониженная температура, заморозки, пасмурная погода) в растениях значительно увеличивается содержание нитратов

Агротехника влияет на количество и питательную ценность кормовых культур. Урожай и химический состав большинства кормовых растений могут быть изменены известкованием кислых почв, внесением органических и минеральных удобрений. Известкование кислых почв способствует лучшему использованию растениями элементов питания из почвенного раствора и значительно улучшает минеральный состав, особенно у бобовых. Минеральный состав кормовых растений в первую очередь зависит от наличия и доступности отдельных элементов в почве. Причем растения разных видов по-разному реагируют на внесение удобрений. Так, потребность в азоте выше у злаковых растений, а у бобовых — в фосфоре и калии. При использовании повышенных доз азотных удобрений в растительных кормах происходит снижение содержания сахара и увеличивается уровень небелковых азотистых веществ, которые поступают из почвенного раствора в виде нитратов, нитритов и аммиачных соединений.

В системе агротехнических мероприятий по защите растений все шире используют химические средства. Некоторые из этих соединений могут накапливаться в растениях, а рыбы, поедающие такие корма, — аккумулировать эти вещества в своем организме.

Повышенное содержание пестицидов в кормах может вызвать токсокоз у рыб.

Фаза вегетации растений оказывает существенное влияние на химический состав и питательность корма. В растениях в начальную фазу вегетации по сравнению с более поздней всегда содержится больше воды, протеина, безазотистых экстрактивных веществ и меньше клетчатки; сухое вещество такого корма лучше переваривается.

Способы заготовки оказывают заметное влияние на питательную ценность кормов. Это связано, прежде всего, с биохимическими пре-

вращения питательных веществ в процессе дыхания в тканях убранных растений до полной их консервации. Чем продолжительнее консервация растений, тем большее количество углеводов теряется (окисляются до диоксида углерода и воды) и ниже питательная ценность готового корма. Значительные потери безазотистых экстрактивных веществ и протеина могут происходить при высушивании отходов технических производств. Гранулирование травяной муки способствует лучшей сохранности каротина. Условия хранения заготовленных кормов также оказывают заметное влияние на их качество и питательность. Это связано с интенсивностью протекаемых процессов дыхания в заготовленных кормах в период их хранения.

Основными условиями, определяющими процессы окисления питательных веществ в заготовленных кормах, являются температура, влажность и газовый состав воздуха в хранилище, содержание влаги, жира в кормах и их загрязненность.

Соблюдение этих и других требований к условиям хранения кормов значительно сокращает потерю в них питательных веществ. Влияние технологии заготовки и условий хранения растительных кормов на их состав и питательную ценность в полной мере изложены при характеристике каждого корма в отдельности.

9.4. Требования, предъявляемые к кормам для рыб, государственные стандарты на корма.

К кормам предъявляются различные требования, но четыре из них считаются наиболее существенными:

1) корм должен быть физиологически и биохимически полноценным и содержать в себе усваиваемые питательные вещества, обеспечивающие физиологические потребности организма рыб;

2) корм должен быть доступным по размерам и привлекательным по запаху, вкусу и цвету, иначе эффективность кормления будет низкой;

3) безопасным;

4) корм должен быть дешевым и легко получаемым в больших количествах.

Основные требования, предъявляемые к кормам, установлены ГОСТами (СТБ). Качество корма (его класс или сорт) или его пригодность к скармливанию устанавливаются в зависимости от органолептических показателей (внешнего вида, цвета, запаха, размера кормовых частиц), химического состава (содержания в кормах сухого вещества,

протеина, клетчатки, жира, каротина и т.д.), наличия примесей в кормах (механических, вредных, ядовитых), безопасности, наличия примесей и по ряду других показателей.

К показателям безопасности относятся: токсичность, микробиологические показатели (общая бактериальная обсемененность, наличие условно-патогенной и патогенной микрофлоры), содержание солей тяжелых металлов, пестицидов, микотоксинов, нитритов – вредных примесей, способных вызвать негативные последствия после их воздействия на организм рыб. При оценке хозяйственных свойств корма наряду с химическим составом и питательностью обязательно учитывают его поедаемость рыбами, себестоимость производства, особенно заготовки и хранения, подготовки к скармливанию, а также технику скармливания отдельных кормов.

Тема 10. ЗЕЛЕННЫЕ КОРМА

10.1. Состав и пищевая ценность зеленых кормов.

10.2. Подготовка зеленых кормов к скармливанию.

10.3. Значение зеленых кормов в питании растительноядных рыб (на примере белого амура).

10.1. Состав и пищевая ценность зеленых кормов.

Зеленые корма – это надземная часть растений до времени, пока не прекратился их рост и сохранилась большая часть зеленой массы.

Зеленые корма в свежем виде могут скармливаться разным видам и производственным группам всеядных и растительноядных рыб довольно продолжительное время: в среднем 155 дней в году, в южных областях республики – до 175–180 дней. Зеленые корма могут занимать достаточно высокий удельный вес в рационах рыб; для растительноядных рыб в летний период могут служить единственным кормом. Зеленые корма – это объемистые, влажные, сочные корма. К зеленым кормам относятся наземные растения (трава лугов и пастбищ, однолетние культуры); высшая водная растительность; зеленые водоросли. Наибольшее хозяйственное значение из наземных растений для рыб имеют злаковые, бобовые и крестоцветные травы.

Из злаков наиболее распространены: ежа сборная, тимopheевка, мятлик луговой, кукуруза, рожь на зеленый корм, из бобовых: клевера, вика, люцерна, горох, из крестоцветных на зеленый корм используют редьку масличную, рапс озимый и яровой, кормовую капусту, сурепи-

цу. В последние годы в культуру введены следующие высокоурожайные культуры: амарант, галега восточная, силфия пронзеннолистная.

Зеленые корма характеризуются повышенным содержанием влаги (60–85 %), и питательность этих кормов невысокая: в среднем 1,8–2,2 МДж ОЭ в 1 кг. В сухом веществе зеленых кормов содержится протеина от 8 до 25 %, жира 3–5 %, клетчатки 16–40 %, золы до 11 %, БЭВ – до 40 %. Содержание питательных веществ зависит от вида растения, фазы вегетации, условий произрастания, обеспечения растений элементами питания, климатических условий. Молодые травы наиболее богаты протеином, витаминами, по мере старения трав в них резко сокращается количество протеина, витаминов и возрастает количество сырой клетчатки, что снижает поедаемость корма и переваримость питательных веществ.

Для карпа необходимо использовать только молодую, сочную траву бобовых и бобово-злаковых смесей из-за невысокой переваримости клетчатки. Отрицательное действие зеленых кормов с высоким содержанием нитратов может быть значительно снижено при скармливании кормов, богатых крахмалом и сахаром (зерна злаков, патока), а также при совместном скармливании с бобовыми растениями, так как они в значительно меньших количествах накапливают нитраты.

Содержание минеральных веществ в зеленых кормах изменяется в достаточно высоких пределах и зависит от вида растений и фазы вегетации, типа почв, их кислотности, количества вносимых удобрений. Зеленые корма нашей зоны богаты кальцием и калием и значительно беднее фосфором, магнием, натрием, медью, цинком, марганцем, кобальтом и йодом.

Зеленые корма обладают высокой биологической ценностью из-за содержания в них значительных количеств витаминов. Содержание каротина в зеленых кормах изменяется в течение вегетации. Наибольшее количество каротина в молодых травах: злаки до выхода в трубку содержат до 60–70 мг/кг каротина, бобовые до 80–90 мг/кг. К концу вегетации количество каротина резко снижается.

В зеленых кормах содержится также значительные количества витаминов Е и К – в среднем до 40–50 мг в 1 кг витамина Е и 15–25 мг витамина К. В зеленых кормах содержится довольно большое количество витаминов группы В, за исключением В₁₂. Кроме того, зеленые корма богаты витамином С.

Качество зеленых кормов определяется в соответствии со стандартом. Зеленые корма должны быть без признаков порчи (плесень, гниль,

ослизнения), иметь запах и цвет, свойственные растениям. Качество зеленых кормов резко снижается при наличии в них ядовитых и вредных для рыб растений.

Отравление животных при потреблении ядовитых растений наступает в результате непосредственного присутствия в них токсических веществ или при их образовании в процессе пищеварения. Наиболее часто токсикозы возникают при поедании животными растений, содержащих алколоиды, глюкозиды, сапонины, органические кислоты, лактоны, токсаальбумины, красящие и смолистые вещества. Максимум ядовитых веществ у большинства растений накапливается к фазам цветения и плодоношения. Ядовитые вещества воздействуют на отдельные органы избирательно или на систему органов рыб.

Основные меры борьбы с ядовитыми, вредными и сорными растениями – прополка и скашивание в ранние фазы вегетации, посев культурных растений, в отдельных случаях распахка засоренных участков.

10.2. Подготовка зеленых кормов к скармливанию.

Зеленые корма, в том числе водная растительность прудов, могут быть использованы при кормлении рыб в сухом виде или сыром переработанном виде. В сухом виде используют ее в виде муки, а сыром измельченном непосредственно в рыбных хозяйствах.

Зеленые корма и водную растительность можно использовать в составах комбикормов и кормосмесях для рыб в виде муки до 5 %, но в основном ее используют в кормлении карпа и белого амура в свежем измельченном виде или в составах кормосмесей, которые готовят непосредственно в хозяйствах и вводят в количестве до 50 % и это зависит от питательности, возраста и вида рыбы.

Для повышения витаминной части комбикормов и кормосмесей в их составы вводят различную муку растительного происхождения, которые способствуют повышению биологической ценности их и снижают потребность в витаминных препаратах.

Травяная мука – это искусственно высушенная трава из молодых растений клевера, люцерны, бобово-злаковых и других, которые наиболее богаты витаминами, протеином и представляют ценный компонент в составе рыбных комбикормов.

В травяной муке содержится 14–16 % протеина.

Муку производят в гранулированном или рассыпном виде. Витаминная мука в своем составе содержит много легкоокисляющихся веществ, а поэтому она не может храниться длительное время

В составы рыбных комбикормов для карпа как стартовых, так и продукционных травяная мука включается до 5 %.

Хвойная мука является ценным витаминным компонентом. Она изготавливается из хвои ели, которую используют в сухом виде как источник каротина и содержащую его в количестве 100–180 г/кг, 2–3 мг витамина С и до 55 мг витамина В₂. В хвойной муке содержится 8,2 % протеина, но он невысокого качества. В состав рыбных комбикормов для карпа хвойная мука вводится до 5 %.

Водорослевая мука изготавливается в основном из морских и пресноводных водорослей: фукуса, ламинарии, родимении, филофоры. Водоросли по питательности не одинаковые и зависят их питательность от времени года — весной меньше в осенний период увеличивается. В муке морских водорослей содержится: протеина — 3,4–15 %; жира — 0,3–8,0 %; клетчатки — 3–10 %; БЭВ — 42–62 %.

Мука из хлореллы содержит протеина до 55 %, жира до 19 %, каротина — 100–125 мг/кг, богата аскорбиновой кислотой, тиамин и рибофлавином. Водоросли богаты йодом — до 0,4 %, но мало содержат кальция и фосфора.

Все микроводоросли имеют плотную оболочку, которая трудно переваривается пищеварительным трактом рыбы, особенно карпом как взрослым, так и молодым, а поэтому ее необходимо измельчать или обрабатывать способом экструдирования, микронирования или химическим воздействием.

10.3. Значение зеленых кормов в питании растительноядных рыб (на примере белого амура).

Мелиорация рыбохозяйственных водоемов, в том числе и удаление водной растительности при ее чрезмерном развитии, — обязательный элемент процесса выращивания товарной продукции. Функцию биологического мелиоратора в водоемах, заросших макрофитами, успешно выполняет белый амур, потребляющий разнообразную водную растительность — рдесты, элодею, роголистник, ряску, нитчатые водоросли и др.

При недостаточном количестве кормовых растений амур переходит на питание детритом; при прудовом выращивании он охотно поедает измельченную мягкую луговую растительность и злаковые травы.

Наличие растительной пищи является обязательным условием успешного выращивания этого объекта в искусственных условиях. При выращивании белого амура применяется метод комбинированного кормления искусственными кормами и растительностью.

В прудах амур охотно поедает искусственные корма, однако он не способен питаться длительное время исключительно искусственным кормом. При недостатке растительности интенсивное кормление комбикормом вызывает у белого амура серьезные функциональные нарушения, которые сопровождаются снижением темпа роста, а также могут служить причиной гибели рыб.

Тема 11. ЗЕРНОВЫЕ КОРМА

11.1. Значение зерновых кормов в рыбоводстве.

11.2. Зерно злаковых культур: химический состав, кормовая ценность.

11.3. Зерно бобовых культур: химический состав, кормовая ценность.

11.4. Подготовка зерна к скармливанию. Использование зерноотходов в кормлении рыб.

11.1. Значение зерновых кормов в рыбоводстве.

Зерновые корма – фуражное зерно, зерно злаковых, бобовых и масличных культур, используемое в качестве кормовых средств для рыб. Зерновые корма относятся к группе концентрированных кормов. Зерновые корма представляют собой хорошее средство повышения уровня кормления, благодаря высокой концентрации в них усвояемых питательных веществ – углеводов, белков и жиров. Однако, как правило, зерновые корма не могут быть единственным кормом для большинства рыб и входят в состав рационов или как основной, или как дополнительный, но очень важный компонент. Зерновые корма имеют чрезвычайно большое значение в кормлении карпа, составляя основу комбикормов. Зерновые корма редко дают рыбам в натуральном виде, да и то преимуществу только прудовому товарному карпу. В большинстве случаев зерновые корма перед скармливанием подвергают специальной подготовке: измельчению, осолаживанию, дрожжеванию, поджариванию, проращиванию, варке, пропариванию. Среди зерновых кормов различают корма: богатые углеводами (зерна злаков), богатые белком (зерна бобовых), богатые белком и жиром (семена масличных).

11.2. Зерно злаковых культур: химический состав, кормовая ценность.

Зерно злаковых культур – основной источник высокоэнергетических кормов.

Зерна злаков содержат от 8 до 12 % и более протеина, который почти полностью представлен белками. Это корма богатые углеводами (до 70 %), представленные, в основном крахмалом, содержание жира – 2–6 %, небольшое количество минеральных веществ (1–2 %). В среднем в зерне злаковых культур содержится 6 % сырой клетчатки, но значительные колебания ее влияют на величину усвояемой энергии. Низким содержанием этого компонента отличается зерно кукурузы и пшеницы. Кормовой коэффициент – от 4 до 7. Из зерновых злаковых в кормлении рыб наиболее широко используется кукуруза, ячмень, пшеница.

Кукуруза характеризуется высоким содержанием углеводов, главным образом крахмала. В среднем химический состав кукурузы таков, %: сухого вещества – 85, в том числе протеина – 8,5 – 10,3, жира – 4–4,3, клетчатки – 3,5–4,3, БЭВ – 64,8, золы – 1,97. Переваримый протеин беден лизином и метионином.

Недостаток кальция и других минеральных веществ, витаминов (особенно группы В и каротина) вызывает необходимость использования кукурузы в смеси с другими кормами, обеспечивающими питание рыб, сбалансированное по протеину, минеральным веществам и витаминам. Кукуруза желтых сортов имеет от 1,5 до 9 мг каротина в 1 кг.

Выведены сорта и гибриды высоколизиновой кукурузы. По содержанию лизина эти сорта в 1,5–1,8 раза превосходят обычную кукурузу (в обычной – 2,7–3,5, а в высоколизиновой – 4,6–5,4 %).

Измельченная кукуруза при хранении быстро согревается и портится (плесневеет), поэтому комбикорма с ее включением имеют короткий срок хранения (70 дней).

Хорошие результаты получены при смешивании кукурузы с травяной мукой из бобовых и концентратами, богатыми протеином (горох, соя и др.). Норма ввода в комбикорма – до 5 %.

Ячмень – широко распространенный корм. Содержит, %: сухих веществ – 86,7, в том числе протеина – 9,8, жира – 2,2, клетчатки – 5,4. В сравнении с другими зерновыми злаковыми (кукуруза, пшеница, рожь) содержит больше незаменимых кислот (лизина, метионина и триптофана), но меньше крахмала. Жир зерна содержит, в основном, ненасыщенные жирные кислоты (около 80 % от всех жиров).

Зерно покрыто прочной оболочкой, которая обычно разрушается путем дробления зерна.

В рыбоводных хозяйствах ячмень используют в качестве заменителя пшеницы для карпа, канального сомика и других рыб со смешанным питанием. Норма ввода в комбикорма шелушенного – до 25% (с вводом ферментов – до 30).

Рожь. Зерно ржи имеет 85,0 % сухих веществ, в том числе 12,0 – протеина, 1,9 – жира, 2,1 – клетчатки, 67,6 – БЭВ и 2,4 % золы. В состав жира входит много ненасыщенных жирных кислот (по 20 % олеиновой и линолевой). Содержит много слизистых веществ (около 3 %), в результате чего сильно набухает в желудочно-кишечном тракте и вызывает расстройство пищеварения. В стандартные комбикорма рожь, как правило, не включают. Норма ввода в комбикорма – до 5 %.

Пшеница. Низшие сорта пшеницы, мало пригодные для пищевых целей, широко используют в кормлении рыб в составе кормосмесей и комбикормов. Один из наиболее питательных и экономичных по белку видов зерна злаков. Она содержит, %; сухих веществ – 86,7, в том числе протеина — 12,7, жира – 2,0, клетчатки – 3,7, БЭВ – 65,6, золы – 2,8. По питательной ценности близка к ячменю. Протеин пшеницы неполноценен (из-за низкого содержания лизина), но отличается от ячменя лучшим использованием белка на прирост рыб. Переваримость белка пшеницы карпом достигает 85%. В целом, из 1 кг пшеницы усваивается 500 г питательных веществ. В состав жира входит много ненасыщенных жирных кислот (по 10% олеиновой и линолевой, 5% - линолевой). В пшенице достаточно много ферментов, а витамины А и В представлены в форме провитаминов, т.е. каротиноидов и стеролов. Из жирорастворимых витаминов содержится витамин Е, который предохраняет жир от окисления. Витамины группы В находятся, в основном, в оболочке зерна. Норма ввода в комбикорма – до 50 %.

Овес считается диетическим кормом после отделения пленок, которые достигают 30 % массы зерна. Пленки содержат много клетчатки, мало протеина, жира и минеральных веществ и по питательности приравниваются к соломе. По химическому составу овес имеет 86,7% сухих веществ, в том числе 10,8 – протеина, 4,59 – жира, 10,5 – клетчатки, 69,8 – БЭВ и 4,2 % золы. Шелушенный овес считается чрезвычайно ценным компонентом комбикормов, так как сравнительно богат протеином и незаменимыми аминокислотами. Заплесневелый овес — очень опасен и нуждается в термической обработке. Норма ввода в комбикорма шелушенного – до 10 %. (с вводом ферментов – до 20).

Тритикале – гибрид пшеницы и ржи. Содержит, %; протеина – 15,1, жира – 2,4, клетчатки – 2,3. Установлено угнетающее действие тритикале на процессы пищеварения при включении высоких доз его в состав комбикормов; это объясняют свойствами, унаследованными от ржи. Норма ввода в комбикорма – до 20 %. К сорговым относятся сорго, просо и др. По своему составу и питательности они близки к кукурузе, но богаче ее по протеину и несколько беднее по содержанию жира. В практике кормления зерно этих культур используется (кроме зернового сорго) редко.

Сорго по питательности и составу мало отличается от овса. Оно содержит 88,3% сухих веществ, в том числе 11,3 – протеина, 3,8 – жира, 8,7 – клетчатки, 61 – БЭВ и 3,6 % золы. Норма ввода в комбикорма – до 5 %.

11.3. Зерно бобовых культур: химический состав, кормовая ценность.

Зернобобовые культуры — горох, соя, люпин, вика, кормовые бобы, чечевица, нут, чина, фасоль — отличаются высоким содержанием протеина (в 2–3 раза выше по сравнению со злаковыми) и низким содержанием жира (за исключением сои).

Все эти культуры используются как белковые компоненты комбикормов. Они содержат в значительных количествах незаменимые аминокислоты, а соя – и жирные кислоты. По содержанию белка в сухом веществе лишь на 15–20 % уступают молоку, а белки сои близки к белку молока по биологической ценности. Белок бобовых хорошо растворяется, что способствует высокой степени усвояемости аминокислот, однако бобовые содержат ингибиторы пищеварительных ферментов (антитрипсин и др.).

Вторая особенность: семянная оболочка достигает 10–15 % по массе семян и содержит много клетчатки. Поэтому, если скармливают зерно бобовых в хозяйстве (в чистом виде или в составе кормосмесей), то это следует делать только в дробленном или молотом виде. Значительно улучшается использование питательных веществ рыбами, если зерно перед кормлением сварить или запарить (для разрушения ингибиторов пищеварительных ферментов).

Горох и пелюшка (кормовой горох) – наиболее распространенная культура из группы зернобобовых, широко применяется в кормлении рыб. Содержит 85 % сухих веществ, в том числе 21,8 – протеина, 1,9 – жира (преобладают ненасыщенные жирные кислоты), 5,4 – клетчатки,

52,6 – БЭВ, 3,0 % золы. Хорошо поедается и переваривается рыбами. Норма ввода в комбикорма – до 20 %.

Соя по составу выгодно отличается от других бобовых. Зерно сои содержит 85 % сухих веществ, в том числе 31,9 – протеина, 14,6 – жира, 7 – клетчатки, 27,6 – БЭВ, 5,2 % золы. Белок сои по своей высокой биологической ценности близок к белкам животного происхождения. Соя имеет исключительно большое значение для решения белковой проблемы в животноводстве. Это ценная продовольственная (белковая и масличная) культура, поэтому используются, в основном, отходы переработки (жмыхи и шроты) для балансирования комбикормов по протеину и аминокислотам. Норма ввода в комбикорма – до 30 %.

Люпин. Зерно люпина содержит в среднем 87 % сухих веществ, в том числе 30,4 – протеина, 4,2 – жира, 11,1 – клетчатки, 39,2 – БЭВ, 2,1 % золы. Зерна горьких сортов люпина содержат вредные вещества – алкалоиды, что ограничивает использование данных сортов на корм, так как эти вещества вызывают расстройство пищеварения. Горечь в зернах пропадает после замачивания их в холодной или теплой воде с последующим пропариванием в течение 1 ч и промыванием в воде. В этом случае влажные зерна необходимо сразу же скармливать, так как они быстро портятся, вызывая расстройство пищеварения. Перед скармливанием зерно измельчают или расплющивают. Сладкие сорта люпина содержат алкалоиды в незначительных количествах (0,008–0,12 %), их можно скармливать сразу после размола или плющения.

11.4. Подготовка зерна к скармливанию. Использование зерноотходов в кормлении рыб.

Наукой доказано и практикой подтверждено, что использование свиньями питательных веществ корма зависит не только от сбалансированности, но и от его физической формы (в виде мучнистых смесей, хлопьев, дерти или гранул).

Скармливание неподготовленного зерна рыбам недопустимо. Приведенные ниже способы обработки корма для рыб и предварительной подготовки его зерновой части способствуют повышению поедаемости и переваримости питательных веществ.

Шелушение. Скармливание рыбам зерновых пленчатых культур (ячмень, овес, просо) в нативном виде нежелательно. Эти культуры содержат большое количество клетчатки: ячмень – 9–15 %, просо – 17–25 %, овес – до 40 %. По этой причине перед вводом в корм с их зер-

Новок предварительно снимают цветочную оболочку на специальных шелушильных машинах.

Измельчение – обязательный прием при использовании зерна злаковых или бобовых. Размолотом, дроблением и плющением зерна разрушается твердая оболочка, повышается доступность питательных веществ действию пищеварительных соков, повышается переваримость питательных веществ и снижается расход кормов на единицу прироста массы. Для кормления рыб используется, в основном, *размол* зерна.

Измельченное зерно хорошо смешивается с другими кормами. Степень измельчения зависит от возраста рыб. Молодь лучше использует зерно мелкого помола (около 1 мм), для взрослых рыб его размер может быть больше – 1,5–2 мм.

Дробление дает возможность получать крупу с размером частиц 2–3 мм. Измельчение зерна для рыб до величины частиц более 2 мм ухудшает использование питательных веществ, и скармливание такого корма ведет к снижению приростов. Перед размолотом зерно очищается от примесей, оно должно быть нормального цвета, запаха и с хорошим блеском.

Экструдирование – наиболее эффективный способ повышения питательной ценности зернового сырья, как правило, измельченного или цельного зерна пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы, гороха и сои. В экструдерах зерно подвергается кратковременному (10–12 с), но очень интенсивному механическому и баротермическому воздействию. За счет трения и высокого давления оно разогревается до 120–140°C, в результате чего происходит высвобождение свободной и связанной влаги. Ввиду того, что воздействие высокой температуры кратковременное, протеиновая питательность снижается незначительно, как и содержание органических и минеральных веществ, лизина, метионина, триптофана, витаминов.

Данной обработки достаточно. Она исключает необходимость в шелушении пленчатых культур и их поджаривании. Приятный запах печеного хлеба, который принимает корм после выхода из экструдера, привлекает рыб, и они охотно его поедают. К тому же отпадает необходимость вводить в комбикорм с экструдированным зерном ароматизаторы, стимулирующие раннее потребление рыбами растительного корма. При экструдировании в корме происходят глубокие изменения углеводно-лигнинного комплекса и физико-химических свойств белков, способствующих улучшению переваримости питательных веществ и конверсии корма. Изменяется растворимость растительного

белка и структура крахмала, разрушаются ингибиторы, глюкозиды и другие вещества, снижающие его усвояемость и отрицательно действующие на организм животных. Одним из показателей, характеризующих качество обработки, является степень клейстеризации (желатинизации) крахмала зерна. Для разных видов экструдированных зерновых культур она различная: для пшеницы – 57,3 %, ячменя – 62,0 %, кукурузы – 58,2 % и зависит от строения крахмальных зерен. Экструдат с измененной структурой становится более доступным для воздействия пищеварительных ферментов. В процессе экструдирования в зерне полностью погибают микроорганизмы, причем быстрее во влажной среде.

Гранулирование – это способ обработки комбикорма, при котором в результате термопластического процесса происходит прессование всех компонентов, входящих в состав комбикорма. Доказано, что при гранулировании частично разрушаются витамины А, D, E, K, C и некоторые аминокислоты, но если температура в процессе гранулирования не превышает 85–90°C, то эти потери незначительные. Вместе с тем некоторая потеря этих веществ при термической обработке компенсируется лучшей сохранностью в составе гранулированного комбикорма, нежели рассыпного. При данном способе обработки уменьшаются потери корма при транспортировке и кормораздаче, повышаются вкусовые качества, что стимулирует его большее потребление и переваривание рыбами по сравнению с рассыпным кормом. Это выражается в более интенсивном их росте и развитии.

Под механическим и термическим воздействием изменяется структура фракционного состава корма (белка, клетчатки, жира, клетчатки), благодаря чему повышается его питательность и усвоение. Количество микроскопических грибков и плесеней в корме после гранулирования снижается на 80–90%, уменьшается зараженность сальмонеллами.

Плющение – один из доступных физических способов воздействия на зерно с помощью вальцовых плющилок (холодное плющение). Плющенное, или раздавленное, зерно в составе рациона используется рыбами лучше, чем целое. Это обусловлено высокой поглощаемостью воды плющеным зерном, что способствует увеличению поверхности контакта с ферментами кишечника и ускорению процесса переваривания. Горячее плющение, в отличие от холодного, подразумевает пропаривание зерна влажным горячим паром перед плющением. Зерно увлажняется и нагревается, при этом его белки и крахмал быстро набухают. В таком виде в процессе плющения зерно легко раздавлива-

ется и превращается в хлопья, которые хорошо перевариваются рыбами, и их продуктивность повышается.

При *запаривании* обработанное паром или горячей водой зерно выдерживают в течение от 30–40 мин до нескольких часов в кормозапарнике. Оно становится мягким, с улучшенными вкусовыми качествами. После этого их раздавливают до получения каши, смешивают с другими кормами и скармливают рыбам. Такое зерно охотно потребляется рыбами. При запаривании в зерне разрушаются антипитательные вещества (например, ингибиторы трипсина в зерне зернобобовых культур) и погибает патогенная микрофлора.

Флакирование – способ обработки, заключающийся в пропаривании зерна с последующим его плющением.

Поджаривание включает в себя предварительное увлажнение зерна до набухания, его обжаривание тонким слоем на железных листах до светло-коричневого цвета при постоянном перемешивании и последующее охлаждение. Поджаривание придает зерну ароматный запах, приятный, чуть сладковатый вкус, повышает усвояемость крахмала и убивает различных вредителей и грибы. Такое зерно измельчают и смешивают с другими кормами для придания кормосмеси приятного запаха и вкуса.

Микронизация – обработка зерна инфракрасными лучами, которые вызывают внутреннее напряжение и повышение давления в результате испарения гигроскопической влаги. Зерно размягчается, набухает, вспучивается и растрескивается. Крахмал желатинизируется с образованием простых сахаров, в результате повышаются энергетическая ценность зерна и переваримость его питательных веществ. При данной обработке разрушаются антипитательные и токсические вещества, особенно в бобовых. Для различных видов зерна при микронизации, как и при экструдировании, рекомендуется выдерживать оптимальные время обработки и температуру: для кукурузы – 45 с и 150°C, ячменя – 40 с и 175°C, пшеницы — 50 с и 170°C, овса – 25 с и 185°C, гороха – 70 с и 150°C. Для повышения доступности питательных веществ и улучшения поедаемости зерно после микронизации подвергают плющению.

Проращивание зерна проводится для повышения его питательности за счет осахаривания крахмала, увеличения содержания растворимых азотистых соединений, витаминов группы В и витамина Е. Зерно вначале намачивают до набухания, а затем проращивают на противнях с сетчатым дном в течение 3–5 дней в условиях тепла и достаточного освещения. При проращивании зерна увеличивается содержание про-

теина и изменяется соотношение аминокислот. Пророщенное зерно особенно полезно производителям.

Гидропонный корм получают при проращивании зерна злаковых или бобовых в течение 7–8 дней на специальных растворах при интенсивном освещении.

Зерноотходы – отходы, получающиеся при очистке, сортировке семян и при уборке различных сельскохозяйственных культур. В состав их входит неполновесное (щуплое) зерно, семена сорняков, солома и т. п. В прудовом рыбоводстве применяют для кормления карпа (кормовой коэффициент 5). Скармливают рыбе в смеси с другими кормами или отдельно, лучше в размолотом виде. Отходы дробят, размалывают и за 5–6 ч до кормления рыбы замачивают в воде. Рыбе скармливают в виде теста. Кормить можно рыбу любого возраста, зерноотходы используются наравне с зерном, но предварительно нужно определять относительное содержание зерна и мякоти. Для этого отвешивают две-три пробы, выбирают и взвешивают зерно, а затем корректируют норму зерноотходов с учетом доли зерна. В зависимости от состава зерноотходов их смешивают с другими кормами в количестве 15–20 % при наличии в них примеси семян сорных трав и до 50 %, если отходы состоят из зерна пшеницы и т. п.

Тема 12. КОРМА ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

12.1. Значение кормов животного происхождения в кормлении рыб.

12.2. Отходы мясной и рыбной промышленности.

12.3. Кормовые жиры и другие корма животного происхождения, используемые в кормлении рыб.

12.4. Пути решения проблемы полной или частичной замены дефицитных животных кормов другими продуктами.

12.1. Значение кормов животного происхождения в кормлении рыб.

Корма животного происхождения придает особое значение при кормлении рыб, так как они обладают высокой питательной ценностью и усвояемостью всех веществ, содержат, как правило, биологически полноценный протеин, комплекс витаминов, макро и микроэлементы.

В отходах мясной и рыбной промышленности содержатся витамины: рибофлавин, пантотеновая кислота, никотиновая кислота, кобала-

мин, ретинол, кальциферол, токоферол. Высокой калорийностью обладают непищевые жиры, которые включают в рационы (комбикорма) для повышения энергетической питательности рационов и как средство, обеспечивающее действие витаминов А, D, Е.

Корма животного происхождения, имея высокое содержания протеина и биологически активных веществ (в ряде случаев – жира) играют важную роль в кормлении рыб. Высушенные корма животного происхождения являются наиболее ценными компонентами комбикормов. В химическом составе данных кормов отсутствует клетчатка, поэтому они лучше перевариваются, чем растительные корма. В 1 кг некоторых кормов из этой группы содержится до 50–56 г лизина. По содержанию этой незаменимой аминокислоты протеин животных кормов в 2,5 раза превосходит протеин зерна злаковых культур, жмыхов и шротов (кроме соевого).

Еще одной особенностью является высокий уровень минеральных веществ, которые находятся в оптимальных для усвоения животными соотношениях.

При использовании в комбикормах кормов данной группы следует проводить тщательный ветеринарный контроль качества. Корма животного происхождения – быстро портящиеся продукты, поэтому либо проводят влаготермическую обработку (варку, в том числе в автоклавах) боенских отходов, крови, рыбы и рыбных отходов, либо приготавливают муку и хранят в соответствующих условиях. Используют не только муку, но и свежую кровь, кости, внутренности, внутренний жир, кормовой жир – смесь жиров – говяжьего, свиного и бараньего, – отходы убоя птицы, рыбу свежую непищевую, отходы от разделки рыбы, рыбный фарш, рыбу соленую, яйцо куриное, отходы инкубации, куколку тутового шелкопряда. Кормовую муку животного происхождения: мясо-костную, мясную, кровяную, костную, перьевую гидролизную, муку из продуктов убоя и отходов инкубации птицы, кормовую муку из отходов кожевенного производства обрабатывают антиоксидантами, что предотвращает прогоркание жира. Обычная доза их внесения в карповые комбикорма – 5 % (до 8–10 %).

12.2. Отходы мясной и рыбной промышленности.

Мясокостная мука получается при переработке целых туш животных, непригодных для пищевых целей, а также из различных отходов убоя. В ней содержится не менее 90 % сухого вещества, 30–50 % сырого протеина, 12–20 % жира. Протеиновая питательность зависит от

соотношения в ней мяса и костей, в среднем в 1 кг содержится около 350 г переваримого протеина. Переваримость питательных веществ составляет около 80 %.

Мясная мука изготавливается на мясокомбинатах и утильзаводах из непригодных в пищу туш и трупов животных, павших от незаразных болезней, из внутренних органов, эмбрионов и других мясных отходов путем их измельчения и высушивания. Содержание костей должно составлять не более 10 % от общей массы (в мясокостной муке их содержится более 10 %). В 100 г муки содержится 3,6–3,8 г – лизина, 1,2–1,5 г – метионина + цистина, 5,8 г – триптофана. Уровень сырого протеина в ней должен составлять не менее 54 %.

Кровяная мука получается после гранулирования паром, прессования, высушивания и размола крови животных и фибрина. Содержит 70–85 % протеина и до 5 % жира. В составе протеина содержится 5,4 % лизина. В качестве кормовой добавки она используется как источник протеина невысокого качества, так как имеет низкую переваримость (около 66 %), невысокое содержание метионина, изолейцина, следы глицина. Отличается высоким уровнем железа.

Муку из шквары получают в результате вытопки пищевых и технических жиров всех видов, т. е. это остаток жировой ткани. В 1 кг шквары содержится 470–510 г переваримого протеина, 6,5 г кальция, 5,2 г фосфора. Мука из шквары чаще всего используется для приготовления мясокостной муки. Протеин обладает сравнительно невысокой биологической ценностью.

Рыбная мука кормовая. Для приготовления рыбной муки используют непищевые сорта свежей и мороженой рыбы и отходы консервной промышленности – головы, внутренности, плавники. В зависимости от качества исходного сырья в 1 кг рыбной муки содержится 480–630 г переваримого протеина.

Рыбная мука должна иметь влажность не более 12 %, содержание протеина – не менее 48 % (лучшие сорта до 70 %), жира – не более 10 %, фосфорнокислого кальция – 28–30 %, поваренной соли – не более 5 %.

Рыбная мука – высокоценный белково-минерально-витаминный корм. Протеин рыбной муки представлен всеми незаменимыми аминокислотами примерно в таком же количестве, как и в белке куриного яйца. В 1 кг этого корма содержится 51 г лизина, 15 г метионина и 5,7 г триптофана, 2–4 % фосфора, 3–6 % кальция и повышенное содержание йода. В свежей рыбе содержатся почти все витамины, необ-

ходимые животным. При ее переработке часть витаминов, менее стойких к повышенным температурам, разрушается. Рыбная мука содержит много витаминов группы В, а в сортах, полученных из целых рыб с печенью, содержится витамин D.

Следует учитывать, что:

Более ценной считается нежирная мука (жир придает неприятный привкус мясу, снижает срок хранения). Срок хранения ее – до 1 года, жирной – не более 3–4 месяцев.

Мука содержит много поваренной соли (содержание соли не должно превышать 10 %). По этой причине во избежание солевого отравления следует уменьшить ввод поваренной соли в комбикорма.

Мука содержит много витамина В₁₂.

Китовая мука вырабатывается из остатков мяса при получении жира из туш китов. В состав протеина входит 4,54 % лизина, 3,78 – метионина с цистином, 0,99 % триптофана.

Крабовая мука кормовая получается из отходов при переработке крабов, содержит, %: сухого вещества – не менее 98, протеина – 32–36, жира – 6–7, золы – 29–44. Протеин муки содержит 1,92 % лизина, 1,46 – метионина с цистином и 0,4 % триптофана. Используют в комбикормах взамен рыбной муки с пересчетом количества протеина.

Крилевая мука содержит, %: сухого вещества – 92,6, протеина – 65,4, жира – 12,0, золы – 14,2, лизина – 7,7, метионина – 2,6, цистина – 1,1, триптофана – 1,5. Используют в комбикормах взамен рыбной муки с пересчетом количества протеина.

Мидии – род двусторчатых моллюсков. Мясо моллюска содержит полноценный белок, а в составе золы имеются кальций, фосфор, сера, медь, марганец, йод и другие элементы. Из витаминов обнаружены: А, С, провитамин D (эргостерин), В₁₂.

Путем высушивания и последующего размола получают муку, которая содержит 56 % белка. Белок содержит все незаменимые аминокислоты. Выход мяса и сока из 1 кг сырых мидий в среднем 250 г (чистого мяса 120–150 г), остальные 750 г приходятся на раковины, песок, ил.

Рыбный фарш – пастообразная или разжиженная масса со специфическим запахом. Получают из свежей, охлажденной и мороженой рыбы, рыбных отходов и мяса морских животных. Для изготовления фарша допускается использование подсоленной рыбы (хамсы, тюльки, кильки и др.) с содержанием соли не более 2 %. Влажность фарша должна быть не более 80 %, уровень сырого протеина – 6,5–11,8 %, жира – 2,8–2,9.

12.3. Кормовые жиры и другие корма животного происхождения, используемые в кормлении рыб.

Кормовой животный жир изготавливается на мясокомбинатах при утилизации туш животных и представляет собой смесь говяжьего, свиного и бараньего сала. Питательная ценность определяется высоким содержанием энергии (36–40 МДж обменной энергии в 1 кг) и наличием незаменимых жирных кислот — линоленовой и арахидоновой.

Перьевая мука. Муку из гидролизованного пера получают при переработке отходов птицеводства: куриного пера, кишечника птицы, извлеченного во время полупотрошения или полного потрошения птицы, а также бракованных тушек или их частей (оторванные крылья, головы и др.). В 1 кг перьевой муки содержится около 500 г протеина, который беден лизином, метионином и триптофаном. Протеин (основные белки пера – кератины) обладает низкой переваримостью.

Отходы молочной промышленности.

Молоко содержит более 200 различных питательных и биологически активных веществ, в том числе витамин В₁₂.

В белках молока (казеин, альбумин и глобулин) имеются все незаменимые аминокислоты. Жир состоит главным образом из олеиновой, пальмитиновой, стеариновой, масляной, капроновой и каприновой жирных кислот. Казеин составляет около 80 % всех белков, альбумин, глобулин и низкомолекулярные белки – 20 %.

Лактоза (молочный сахар) хорошо усваивается.

В настоящее время для кормления рыб используют продукты, получаемые при переработке молока, — обрат, молочную сыворотку и пахту. *Обрат* содержит молочный сахар, белок, минеральные вещества. Отличается от молока низким содержанием жира и жирорастворимых витаминов. Переваримость его органического вещества составляет 95 %. При высушивании обрата получают сухое снятое молоко. Готовый продукт имеет вид желтовато-бурого рыхлого порошка, содержащего около 5–7 % воды, 30–33 – белка, 44–47 – сахара, 7–8 – золы, 0,5–1,5 % – жира.

Молочная сыворотка – побочный продукт производства сыра и творога. Она содержит мало белка и жира, по питательности уступает молоку.

Пахта – побочный продукт масложирного производства и по питательности немного уступает обрату.

Продукты переработки молока являются ценным компонентом стартовых комбикормов.

12.4. Пути решения проблемы полной или частичной замены дефицитных животных кормов другими продуктами.

В современном рыбоводстве наблюдается тенденция к снижению доли кормов животного происхождения в составе комбикормов для рыб по причине их высокой стоимости. Производители комбикормов заменяют их:

- кормами растительного происхождения и отходами технических производств, богатых белками и незаменимыми аминокислотами;
- продуктами микробиального синтеза.

Современное рыбоводство интересуют белковые добавки с содержанием протеина не менее 35 %. На сегодняшний день в мире есть только две культуры, способные удовлетворять такую потребность, – это соя и люпин. Соевый шрот и другие продукты переработки сои, поставляются из-за рубежа, также по высоким ценам. Причем практически вся соя трансгенная.

Для выращивания в условиях Беларуси подходит люпин. Для нашей страны это такой же идеальный белковый компонент корма, как соевые бобы для США и Бразилии. Три вида люпина стабильно формируют урожай семян на всей территории Беларуси.

Кроме того, ни одна зернобобовая культура, включая сою, не сравнится с люпином по выходу белка с гектара пашни. При производстве белковых продуктов из люпина нужно снимать семенную оболочку в целях устранения избытка клетчатки, а ядро из семядолей и зародыша подвергать термической обработке для изменения антипитательных свойств пектина и олигосахаров. В результате можно получить уникальный белковый продукт, в состав которого входит 1,5–2,0 % клетчатки и 42–48 % сырого протеина без сахаров и крахмала.

Для частичной или полной замены белкового сырья животного происхождения можно использовать вторичные ресурсы перерабатывающей, пищевой, микробиологической и химической промышленности.

Перспективна частичная замена кормов животного происхождения жмыхами и шротами (в РБ производится, в основном, рапсовый шрот), рациональное использование остатков бродильных производств (барду, пивную дробину и др.) и других вторичных ресурсов перерабатывающей и пищевой промышленности.

Широко используются продукты биотехнологии, в частности, аминокислоты, кормовых дрожжей.

Тема 13. ОТХОДЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ И КОРМОВЫЕ ПРОДУКТЫ МИКРОБНОГО СИНТЕЗА

13.1. Остатки мукомольного производства (отруби, сечка, мучки).

13.2. Отходы маслоэкстракционного производства (жмыхи, шроты, фосфатиды).

13.3. Отходы свеклосахарного, спиртового, пивоваренного, крахмального производств.

13.4. Продукты микробного синтеза.

Большое количество с.-х. продукции не используется для питания человека и направляется для промышленной переработки. Часть продукции становится после этого непригодной для питания человека, хотя и содержит значительное количество питательных веществ. Такие продукты заслуживают особого внимания как кормовые средства.

К ним относят отходы мукомольного производства (отруби, мука и мучка), отходы маслоэкстракционной промышленности (жмыхи и шроты), свекло-сахарного производства (жом, патока), спиртового и пивоваренного производства (барда и дробина, кормовые дрожжи), крахмального производства (мезга).

13.1. Остатки мукомольного производства (отруби, сечка, мучки).

Отруби (пшеничные, ржаные). Являются поточным продуктом переработки зерна. Состав отрубей зависит от состава исходного продукта помола. Они богаты пленками зерна с приставшими к ним частицами эндосперма. Отруби богаты сырой клетчаткой (8–10 %), в связи с чем их энергетическая ценность по сравнению с зерном значительно ниже.

В отрубях содержится сырого протеина 140–150 г/кг (15 %), лизина – 5,5 – 7,8, жира – 35–40 г/ кг.

Отруби богаты калием и витаминами группы В (тиамином, рибофлавином), но бедны кальцием.

Кормовая мука и мучка – продукт переработки зерна. Содержит часть тонко измельченных отрубей и большое количество эндосперма. Все это имеет высокую питательную ценность для животных.

Мучка (пшеничная, ржаная, ячменная, овсяная, рисовая, гороховая, гречневая). Ее получают как побочный продукт при перемоле зерна сортового помола. Она состоит из смеси оболочек различной величины и частиц эндосперма.

Переваримость питательных веществ кормовых мучек хорошая.

13.2. Отходы маслоэкстракционного производства (жмыхи, шроты, фосфатиды).

Жмыхи и шроты – это высокобелковые кормовые продукты, получаемые при переработке семян масличных растений – сои, подсолнечника, льна и др. При отжиме масла из семян масличных растений на прессах получают жмыхи; при экстрагировании масла из семян органическими растворителями (бензином, дихлорэтаном) – шроты.

По классификации их относят к концентрированным протеиновым кормам.

Содержание сырого протеина в жмыхах и шротах достигает 30–50 %, где 95 % азота приходится на белковый азот. Несмотря на несколько лучшее качество протеина в данных кормах по сравнению с зерном злаковых культур, первой лимитирующей аминокислотой в них остается лизин. Исключение составляет соевый шрот или жмых, которые в отличие от других продуктов этой группы богаты лизином.

Соевые, подсолнечниковые, льняные, рапсовые жмыхи и шроты отличаются высокой энергетической ценностью (12–14 МДж ОЭ). Они характеризуются высоким содержанием фосфора (6,6 – 12,2 г/кг) при сравнительно низком содержании кальция (2,7–8,6 г/кг). Они являются хорошим источником витаминов группы В, за исключением В12.

В основном их используют в комбикормах.

Лучшие сорта жмыхов – льняной и подсолнечниковый.

Льняные жмыхи обладают особыми диетическими свойствами, содержат пептиновые вещества, которые разбухают в воде и образуют слизистую массу. Слизь очень благоприятно влияет на кишечник; она обволакивает его стенки и предохраняет от раздражения, поэтому льняной жмых применяется как ценное, слегка послабляющее диетическое средство.

Однако при использовании льняных жмыхов и шротов необходимо иметь в виду, что незрелые семена льна содержат цианогенный глюкозид линамарин и сопутствующий ему фермент линазу, которая способна гидролизовать линамарин с выделением синильной кислоты.

Рапсовый жмых по питательности близок к льняному, но имеет горький вкус, который увеличивается при смачивании его теплой водой. Жмыхи и шроты рапса содержат эруковую кислоту, глюкозиды синалбин и глюконицин, которые при увлажнении расщепляются ферментом мирозином с образованием ядовитых продуктов, вызывающих у животных воспаление кишечника, почек и мочевых путей. Эти корма обеззараживают влаготермической обработкой.

Шроты отличаются от жмыхов соответствующего вида (льняной, подсолнечниковый, рапсовый, соевый) меньшим содержанием жира (1–3 %).

Шроты ряда масличных культур так же, как и жмыхи, содержат вредные и ядовитые вещества.

Шрот соевый является ценной кормовой добавкой. В семенах сои из веществ, препятствующих пищеварению, особо важное значение имеет ингибитор трипсина, который затрудняет переваривание в кишечнике белков. В связи с этим необходимо проводить дополнительную обработку соевого шрота в виде тостирования (влажнотепловая обработка), при котором происходит инактивация многих вредных веществ.

Рапсовый шрот. Рапс и продукты его переработки содержат целую группу антипитательных веществ. Из них прежде всего следует отметить глюкозинолаты, эруковую кислоту, дубильные соединения, танины, полифенолы, фитиновую кислоту. Присутствие глюкозинолатов в рапсовом шроте – основной лимитирующий фактор использования его как протеиновой добавки. Существуют различные способы разрушения глюкозинолатов в продуктах переработки рапса: пропаривание, автоклавирование, микронизация и т. д.

Наиболее перспективно создание новых сортов рапса с низким содержанием глюкозинолатов и эруковой кислоты.

Шроты крестоцветных содержат гликозид синиргин, который под влиянием влаги и тепла превращается в горчичное масло, которое является сильнейшим ядом. Оно обладает сильным раздражающим действием на слизистые оболочки. При смачивании шрот приобретает горчичный запах, горький вкус и плохо поедается. Скармливать следует только в сухом виде в составе комбикормов. Рапсовый шрот отличается высоким содержанием протеина – не менее 36 %. Влажность его должна быть в пределах 8–12 %, содержание сырого жира не более 3 %, сырой клетчатки – до 16 %, золы – до 2 %.

Подсолнечниковый шрот – хорошее кормовое средство.

В дождливые годы на подсолнечнике нередко паразитирует серая и белая гниль; установлена резкая токсичность шрота, полученного из таких семян. Подсолнечниковый шрот, особенно из семян посредственного и низкого качества, может в значительных количествах содержать ингибиторы (инактиваторы) фермента трипсина.

Фосфатиды используют в качестве энергетической добавки. Чаще применяют подсолнечные, хлопковые и соевые фосфатиды. Обезжиренные кормовые фосфатиды содержат 12–20 % собственно фосфатидов, не более 18 % растительного масла и 50–60 % белковых веществ.

Наиболее радикальный путь использования фосфатидов и жиров – введение их в состав *комбикормов*. *Можно применять жиры и непосредственно в условиях хозяйств при* производстве простых кормосмесей. Жир разогревают до температуры 50–60 °С и тщательно смешивают с компонентами рациона в смесителях для приготовления кормовых смесей. Общее количество жира в рационе за счет введения жировой добавки доводят до 5 %.

13.3. Отходы свеклосахарного, спиртового, пивоваренного, крахмального производств.

Единственным сырьем для получения сахара в РБ является сахарная свекла. Хорошо промытую водой свеклу измельчают на стружку.

Из стружки отжимают сок, а остаток, называемый свекловичным жомом, используют на корм скоту. При выделении из сока сахара остается побочный продукт – меласса или кормовая патока.

Жом свекловичный. Предлагается для использования в животноводстве в следующем виде: свежий, кислый и сушеный. Согласно классификации кормов, сушеный жом (переваримого протеина – 32 г/кг) относят к концентрированному углеводистому корму. Сухое вещество состоит преимущественно из углеводов. По сравнению с другими кормами растительного происхождения в жоме содержится много клетчатки – 17,3 %. Высокое содержание в жоме клетчатки и пектиновых веществ делает его малоприспособным кормом для рыб (вводят в комбикорма не более 5 %).

Кормовая патока (меласса) – сиропобразная, вязкая, густая масса темно-коричневого цвета. Химический состав патоки разнообразен и зависит как от почвенно-климатических, так и от технологических условий. По классификации кормов ее относят к концентрированному и углеводистому корму (50 г переваримого протеина). В нем содержится более 50 % сахара (540 г/кг), около 10 % азотистых веществ, в основном небелкового происхождения (амиды, нитраты). Основная ценность мелассы заключается в содержании сахара, а также в ее высокой переваримости. Норма ввода ее в комбикорма – 1 % (до 3–4 %).

Барда – представляет собой мутную неоднородную жидкость от серого до коричневого цвета, иногда с включением оболочек зерна или кусочков картофеля. Образуется после дистилляции спиртов из бражки, для приготовления которой используют зерно злаковых, картофель, мелассу, фрукты и другие продукты, содержащие крахмал или сахар. Для рыбоводства используется в сушеном виде. Переваримость пита-

тельных веществ барды невысокая. Низкая переваримость БЭВ барды обусловлена тем, что они в основном представлены пентозами, которые плохо или совсем не усваиваются в организме, и поэтому на многих спиртовых заводах барду перерабатывают на кормовые дрожжи.

Сушеная барда. Ее относят к концентрированному и протеиновому (200–300 г протеина / кг) корму.

1 кг *зерновой сушеной барды* (влажность 12 %) содержит 8,7 г лизина, 4,6 г метионина, 4,4 г кальция, около 6 г фосфора.

Картофельная барда имеет меньшую питательность. В 1 кг содержится около 100 г протеина, 2,1 г кальция и 6,1 г фосфора.

Сушеная дробина содержит около 91,7 % сухого вещества, 18–22 – сырого протеина, 7,9 – сырого жира, около 15 – клетчатки и 42,9 % БЭВ.

В связи с тем, что в сухой пивной дробине преобладают оболочки ячменных, кукурузных и овсяных зерен она плохо переваривается.

Сухие пивные дрожжи являются ценной белково-витаминной подкормкой. 1 кг дрожжей, облученных ультрафиолетовыми лучами, имеют до 5 тыс. МЕ витамина Д₂. Кроме того, дрожжи богаты витаминами группы В. Протеин пивных дрожжей имеет высокую питательную ценность, однако следует помнить, что в дрожжах недостает триптофана и метионина, поэтому ими нельзя заменять любые белковые корма.

Отходы крахмального производства (мезга). Измельченные картофель, зерно кукурузы, пшеницы подвергают соответствующей обработке, во время которой крахмал вымывают водой, а оставшиеся отходы под названием мезга используют на корм скоту без дополнительной обработки. Питательная ценность мезги невелика, так как она содержит до 86 % воды. Корм в основном представлен углеводами. *Сухая картофельная мезга* получается в результате сушки сырой мезги и представляет собой хлопьевидную массу сырого или серо-коричневого цвета.

13.4. Продукты микробного синтеза.

В современных условиях проблема протеина решается не только за счет кормопроизводства в хозяйствах, но и за счет биотехнологии – промышленного производства продуктов микробиологического синтеза на базе использования непищевого сырья. Ведь дрожжи и микробы обладают очень высокой способностью внутреннего метаболизма: 500 кг дрожжевых микроорганизмов в сутки синтезируют 1250 кг белка.

Гидролизные и сульфитные дрожжи (гиприн) содержат 48–52 % протеина, 13–16 – углеводов, 2–3 – жира, 22–40 – БЭВ и 6–10 % золы,

а также все незаменимые аминокислоты, % от сухого вещества: лизин – 4,4, метионин – 3. Витамины группы В представлены, мг/кг сухого вещества: тиамин (В₁) – 15–18, рибофлавином (В₂) – 54–68, пантотеновой кислотой (В₃) – 130–160, холином (В₄) – 2600, никотиновой кислотой (В₅–PP) – 500–600, пиридоксином (В₆) – 19–30, биотином (В₇–Н) – 1,6–3, цианкобаламином (В₁₂) – 0,8.

Гидролизные дрожжи богаты источником витамина D₂ – эргостерином (0,25–0,7% от сухого вещества), который при облучении ультрафиолетовыми лучами превращается в витамин – D₂. В 1 кг облученных кормовых дрожжей содержится до 5–12 тыс. МЕ витамина D₂.

Паприн (кормовые дрожжи). Микробиологическая промышленность производит дрожжи из парафинов нефти. В состав паприна входит, %: протеина – 58–60, жира – 0,85–1, золы – 7,6–8,6, БЭВ – 22–25 %. В 1 кг содержится: 7,8 – кальция, 15,4 г фосфора, а также следующее количество аминокислот, г: лизина – 34–37, метионина – 4,9–7,3, цистина – 7,0–7,6, триптофана – 7,6–9,1.

Эприн. Содержит в своем составе в 1 кг сухого вещества протеина – 81,1%, жира – 0,15, лизина – 4,8, БЭВ – 31,86, метионина – 0,71, цистина – 0,42, триптофана – 0,58 %. В 1 кг эприна при влажности 14,6 % содержится: переваримого протеина – около 600 г, кальция – 14,4, фосфора – 24 г.

Кормобактерин – микробиологический продукт, получаемый на основе ацетонобутиловой барды. Он содержит в сухом веществе, %: протеина – 51, жира – 3,68, золы – 14,3, БЭВ – 30,57, кальция – 0,98, фосфора – 1,78. Кормобактерин богат витамином В₁₂ (3,5 мг/кг). Питательность 1 кг составляет: 21,2 – кальция и 13,8 г фосфора.

В последние годы микробиологическая промышленность продолжает изыскивать новые виды сырья и разрабатывать технологию производства кормовых препаратов микро биологического синтеза. К таким продуктам относятся: меприн Д (метаноловые дрожжи) и меприн Б (бактериальный), гаприн (газовая бактериальная биомасса), диприн (дрожжи нефтяных дистиллятов), микробная биомасса (активный ил). Химический состав этих продуктов отличается высоким содержанием протеина (58,19–69,35 %), без азотистых экстрактивных веществ (24,03–20,21 %), незаменимых аминокислот (лизина 3,57–5,70 %) и витаминов группы В.

Тема 14. КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ

14.1. Общее понятие о кормовых добавках.

14.2. Балансирующие кормовые добавки (препараты витаминов промышленного производства, применяемые в кормлении рыб, минеральные кормовые добавки).

14.3. Ферментные препараты, их значение в повышении эффективности использования кормов.

14.4. Антибиотики, пробиотики, пребиотики.

14.5. Вкусовые и ароматические добавки, красители, антиоксиданты, связующие вещества и другие добавки.

14.1. Общее понятие о кормовых добавках.

Кормовые добавки – вещества, которые применяются и служат для того, чтобы влиять своими свойствами на кормовое сырье или для приобретения этим сырьем определенных свойств или действия, особенно для влияния на внешний вид, запах, вкус, консистенцию или срок хранения, для других технологических целей или из физиологических, или диетических причин.

Важные критерии: цель применения (вид рыб, возраст), минимальное и максимальное содержание, время ожидания и ограничения.

Цель применения кормовых добавок

- добавка недостающих питательных веществ,
- увеличение продуктивности рыб или улучшение качества продуктов питания, получаемых от них,
- улучшение хранения,
- частично защита от определенных заболеваний.

К кормовым добавкам, применяемым в кормлении рыб, относятся:

- витаминные препараты;
- ферментные кормовые препараты;
- минеральные добавки и микроэлементные препараты;
- антибиотики;
- пробиотики;
- пребиотики;
- вкусовые добавки;
- красители;
- стабилизаторы;
- эмульгаторы;
- разрыхлители;

- консерванты;
- антиоксиданты;
- ароматизаторы;
- загустители;
- подкислители;
- адсорбенты;
- наполнители;
- аминокислоты;
- белково-витаминно-минеральные добавки;
- премиксы;
- иные кормовые добавки.

Среди кормовых добавок выделяют группу балансирующих кормовых добавок (препараты витаминов, минеральные кормовые добавки – источники макро- и микроэлементов, синтетические аминокислоты, комбинированные добавки: премиксы и белково-витаминно-минеральные добавки).

14.2. Балансирующие кормовые добавки (препараты витаминов промышленного производства, применяемые в кормлении рыб, минеральные кормовые добавки).

Витаминные препараты – вещества, содержащие один или несколько витаминов и предназначенные для их введения в состав рационов, БВМД, премиксов. Витамины поступают с основными компонентами корма, но их главным источником служат включаемые в состав кормов витаминные премиксы.

Жирорастворимые витамины.

Хорошим источником витамина А является рыбий жир – 200–500 тыс. ИЕ/кг. Препараты витамина А выпускаются в виде масляного концентрата активностью 100–500 тыс. ИЕ или в виде драже и порошкообразной массы. Витамин А быстро окисляется под воздействием кислорода воздуха и солнечного света; разрушается в присутствии продуктов перекисного окисления липидов, при контакте с тяжелыми металлами с переменной валентностью (железо, медь). В комбикормовой промышленности обычно для приготовления витаминных премиксов используется стабилизированная форма ретинола в виде порошка, состоящего из мелкой крупки, в которой частицы витамина окружены желатиновой капсулой, предохраняющей его от окисления. При хранении гранулированных кормов продукты окисления липидов вызывают потерю биологически активных форм ретинола. Например, потери ви-

тамина А за период хранения форелевых кормов с высоким содержанием рыбной муки (50 %) в течение 3 и 5 мес. составляют соответственно 75 и 83 %. В карповых кормах, содержащих по сравнению с форелевыми значительно меньше рыбной муки (5–20 %), витамин А в течение первых 3 мес. практически не разрушается. Природными антиоксидантами, способствующими сохранению липидов, а следовательно, и сбережению витамина А, являются витамины Е и С. В целях предотвращения быстрого разрушения витамина А корма следует хранить в темноте, при низкой температуре (8–9 °С), в бумажных, а не полиэтиленовых мешках.

Хорошим источником витамина D служит рыбий жир. При его применении обращают внимание на срок годности и содержание витамина в жире. Если в корме присутствуют окисленные жиры, костная мука, мел, сернокислые соли микроэлементов, то в течение 1 мес. витамин D рыбьего жира в таких кормах полностью разрушается. В комбикормовой промышленности при изготовлении премиксов D используется в виде стабилизированного порошка на желатиновой или желатиново-сахаро-крахмальной основе, которая предохраняет его от окисления.

Для повышения содержания витамина Е в организме рыбы используют его промышленные препараты в виде порошка или масляного раствора, вводимые в составе премиксов.

Водорастворимые витамины. Хороший источник – кормовые дрожжи. Препараты тиамин (B_1), рибофлавин (B_2), пантотеновой кислоты (B_3) обычно применяется в виде солей, относительно устойчивых к кислороду и вводимых в состав премиксов. Быстро разрушаются при высокой температуре. Витамин B_4 (холин). Практическое значение имеет хлористоводородная соль – холин-холинхлорид. Это вещество устойчиво к нагреванию и окислению кислородом воздуха и поэтому не требует особых предосторожностей. Выпускается 70%-ный раствор холинхлорида, который вводится в состав премиксов.

Витамин B_5 (никотиновая кислота). Хорошим источником витаминов B_5 являются хлебопекарные и пивные дрожжи, пшеничные отруби, наряду с которыми в корма для рыб добавляют синтетическую никотиновую кислоту. Витамины B_6 (пиридоксин), Н (биотин), B_8 (инозитол), B_c (фолиевая кислота), B_{12} (цианкобаламин) в сухие гранулированные корма вводится также в составе премиксов.

Витамин С (аскорбиновая кислота). Следует отметить особую неустойчивость среди прочих водорастворимых витаминов. Так, витамин

С легко разрушается под действием света, кислорода, повышенной температуры, а также в процессе изготовления гранулированных кормов. При производстве кормов методом экструдирования аскорбиновая кислота особенно подвержена разрушению.

Минеральные кормовые добавки. Потребности рыб в кальции в значительной степени удовлетворяются осмотическим путем, фосфор поступает в организм рыб главным образом с нищей. Для эффективного усвоения кальция и фосфора соотношение этих элементов в зависимости от вида рыб варьирует от 1 : 1 до 1 : 2; при этом фосфор должен находиться в доступной для организма рыб форме. При недостатке кальция в корме и достаточном содержании в нем фосфора дефицит кальция может компенсироваться за счет осмотического поступления из воды. При концентрации кальция в воде 40–60 мг/л потребность карпа практически полностью удовлетворяется. Избыток поступившего в организм рыбы кальция быстро выводится через кишечник. Однако следует отметить, что при выращивании карпа в воде с концентрацией кальция выше 40 мг/л дополнительное введение в корм минеральных добавок, содержащих этот элемент, вызывает снижение темпа роста рыб. Виды добавок – мел, известняки.

Степень усвоения рыбами фосфора из кормов не превышает 15 %, это объясняется тем, что он находится в малодоступной форме в ингредиентах, которые широко используются в кормовых рационах рыб. Практически весь фосфор рыбной муки входит в состав трудно растворимых гидроксиапатитов скелетных тканей. До 60–70 % фосфора зерна и семян злаковых и масличных культур, в том числе бобовых, содержится в малодоступных солях фитиновой кислоты (фитатах).

Наиболее эффективно рыбы утилизируют фосфор из неорганических соединений. Содержание чистого элемента в наиболее часто применяемых фосфатах составляет около 20 %. Очень хорошо усваивают рыбы фосфор, особенно при тонком помоле, из растворимых однозамещенных фосфатов натрия, кальция, калия – NaH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, KH_2PO_4 . Неусвоенный фосфор выводится с фекалиями в окружающую среду, что в условиях интенсивной аквакультуры представляет угрозу загрязнения водоемов. Поэтому стратегия кормления рыб предусматривает как обеспеченность необходимым уровнем фосфора, так и максимальную степень усвоения его из корма.

В костях магний находится в форме трудно усваиваемых гидроксиапатитов, поэтому его доступность из рыбной муки зависит от содер-

жания костей. В растительных компонентах магний может находиться в форме слабо доступных фитатов. Окись магния MnO .

Поваренную соль с давних времен использовали в кормах рыб в качестве консерванта, для повышения аппетита рыб, улучшения всасываемости, стимуляции роста, а у молоди проходных рыб – для подготовки к морскому периоду жизни.

Благодаря активному обмену натрия и хлора со средой, постоянно-му их поступлению в организм рыб и удалению вместе с большим объемом жидкости рыбы не боятся высокого содержания хлористого натрия в корме.

Несмотря на высокое содержание и доступность калия из используемых обычно в рыбных кормах компонентов, добавление калия к корму в количестве 1,6 г/кг улучшает темп роста.

Специальной добавки серы в рацион рыб не требуется.

При введении в состав корма разных солей железа надо иметь в виду, что хлориды наиболее эффективны для предотвращения анемии.

В составе кормов железо может играть и негативную роль, способствуя перекисному окислению липидов. Оно катализирует образование гидроперекисей и пероксидов. Добавление сернистого железа в корма может значительно повысить интенсивность окисления жиров, особенно при высоком содержании полиненасыщенных жирных кислот в корме, и вызвать разрушение аскорбиновой кислоты. При избытке железа в организме животных ухудшается усвояемость фосфора, меди, снижаются резервы витамина А в печени. В результате промышленной и бытовой деятельности человека, а также вследствие атмосферных переносов загрязненность почвы и воды тяжелыми металлами в современных условиях приобрела глобальный характер. Содержание железа в водоемах часто в десятки и сотни раз превышает установленные нормы – предельно допустимая концентрация (ПДК) железа для рыбохозяйственных водоемов 0,005 мг/л. Высокие дозы железа токсичны.

Поскольку потребности в меди у рыб сравнительно небольшие и этот микроэлемент присутствует практически во всех компонентах и природных водах, рыбы могут обеспечить себя адекватным для максимального роста количеством меди из искусственных кормов без специальных добавок. Сульфат меди $CuSO_4$.

Оксид марганца, Mn_2O_3 , и соли типа $KMnO_4$.

Разница между физиологической и токсической дозой кобальта у рыб достаточно большая, и передозировка практически маловероятна,

птицеводы отмечают, что даже стократная дозировка кобальта в рационах цыплят не вызывала токсического эффекта. Известны растворимые в воде соли кобальта – сульфат CoSO_4 , хлорид CoCl_2 , нитрат $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ и другие.

Для обогащения кормов цинком обычно используют его неорганические соединения. При сравнении ZnSO_4 , ZnNO_3 , ZnCl и $\text{ZnO}\cdot 2\text{CO}_3$, лучшим оказался ZnSO_4 . В последнее время появился интерес к применению в рыбных кормах хелатов цинка, которые используются в птицеводстве.

Хелатами называют комплексы микроэлементов с органическими соединениями (с протеином, пептидами, аминокислотами). Они лучше растворяются и легче проникают через мембраны клеток животных, чем неорганические соединения, они усваиваются значительно эффективнее, чем сульфаты.

Поскольку физиологические и токсические дозы селена близки и недостаточно точно выявлены, прежде чем добавлять микроэлемент к рациону, необходимо тщательно проверить его присутствие в воде и кормовых компонентах. Селенит натрия, органический селен.

Введение в состав корма богатых йодом морских растений (например, бурые водоросли накапливают йода в сотни и тысячи раз больше, чем его содержится в морской воде) может полностью удовлетворить потребности рыб в этом элемент.

При организации кормления рыб в рыбоводных хозяйствах необходимо учитывать геологические особенности местности, а также вести постоянный контроль минерального состава воды. В рыбоводстве часто используют витаминно-минеральные премиксы для птиц, в которые вводятся железо, медь, цинк, марганец и другие микроэлементы. Однако в условиях многократного превышения ПДК этих элементов в водоемах вряд ли нужно вводить их в стандартные премиксы для рыб. Специального внимания требует современная экологическая ситуация в водоемах – повсеместное загрязнение тяжелыми металлами, в том числе и абсолютно необходимыми для жизни микроэлементами. Недоучет этого обстоятельства может привести к передозировке их в кормах, избыточному накоплению в мышцах рыб, дальнейшему загрязнению воды.

Комбинированные балансирующие добавки:

– премиксы – кормовые добавки, представляющие собой однородную смесь микрокомпонентов и наполнителя, предназначены для обо-

гащения комбикормов, белково-витаминно-минеральных добавок биологически активными веществами;

– *белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД)* – смесь компонентов, содержащих белок, минеральные кормовые средства и биологически активные вещества (микроэлементы, витамины и другие).

Более подробная информация о премиксах и БВМД приведена в лекции «Комбикорма».

14.3. Ферментные препараты, их значение в повышении эффективности использования кормов.

Ферментные кормовые препараты – ферменты микробного происхождения, предназначенные для ускорения гидролиза углеводов, протеинов, жиров и других питательных веществ до более простых соединений и повышения их усвояемости.

Микробиологическая промышленность выпускает ферментные препараты, имеющие пектолитическую, гемицеллюлазную, полиглицозидгидролазную активность, которые рекомендованы для использования в кормлении рыб: амилоризин, глюкавамарин, пектавамарин, амилосубтилин, протосубтилин, пектофоедин, целловиридин и др.

В пищеварительном тракте рыб имеются все необходимые ферменты, с помощью которых происходит химическое превращение компонентов корма, в результате чего они становятся доступными для всасывания в кровь. Однако там нет ферментов, которые бы расщепляли целлюлозу, лигнин, пектин, фитин и другие сложные органические соединения. Поэтому дополнительное введение в рацион ферментных препаратов микробиологического синтеза улучшает переваривание кормов и усвоение организмом питательных веществ.

В настоящее время освоено промышленное производство не только отдельных ферментных препаратов, но и их комплексов. Наиболее эффективными являются отечественные комплексные ферментные препараты МЭК – мультиэнзимные композиции (МЭК-СХ-1, МЭК-СХ-2, МЭК-ЦГАП и т. д.).

Иностранные фирмы выпускают ферментные препараты в виде жидких концентратов, гранул и микрокансул для повышения сохранности энзимов. К таким препаратам относятся ферментные препараты фирмы «Кемин Европа» (Кемзайм W, Кемзайм В, Кемзайм ВК); «Ф. Хоффманн-Ля Рош» (Роксазим G2; Ронозим WXCT; Ронозим А СТ; Ронозим VP СТ и др.); «Хёхст» (Германия) (Хостазим) и другие.

Для обогащения кормов рыб обычно используются как очищенные, так и неочищенные ферментные препараты, грибные и микробные.

14.4. Антибиотики, пробиотики, пребиотики.

Для профилактики заболеваний и лечения рыб в составе так называемых «лечебных комбикормов» могут использоваться *антибиотики* – специфические соединения (вторичные метаболиты), способные в незначительных количествах избирательно задерживать рост микробов или убивать их.

Антибиотики. В аквакультуре применяют также «кормовые антибиотики». Введение этих препаратов в комбикорм в небольших количествах, в сотни раз меньших их лечебных доз, стимулирует рост и выживаемость рыб, компенсирует витаминную недостаточность, способствует улучшению минерального и белкового обменов. Наиболее целесообразным является комплексное скармливание антибактериальных веществ, структурно далеких по химизму и фармакологическому действию. Введение их в комбикорм позволяет регулировать микробиологические процессы в желудочно-кишечном тракте рыб, нормализует микробное равновесие, предупреждает снижение количества антагонистов патогенных бактерий и возникновение массовых заболеваний.

Использование антибиотиков в аквакультуре для лечебных и профилактических целей представляет собой растущую проблему для мирового животноводства и здравоохранения. С продукцией аквакультуры в организм человека и в окружающую среду антибиотики поступают в концентрациях, вызывающих микробный дисбаланс, возникновение и распространение резистентных бактерий в обществе и природе. Устойчивость бактерий к различным антибиотикам снижает эффективность лечения инфекций у людей и животных, способствует росту заболеваемости, смертности и приводит к значительным экономическим потерям.

В настоящее время во всем мире усиленно ведется поиск альтернативных путей замены антибиотиков в животноводстве. Одним из направлений являются *пробиотики* – кормовые добавки, содержащие микроорганизмы, обладающие антагонистической активностью по отношению к патогенной микрофлоре, и оказывающая полезное воздействие на рыбу путем улучшения его кишечного микробного биоценоза

Наиболее эффективными и распространенными являются пробиотики «Субтилис» и «Басулифор». Принцип действия пробиотиков заключается в следующем: антагонистическая активность по отношению к почти 90 % условно-патогенных кишечных бактерий и грибов; про-

дуцирование пищеварительных ферментов (амилаз, липаз, протеаз, пектиназ, эндогликоназ); продуцирование рибофлавина и аминокислот, в том числе незаменимых; способность синтезировать биологически активные вещества, стимулирующие развитие целлюлолитических руминококков, лактобацилл; антиоксическое, в т.ч. подавление микотоксинов; иммуномодулирующее (активация макрофагов, стимулирование выработки интерферона, синтез иммуноглобулинов); восстанавливающее.

Пребиотики – неперевариваемые компоненты корма, которые способствуют избирательной стимуляции роста, метаболической активности одной или нескольких групп полезных бактерий в кишечнике животных. Пребиотики содержат углеводы с низким содержанием молекул, которые соединены друг с другом бета-гликозидными связями. В них отсутствует фермент, способствующий расщеплению. По этой причине пребиотики, попадая в желудок, не перевариваются. Они попадают в кишечник и там расщепляются, выступая пищевыми субстратами. Пребиотики стимулируют рост полезной микрофлоры и укреплению иммунитета. Наиболее эффективными препаратами, которые выступают пищевыми субстратами, считаются те, которые содержат в своем составе лактулозу. Она признана самым эффективным пребиотиком. Разлагаясь, лактулоза не только приводит к увеличению численности полезных бактерий, но и способствует выведению вредных веществ.

Высокие уровни «дружественных» кишечных бактерий в пищеварительном тракте животного помогают в улучшении пищеварения и укреплении иммунной системы, снижении количества вирусных и бактериальных заболеваний.

Иногда пребиотики и пробиотики соединяют воедино, получая **синбиотики**. Пребиотичные бактерии, попадая в кишечник, создают благоприятные условия для размножения пробиотиков.

14.5. Вкусовые и ароматические добавки, красители, антиоксиданты, связующие вещества и другие добавки.

Вкусовые и ароматические добавки – вещества, предназначенные для усиления или исправления природного вкуса/запаха, или придания новых вкусовых свойств/запаха и стимулирования потребления корма.

- натурального происхождения вещества (например, сахар),
- синтетические вещества (например, сахарин, натрий-сахарин, и кальций-сахарин).

Вкусовые и ароматические добавки (ВАД) выполняют привлекающую (аттрактивную) функцию и обеспечивают недостающие вкусовые элементы, хотя у рыб не всегда четко разделено обонятельное и вкусовое восприятие. Форель, лосось, кари, угорь и другие рыбы хорошо реагируют на вкусовые добавки, специально приготовленные для данного вида или подвида и для конкретных окружающих условий. Периоды недостаточного потребления из-за посторонних привкусов в корме, обусловленные окружающей средой или сезонными привычками, могут быть сокращены при использовании вкусовых и ароматических добавок. Для большинства рыб привлекающими свойствами обладают протеины рыбной, крабовой, крилевой, а также мясокостной муки. Учитывая дефицит рыбной и крабовой муки, применение ВАД позволяет шире использовать заменители белков, такие как соевый белок, казеин, его производные.

В мировой практике животноводства испытано более 100 видов вкусовых веществ, а в отдельных странах налажено производство добавок, которые вводят в состав комбикормов и кормосмесей для придания корму в основном сладкого вкуса (подсластители). Из вкусовых веществ чаще всего используют: сахар, глюкозу, мелассу, сахарин, поваренную соль, соленый гидрол.

Кормовая патока – побочный продукт производства сахара из свеклы, содержит до 50 % сахара, улучшает процесс гранулирования комбикормов, повышает их качество. Обычно ее вводят в комбикорма (3–5 %) в качестве энергетической добавки.

Ароматические добавки (ароматизаторы) – вещества, предназначенные для придания или исправления запаха и вкусовых свойств и стимулирования потребления корма. Например, эфирные масла (анисовое и др.)

Красители – добавки, предназначенные для придания, усиления или восстановления окраски корма. В кормах для семги, форели, для окраса рыбы широко используют природные каротиноиды (альфа, бета, гамма-каротин) и ксантофиллы (например, астаксантин, лютеин, зеаксантин, кантаксантин). Искусственные красители: бриллиантовая зелень, синька, анилин и др.

Антиоксиданты – добавки, предназначенная для замедления процессов окисления и увеличения сроков хранения или годности кормов.

Антиоксиданты, или ингибиторы окисления - вещества, предотвращающие или замедляющие окисление других веществ молекулярным кислородом. Продукты окислительной деструкции (перекиси,

кетоны, альдегиды и др.) при определенной концентрации могут вызывать остановку роста или даже оказать токсическое влияние на рыб. Сами перекиси, возникающие в процессе самоокисления жиров, являются сильными окисляющими средствами, разрушающими жирорастворимые витамины. Механизм действия наиболее распространенных антиокислителей состоит в разрыве цепи окислительных реакций. Молекулы антиокислителей при взаимодействии с активными радикалами образуют малоактивные радикалы, и процесс окисления прекращается или замедляется, а сам антиоксидант расходуется на реакцию.

Торможение окислительных реакций осуществляется как природными, так и синтетическими веществами. Природные антиокислители в животных и растительных организмах представлены достаточно широко. К ним относятся токоферолы, лецитины, кефалины, оксифлавоны, кофейная и дигидрокофейная кислоты, производные галловой кислоты, госсипол, рутин и другие.

Из естественных антиокислителей в рыбоводстве в целом наибольшее значение имеют токоферолы (витамин Е). Ими богаты рыбий жир, растительное масло, зерна злаков.

В комбикормовой промышленности применяют также и синтетические антиокислители, которые относятся к фенолам. Среди синтетических антиокислителей в настоящее время широко применяются бутилксилол (БОТ) или ионол, бутилоксианизол (БОА), сантохин и дилудин.

Связующие вещества – технические вспомогательные средства, которые влияют на смешиваемость кормового средства или на прочность гранул/крупки (например, бентонит, каолинит, лимонная кислота, стеарат натрия, кизельгур).

Эмульгаторы – синтетические или натуральные вещества, обладающие специфическими поверхностно-активными свойствами, предназначенные для создания и стабилизации эмульсий и других дисперсных систем корма. Создают однородную смесь из несмешиваемых в природе веществ, таких как вода и жир. (например, карбонаты натрия).

Стабилизаторы – особая группа добавок, главным назначением которых является формирование и сохранение консистенции, текстур и формы кормов (например, пектин).

Загустители – вещества, предназначенные для регуляции вязкости и консистенции корма.

Желирующие добавки (агенты) – добавки, предназначенные для образования гелеобразной текстуры или кормового продукта (например, агар-агар).

Разрыхлители – вещества, предназначенные для предотвращения слеживаемости корма и увеличения его объема (например, гидрокарбонат натрия – пищевая сода).

Консерванты – добавки, предназначенные для защиты кормов от микробиологической порчи и увеличения сроков хранения или годности (например, бензоат натрия).

Подкислители – вещества на основе кислот, которые для повышения уровня кислотности корма и/или придания ему кислого вкуса (например, лимонная кислота).

Адсорбенты – синтетические и (или) природные вещества, способные связывать и выводить из организма животных ионы тяжелых металлов, токсины, радиоактивные вещества, вредные продукты метаболизма. Все существующие адсорбенты можно разделить на три группы: неорганические, органические и комбинированные. Неорганические адсорбенты представляют собой углеродные адсорбенты на основе природных и синтетических материалов (активированные угли, активированные углеродные волокна); природные слоистые минералы, состоящие из силикатов алюминия с содержанием соединений калия, кальция, натрия, магния, железа, серы, фосфора (например, силикагели, цеолиты, алюмогели, алюмосиликаты).

Органические синтетические и природные сорбенты: полисорбы, энтеродез, энтеросорб; лигнины в различных модификациях – полифепан; хитин, хитозан; целлюлоз), пектины. Так, к органическим адсорбентам относят комбинацию активных ингредиентов (оксиквинола, тимола и др.), извлеченных специальным методом из внутренних клеточных оболочек дрожжей и вызывающих инактивацию микотоксинов.

Органоминеральные и композиционные сорбенты. Например, Клинифид-комплекс, состоящий из органических и минеральных сорбентов, которые обладают высокой сорбционной и удерживающей способностью по отношению к микотоксинам. Специально подобранные эфирные масла стимулируют аппетит у животных, повышают резистентность организма, сдерживают рост плесневых грибов в кормах. Пробиотический комплекс подавляет развитие патогенных бактерий в кишечнике, а также ферментативно разрушает микотоксины.

Наполнители – вещества, применяемые в качестве среды для равномерного распределения в ней микрокомпонентов.

Тема 15. КОМБИНИРОВАННЫЕ КОРМА

15.1. Понятие о комбикорме, значение комбинированных кормов в интенсификации рыбоводства.

15.2. Классификация, виды и рецепты комбикормов.

15.3. Научные основы разработки рецептуры комбикормов.

15.4. Технология производства комбикормов.

15.5. Требования стандартов к составу, пищевой ценности и качеству комбикормов для рыб.

15.1. Понятие о комбикорме, значение комбинированных кормов в интенсификации рыбоводства.

Комбикорма – сложные однородные смеси очищенных и измельченных до необходимой крупности различных кормовых средств и микродобавок, вырабатываемые по научно обоснованным рецептам и обеспечивающие полноценное кормление животных.

Преимущество: экономия кормовых ресурсов; рациональное использование отходов различных отраслей; возможность включить в состав комбикорма сырье, которое не может быть использовано отдельно из-за плохого вида и других причин; возможность придать продукции форму, удобную для скармливания.

Необходимость интенсификации всех отраслей животноводства повысила значение комбикормов. Именно через них в рацион вводятся фуражное зерно, высокобелковые кормовые средства, макро- и микродобавки, лекарственные препараты, стимуляторы роста и др.

Комбикормовая промышленность призвана выполнять одну из важных народнохозяйственных задач – повышать продуктивность рыбоводства.

Успешное развитие рыбоводства возможно на основе развитой и прочной кормовой базы, в создании которой комбикормовая промышленность играет большую роль. Она призвана снабжать предприятия комбикормами высокой питательности, содержащими все необходимые для рыб вещества: белки, углеводы, жиры, минеральные элементы и витамины. Поставленная задача о переводе комбикормовой промышленности на индустриальную основу, обеспечивающую значительный рост производительности труда и улучшение качества продукции, отвечает требованиям животноводства и птицеводства.

Современное развитие и интенсификация рыбоводства нуждается в большом количестве кормов. Однако зерновые корма при скармлива-

нии их рыбам в отдельном виде не удовлетворяют потребностей организма в питательных веществах.

Питание рыб считается полноценным, если они получают в рационе все необходимые питательные вещества, смешанные в определённом соотношении для данного вида, возраста и характера продуктивности. В организации научно обоснованного кормления рыб комбикорма имеют важное значение. Сбалансированные по основным питательным веществам, они обеспечивают повышение продуктивности рыб на 10–12 %, а при обогащении их витаминами, антибиотиками, микроэлементами и другими средствами эффективность их повышается на 25–30 %.

Не обойтись без наличия специализированных качественных кормов при выращивании ценных пород рыбы (форели, осетровых, сомов).

Проблема состоит в том, что форели, осетровые, сомовые – животноводные. Значит, должны быть высокобелковые корма. Откуда берется белок в кормах? В основном из рыбной муки. Это достаточно качественный белок, близкий по параметрам к физиологическим потребностям рыб. Еще есть соевый шрот. В корма для карпа сырой протеин обычно вводится в виде сои, реже – рыбной муки. В то же время форели надо давать рыбную муку, потому что соя не является полноценным заменителем животного белка. Вот тут и начинаются проблемы: своей рыбной муки у нас нет, а на мировых рынках она дорогая. Основные производители рыбных комбикормов – Дания, Финляндия и Франция. Они строят по всему миру заводы, в том числе и рядом с нашими границами, например в Польше. Ориентировочная стоимость польского корма для форели или осетра – 1,5–1,8 евро за килограмм. Конечно, отрасль может быть рентабельна и с импортными кормами, но проблема в том, что цены на них колеблются. Такой подход требует наличия валюты, но надо ориентироваться на свое производство.

Если форель выращивать круглогодично и догонять до товарной массы меньше чем за 2 года, отношение сухого веса корма к влажному весу рыбы получится примерно на уровне 1–1,2 к 1. В сухом соотношении будет 3 или 4 к 1. В случае осетровых или угря нормы еще выше. Таким образом, если мы хотим выращивать 3,8–4 тыс. т рыбы ценных пород в год, необходимо иметь не менее 5–6 тыс. т кормов.

15.2. Классификация, виды и рецепты комбикормов.

Предприятия комбикормовой промышленности вырабатывают:

- комбикорма-концентраты,
- полнорационные комбикорма,
- комбинированные балансирующие добавки (премиксы, белково-витаминные добавки, белково-витаминно-минеральные добавки),
- кормовые смеси,
- премиксы.

Рецепт комбикорма представляет набор кормовых средств в соотношениях, определяемых на основе современных данных потребности рыб в питательных веществах. Каждому рецепту комбикорма присваивается шифр, соответствующий виду животных (рыб), возрастной группе и направлению продуктивности.

Рецептам комбикормов присваивают номера по видам животных в установленном порядке (110–119 – прудовые рыбы, 110 – для сеголеток, ремонтного молодняка, 111 – для товарных двухлеток и трехлеток карпа, выращиваемых в прудах и т.д.). Рецепты комбикормов для прудовых карповых рыб разработаны с учетом кормления различных возрастных групп карпа. В пределах десятков рецептам присваивают порядковые числа для каждой производственной группы животных, а при недостатке чисел — буквенные литеры.

Например, рецепты № 110-1 и 110-2 разработаны для кормления карпа от двухнедельного возраста до достижения массы 30 г в 1 шт. Рецепты № 111-1, 111-2 и 111-3, соответственно, предназначены для кормления карпа от 30 до 1000 г в 1 шт., а рецепты № 112-1 и 112-2 – для кормления карпа, имеющего массу выше 1000 г на 1 шт., 110-П – для племенного молодняка и производителей прудового карпа.

В настоящее время многие производители не придерживаются данного порядка, вводят свои обозначения. Например, некоторые рецепты фирмы «Ассортимент-АГРО» (Московская обл.) для форели называются АК-1ФС, АК-1ФРМ, РГМ-1ФРМ, АК-3ФП. Некоторые обозначения: С – стартовый, Ф – форелевый, Э – экструдированный; Г – гранулированный; РМ – ремонтный молодняк, П – производственный.

Комбикорма-концентраты содержат повышенный уровень протеина, минеральных веществ и микродобавок. Используются в прудовом рыбоводстве при обязательном условии наличия естественной кормовой базы для обеспечения биологически полноценного кормления рыб.

Полнорационный комбикорм полностью обеспечивает потребность рыб в энергии, питательных и биологически активных веществах.

Данная группа комбикормов является основной в индустриальном рыбоводстве.

Комбинированные балансирующие кормовые добавки (белково-витаминные добавки, белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД) и др.) представляют собой однородные смеси измельченных до необходимой крупности высокобелковых кормов (жмыхи, дрожжи и др.) и микродобавок (витамины, минеральные соли, антибиотики и др.), используемые для приготовления комбикормов-концентратов и полнорационных комбикормов.

В зависимости от содержания в добавках протеина, биологически активных веществ и потребности в этих веществах рыб разных видов, половозрастных и производственных групп белково-витаминные и другие добавки вводят в зерновые смеси в количестве от 5 до 25 % по массе.

В настоящее время известна кормовая добавка «Маримикс 37+» – это хорошо сбалансированная смесь муки из креветки, муки из кальмара, морских водорослей, зародышей пшеницы, пробиотика на основе бактерий рода *Bacillus* и морского кальция.

Кормовые смеси имеют однородную консистенцию. Состоят из кормовых средств, в которых, как правило, не содержится полного набора питательных веществ. Обычно готовят непосредственно в рыбхозах.

Премиксы – однородные смеси измельченных до необходимой крупности микродобавок и наполнителя, используемые для обогащения комбикормов-концентратов, полнорационных комбикормов и БВМД. Концентрация микродобавок в премиксе устанавливается нормативно-технической документацией, исходя из процента ввода премикса в комбикорма и БВМД. В состав премиксов входят витамины или витаминные препараты, микроэлементы, антибиотики, ферментные препараты, транквилизаторы, лекарственные вещества и вкусовые добавки, которые смешаны с наполнителями (отруби) в отношении 1:9. Каждому рецепту премиксов присваивается шифр, учитывающий назначение комбикорма, в который будет вводиться премикс. Буква П означает, что это премикс. Например, ПК-110 - премикс для комбикорма К-111).

Гарантийный срок хранения премиксов – 6 месяцев со дня выработки. По истечении гарантийного срока хранения премиксы должны подвергаться контрольной проверке на содержание в них биологически активных веществ.

15.3. Научные основы разработки рецептуры комбикормов.

На основании разработанных рецептов комбикормовая промышленность, исходя из наличия кормовых средств, вырабатывает комбикорма, состав которых должен соответствовать утвержденной рецептуре, а соотношение их определяет общую и биологическую ценность комбикорма. Указанные рецепты имеют в наборе значительное количество ингредиентов (около 40). Каждый рецепт имеет в своем составе несколько групп кормовых средств, в том числе жмыхи и шроты, бобовые, зерновые, отруби, корма животного происхождения, минеральные корма. В состав комбикормов обычно вводят 6–8 (от 5 до 14) видов основных кормов, не считая микрокомпонентов. Например:

– АК-1ФС: мука рыбная, мука кровяная, витазар, рыбий жир, премикс ПФ-3В;

– АК-6ММ: мука рыбная, мука кровяная, шрот соевый, дрожжи, пшеница, рыбий жир, премикс ПФ-3В;

– компоненты для К-110 и К-111: мука рыбная, мука мясокостная, дрожжи, шрот подсолнечный, шрот соевый, пшеница, ячмень, отруби, премикс ПКП.

Имея в указанных группах кормовых средств значительное количество взаимозаменяемых ингредиентов, каждый рецепт может быть представлен в виде бесчисленного количества кормовых смесей, которые будут отличаться между собой по содержанию питательных веществ, но и одновременно будут соответствовать условиям рецепта. Так, например, в рецепт № 111-1 по группе жмыхов и шротов входят подсолнечниковый и арахисовый жмыхи, которые по условиям рецепта взаимозаменяемы. Но первый из них содержит сырого протеина 39,2 %, а второй – 27,7 %. Один этот пример наглядно показывает, насколько значительными могут быть колебания в содержании питательных веществ в кормовых смесях, составленных по одному и тому же рецепту. Для того чтобы уменьшить влияние различных по питательной ценности ингредиентов, включаемых в состав рецепта на взаимозаменяемой основе, с помощью ЭВМ проведен расчет показателей качества комбикормов, соответствующих каждому рецепту.

Комбикорм для кормления карпа в условиях прудовых хозяйств должен соответствовать рецепту и показателям качества по основным питательным веществам (расчет приведен на абсолютно сухое вещество).

Кормовую смесь или комбикорм составляют в следующем порядке. Сначала определяют вид комбикорма, вид и возраст рыб. Предпо-

жим, что необходимо приготовить комбикорм для кормления двухлетков карпа по рецепту № 111-1.

Исходя из наличия ингредиентов на складе предприятия-заготовителя или рыбхоза, составляют программу, в которую вводят характеристики ингредиентов по содержанию питательных веществ. В качестве ограничения вводят их процентное содержание, указанное в рецепте, и показатели качества кормовой смеси. При этом вводят задание с целью рассчитать состав комбикорма, соответствующий показателям качества и с минимальной стоимостью. Аналогичные расчеты можно проводить с помощью ручной техники, но это займет дополнительное время.

Для проведения работ или получения сравнительных данных эффективности использования комбикормов в разных почвенно-климатических зонах или в условиях различной интенсификации, уровня технологии выращивания рыбы и т. д. следует пользоваться рецептом-эталонном. Для получения сравнимых результатов рекомендуется использовать ингредиенты в соответствии с утвержденными стандартами, а также тщательно вести записи в процессе проведения работ.

При уплотненных шестидесятикратных посадках годовиков карпа в пруды (3–5 тыс. шт./га), когда доля естественной пищи в рационе рыбы снижается до 10–15 %, необходимо применять лучшие комбикорма или кормовые смеси, сбалансированные по комплексу питательных веществ. Как показали опыты, корма должны содержать не менее 26–30 % протеина, жира – 3,0–3,5 %, около 40 % безазотистых экстрактивных веществ и не более 9–10 % клетчатки. Вместе с тем корма должны содержать биологически активные вещества, стимулирующие рост рыбы.

Комбикорма для рыб по своему назначению, размеру кормовых частиц (гранул и крупок) подразделяются на три группы:

- стартовые – для личинок и молоди;
- производционные – для товарной рыбы;
- корма для производителей.

15.4. Технология производства комбикормов.

Технология производства комбикормов включает следующие этапы:

1. *Прием и хранение сырья.* Каждый вид сырья хранится отдельно в элеваторах, бункерах, складах (насыпью или в таре) и т. д. В сырье не

должно быть посторонних примесей, обеспечивается изоляция от влаги, вредителей.

2. *Очистка и измельчение сырья.* Очистка обеспечивает отделение от сырья сорных и металломагнитных примесей. Зерно, в котором обнаружены частицы стекла, запрещено использовать для приготовления комбикормов. Измельчение проводят молотковыми дробилками.

3. *Дозирование и смешивание.* Дозирование бывает объемное и весовое. Смешивание проводят в специальных смесителях емкостью от 4 до 12 м³.

4. *Гранулирование и брикетирование.* Проводится после смешивания и дополнительной очистки от металломагнитных примесей.

При *сухом гранулировании* сырье предварительно обрабатывают сухим паром под давлением при температуре 110–120 °С. После гранулирования на специальных прессах с матрицами гранулы охлаждают в охладительных колоннах до температуры не выше 5–10 °С температуры окружающей среды, просеивают. Отсев возвращают на дополнительное гранулирование или готовят крупку (обычно стартовые комбикорма, крупка размером 0,1–3 мм). Гранулы (3–12 мм) отправляют на склад готовой продукции, затаривают в мешки.

При *влажном гранулировании* одновременно с комбикормом в специальное устройство пресса подается дозированное количество воды (раствор микродобавок) до 35–36 % общей влажности. Белки и крахмал набухают, образуя желеобразные растворы (клейковину), которые заполняют пустоты и связывают частицы сырья. При последующем гранулировании получают гранулы влажностью 28%, которые затем высушивают до 12–14 %. Гранулы приобретают прочность и водостойкость. В некоторых случаях используют несухие гранулы. Этот способ находит применение при организации кормоприготовления непосредственно в рыбхозах.

Экономия таких комбикормов составляет до 20 % по сравнению с сухим гранулированием и до 25 % – по сравнению с пастообразными кормами. Крошимость гранул составляет около 2 %, а у полученных сухим прессованием – до 20 %. Эти комбикорма хранятся длительное время без потерь питательных веществ.

Гранулы сухого прессования, как правило, не соответствуют требованиям по крошимости и водостойкости. Поэтому применяют связующие вещества: декстрины, сухую молочную сыворотку, сухой обрат, пептидный концентрат, мелассу, соевый фосфатидный концентрат, бентониты и цеолиты. Повышение степени измельчения также повы-

шает прочность гранул. Водостойкость и прочность повышаются при нанесении защитного слоя: поливиниловый спирт, бентониты и цеолиты, липиды. Расход корма снижается до 15 %.

Для кормления карпа в прудах испытаны гранулы овальной формы, способ приготовления которых основан на принципе накатывания увлажненной массы комбикорма до состояния шариков. Основным рабочим органом гранулятора при этом способе гранулирования является вращающийся диск с гладкой поверхностью, который устанавливается под определенным углом к горизонтали.

Применение комбикормов в гранулированном виде для кормления карпа в условиях пруда имеет ряд существенных преимуществ. Так, например, при кормлении гранулами сокращаются потери питательных веществ комбикорма и уменьшается расход его на прирост. Совершенный способ приготовления корма позволяет доставлять до организма рыб в более полном составе комплекс питательных веществ, что оказывает прямое влияние на качество рыбы, повышая ее диетические свойства. Сохранение питательных веществ комбикорма в воде снижает поступление органических и минеральных веществ корма в пруд и относительно улучшает общий гидрохимический и газовый режим воды. Несомненные преимущества гранулированного корма перед рассыпным выявляются в процессе его транспортировки, хранения и раздачи.

Брикетированные комбикорма готовят из рассыпных комбикормов (около 80 %) и различных местных отходов, пищевых отходов, зеленой пасты (около 20 %). Влажность брикетов – 20–30 %, у брикетов, рассчитанных на длительное хранение влажность должна составлять не более 15–16 %. Размер брикетов – 4x8x16 см. Экономия брикетированных комбикормов по сравнению с рассыпными – до 20 %, а по сравнению с гранулированными комбикормами путем сухого прессования – до 10 %.

Во многих хозяйствах имеются цеха для приготовления *пастообразных комбикормов*. Они хорошо поедаются в мальковых выростных прудах. В смесители подаются рассыпные комбикорма, измельченная зеленая масса, вода (водный раствор микродобавок). Влажность готовой пасты – 45–50 %. Готовится непосредственно перед кормлением. Недостатки: слабая водостойкость (потери из-за вымывания питательных веществ могут достигать 50 %). Рекомендуется ввод связующих веществ (жмыхи, клейстер и т. д.).

15.5. Требования стандартов к составу, пищевой ценности и качеству комбикормов для рыб.

Вырабатываемые комбикорма по качеству должны отвечать требованиям, определенными ГОСТами и техническими условиями.

Комбикорм должен быть:

- прочным
- водостойким,
- сбалансированным по элементам питания, полноценным.

В зависимости от размера различают крупку и гранулы. Размер крупки – 0,1–3 мм. Диаметр гранул – 3–12 мм, длина – не более 1,5–3 размера диаметра. Готовый комбикорм по внешнему виду должен быть однородным, без признаков плесени. Запах комбикорма зависит от набора компонентов – рыбная мука придает запах сушеной рыбы, травяная мука – сена и т. п. По запаху и цвету комбикорма должны быть близки к исходному сырью, без затхлости и плесени.

Влажность комбикорма не должна превышать 14,5 %. Повышение влажности снижает стойкость комбикорма при его хранении, поскольку создаются условия для развития плесневых грибов, вредных бактерий, вредителей. Поверхность гранул должна быть гладкой (полированной), без макро- и микротрещин. Форма гранул – цилиндрическая, допускается овальная. Весьма существенным свойством гранул является их способность к набуханию. Время набухания гранул разное. Для комбикормов продукционных тонущих – не менее 20 мин, плавающих или медленно тонущих – 30 мин, стартовых и для рыб, выращиваемых в индустриальном рыбоводстве, – 10 мин.

Гранулы комбикорма для кормления карпа в прудах должны обладать свойством водостойкости. Процесс гранулирования комбикормов направлен на стабилизацию включаемых питательных веществ с целью сохранения их в воде при кормлении. Гранулы комбикорма до поедания их рыбой не должны разрушаться под воздействием воды, сохранять первоначальную форму и питательные вещества, так как только при этом условии возможна максимальная сохранность общей и биологической ценности, заложенных в комбикорме. Водостойкость и сохранение формы – не менее 3 ч.

Гранулированные комбикорма должны иметь минимальное количество крошки и мучнистых частиц, отделенных от гранул, то есть должны обладать определенной прочностью, которая обеспечивает их транспортабельность вплоть до кормового места пруда. Крошимость общая (при приготовлении, перегрузке, транспортировке) – не более

8 %. Срок хранения – не менее 6 мес. Освоение рыбой лечебных препаратов – не менее 100 %. По химическому составу комбикорма условно делятся на виды: с высоким содержанием протеина (более 23 %); с низким содержанием протеина (менее 23 %); с высоким содержанием крахмала (более 36 %); с высоким содержанием жира (более 8 %); с высоким содержанием клетчатки (более 11 %).

При определении состава и питательности комбикормов подсчитывают содержание: обменная энергия не менее, ккал/кг; сырой протеин не менее, %; сырой жир не менее, %; клетчатка не более, %; зола не более, %; кальций не менее, %; фосфор не менее, %; лизин не менее, %; метионин + цистин не менее, % (табл. 1). Уровень витаминов (А, D, Е, В₁-В₆, В₁₂, С) обычно учитывают по рецепту введенного премикса.

Таблица 1. Показатели качества комбикормов для рыб

| Наименование | Показатели | | | |
|------------------------------------|------------|-----------|------------------|-----------|
| | Форель | Осетровые | Карповые | |
| | | | Садки и бассейны | Пруды |
| Обменная энергия не менее, ккал/кг | 3400–3800 | 3520–3840 | 3100–3400 | 2300–2400 |
| Сырой протеин не менее, % | 40–53 | 44–52 | 34–38 | 23–26 |
| Сырой жир не менее, % | 11–13 | 11–12 | 6–9 | 4–5 |
| Клетчатка не более, % | 1,5–3 | 1,5–2,5 | 4,5–8 | 6–10 |
| Зола не более, % | 10 | 11–11,5 | 10 | 10 |
| Фосфор не менее, % | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6–1,0 |
| Лизин не менее, % | 1,8–2,1 | 1,8–2,1 | 1,3 | 0,7–1,0 |
| Метионин + цистин не менее, % | 1,8–2,0 | | | 0,7–0,8 |
| Кальций не менее, % | | | | 1–1,4 |

Раздел 3. НОРМИРОВАННОЕ КОРМЛЕНИЕ РЫБ

Тема 16. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ РЫБ

16.1. Понятие о пищевых потребностях рыб, методы их определения.

16.2. Потребности выращиваемых рыб в корме, энергии и питательных веществах.

16.3. Основные элементы системы нормированного кормления рыб.

16.4. Контроль эффективности нормированного кормления рыб.

16.1. Понятие о пищевых потребностях рыб, методы их определения.

Для обеспечения высокой рыбопродуктивности и экономного расхода искусственных кормов при выращивании рыбы в разных условиях содержания необходимо знать потребности ее в протеине, жире, углеводах, энергии, витаминах, макро- и микроэлементах.

Потребности рыб в кормах и питательных веществах зависят от многих факторов, существенным из которых наиболее является окружающая водная среда с ее многообразием изменения от различных факторов воздействия. Поэтому необходимо тщательно проводить наблюдения за изменениями водной среды и измерения. Кроме того, необходимо учитывать возраст рыбы и ее физиологическое состояние, зависящее всецело от внешней среды и обеспеченности в рационах естественной пищей или кормами животного происхождения.

Потребность в кормах и питательных веществах – это потребность рыбы в протеине, жире, энергии, витаминах, минеральных веществах и других элементах питания, поступающих с кормами при различных физиологических состояниях и определенной продуктивности рыбы, но время выращивания ее в различных условиях содержания.

Пищевые потребности рыбы в корме и питательных веществах в период ее выращивания неодинаковые и зависят от многих факторов: возраста, температуры воды, содержания в воде растворенного кислорода, химического состава воды и многих других факторов, связанных с воздействием окружающей среды на организм рыбы.

Разработка научно обоснованного кормления рыб прежде всего связана с изучением потребностей в корме и питательных веществах на протяжении всего периода их выращивания и изменениями пара-

метров окружающей среды. Поэтому потребность рыбы в них для каждого изменения в среде, особенно температуры воды и содержания в воде растворенного кислорода, будет изменяться.

Потребность рыб в корме и питательных веществах в них обычно складывается из количества, идущего на поддержание жизни и количества, идущего на создание продукции прироста массы рыбы и половых продуктов. Изучение количества потребности каждого в отдельности процесса по разграничению питательных веществ, которые идут на поддержание жизни и продукцию, определяется специальными физиологическими методами.

Вместе с тем необходимо отметить, что такое разграничение определить сложно, поскольку происходящие обменные процессы организма взаимосвязаны и их трудно разделить. Имеются более упрощенные методы определения количественных потребностей в корме и питательных веществах. В этом случае составляется комбикорм, кормосмесь или берется отдельно корм и скармливается рыбе. Если при скармливании этих кормов рыба по физиологическим показателям в норме дает хорошую продуктивность, значит этот корм полноценный по питательным веществам и его можно считать оптимальным. Химический состав этих изученных кормов и содержание в них питательных веществ можно принимать по показателю потребности.

Установлено, что таким способом по определению потребности в корме и питательных веществах можно проводить на других составах комбикормов, кормосмесей и отдельных кормов по ранее установленным потребностям рыб. Если у выращенной рыбы все физиолого-биохимические показатели будут в норме, то можно считать потребности в кормах и питательных веществах определены правильно и которыми можно пользоваться в дальнейшем.

Потребности молоди рыб определяются по приросту массы и химическому составу содержания протеина, жира, энергии и других показателей за определенное время их выращивания, при этом учитываются экологические показатели и количество съеденного корма и естественной пищи, а также возможности усвоения в них питательных веществ. Прирост масс молоди рыб может давать чистую потребность, а отношение чистой потребности к усвоенным веществам и энергии их усвоение.

Эталоном потребности корма и в питательных веществах для выращивания рыбы является естественная пища, зообентос и зоопланктон, при скармливании которых отдельно или в совокупности накоп-

ливается максимальная масса рыбы и создаются физиологически нормальные ее показатели.

В естественной пище и сформированных комбикормах или кормосмесях необходимо определить такие показатели, как их состав, содержание питательных веществ в них, количество скормленного корма, которое определяется взвешиванием заданного корма и его остатков за период проведения выращивания, анализ питательных веществ как в опытах, так и на производстве; сравнительная оценка, физиолого-биохимическое состояние и прирост массы рыбы на протяжении всего периода, особенно в конце выращивания и возникающие признаки внешних и внутренних изменений органов, заболевания и другое от недостатка или избытка питательных веществ; результаты анализов, требуемых при определении потребности рыбы в кормах и питательных веществах. К ним относятся исследования кормов, крови, мяса и других показателей.

Рыба, которая находится в состоянии покоя и удерживающая себя во взвешенном состоянии с помощью небольших движений хвостовых и грудных плавников, требует определенного количества питательных веществ, поступающих с кормом для удержания постоянной массы. Такая минимальная потребность кормами питательных веществ, которая нужна для поддержания постоянной массы тела и работы внутренних органов, при определенной температуре воды называется потребностью для поддержания жизни рыбы и зависит от питательности корма, температуры воды и содержания в ней растворенного кислорода.

Если корм и питательные вещества, поступающие в организм рыбы сверх минимального количества, начинают образовывать продукцию, то они уже не относятся к поддерживающему рациону и потребностям.

Общая потребность выращиваемой товарной рыбы в корме и питательных веществах складывается из корма, идущего на поддержание жизни, и продуктивного корма, который идет на получение продукции при ее товарном выращивании. При интенсивном товарном выращивании рыбы эти два показателя разделить сложно, поскольку продуктивность тесно связана с жизнедеятельностью организма, а жизнедеятельность зависит от полноценности кормления, температуры воды и пищеварения корма, усвоения питательных веществ его. Поэтому разделение корма на поддерживающий и продуктивный нецелесообразно. Общим показателем выражения потребности животных в корме был предложен в форме уровня кормления их.

Применительно к рыбоводству *уровень кормления* – это количество питательных веществ и энергии получаемого корма в сутки на 1 ц массы рыбы. Существуют и другие показатели, которые выражаются в процентах: уровень протеинового питания – отношение общего количества в корме сырого протеина к сухому веществу корма;

Уровень аминокислотного питания – это отношение суммы аминокислот или отдельных аминокислот к сырому протеину или сухому веществу.

16.2. Потребности выращиваемых рыб в корме, энергии и питательных веществах.

Потребность в протеине при выращивании рыбы.

Протеин является пластическим материалом, из которого идет построение тканей тела рыб. В питании рыб он является незаменимым веществом и входит в состав ферментов, без которых не может осуществляться обмен веществ в организме.

Нормальное поступление протеина с кормом в организм рыб обеспечивает его нормальную жизнедеятельность, изменений в обмене веществ не наблюдается, рыба накапливает массу, иммунная система работает в пределах нормы, заболеваниям не подвержена.

При длительном недостатке протеина, поступающего с кормом, наблюдаются изменения в обменных процессах, это вызывает снижение продуктивности у выращиваемых рыб задержку роста, ожирение, возникает истощение, что приводит к ослаблению иммунной системы и к заболеванию рыбы.

Длительный избыток протеина, который поступает с кормом, так же вреден, как и недостаток, к тому же происходит перерасход его, это неэкономно, поскольку наиболее дорогостоящими кормами являются высокобелковые, особенно животного происхождения.

Потребность протеина у рыб определяется количеством отложенного или разрушенного азота в организме, который пополняется за счет кормов с разным содержанием протеина. Протеины бывают различной биологической ценности и потребность в них, безусловно, для выращивания рыбы будет различная. Нормальная обеспеченность потребности в протеине для получения высокого прироста определяется по физиолого-биохимическим показателям рыбы, по повышению прироста массы, по балансу использования питательных веществ.

Потребность рыбы в протеине для нормального развития и роста ее для различных видов и возрастов в комбикормах неодинаковая.

Наиболее эффективно протеин корма используется, когда имеется достаточное количество в протеине аминокислот, жира и углеводов. Если количество в корме жира и углеводов недостаточно, протеин в корме может использоваться как источник энергии.

Необходимо отметить, что потребность рыб в протеине значительно больше, чем сельскохозяйственных животных и поэтому с кормом его должно доставляться значительно больше чем в 2 раза.

Потребность в аминокислотах при выращивании рыбы.

Рыба синтезирует белки тел из аминокислот кормов. В протеин входят 24 аминокислоты, которые в свою очередь подразделяются на незаменимые, заменимые и частично заменимые. Основную роль в обменных процессах пищеварения корма играют незаменимые аминокислоты, синтез которых в организме не происходит, и они должны доставляться с кормом. К числу незаменимых аминокислот для рыб относятся 10 – это треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин, триптофан, гистидин, аргинин.

Недостаток или отсутствие одной из аминокислот ведет к нарушению обменных процессов, а это вызывает замедление роста рыбы, повышаются затраты корма на прирост массы выращиваемой рыбы, увеличивается предрасположенность к заболеваниям.

Установлено, что молодь рыб более требовательна к незаменимым аминокислотам и что в кормах совместно с незаменимыми должны быть и заменимые в определенном количестве, поскольку нельзя допускать, чтобы заменимые синтезировались из незаменимых.

Потребность в жире при выращивании рыбы.

Жир в организме используется как источник энергии и как вещество, в котором содержатся жирорастворимые витамины. При сгорании в организме 1 г жира образуется 9, 5 ккал энергии. В комбикормах для рыб используются растительные жиры (подсолнечное масло, фосфатиды, животные жиры, рыбий жир). В жирах содержатся насыщенные и ненасыщенные кислоты, которые необходимы рыбе для процесса нормального обмена веществ.

Особенно важное значение жиры имеют при прохождении молодью карпа зимовки. При этом качество его имеет большое значение. Наиболее важными кислотами являются: пальмитиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, стеариновая, накопление которых перед началом зимовки имеет существенное значение для сохранности молоди карпа и для дальнейшего выращивания ее до товарной массы. Выход истощенного годовика карпа из зимовки в результате недоста-

точного количества жира будет в дальнейшем влиять на прирост массы рыбы и затраты корма в сторону увеличения.

При выращивании разных возрастов рыбы недостаток жира и незаменимых жирных кислот нарушает некоторые функции организма, происходит замедление роста, повышаются затраты корма на прирост массы, наблюдается перерождение печени и почек, отмечается смертность рыбы, поэтому с кормом должен доставляться жир высокого качества. Недостающий жир в кормах пополняется за счет растительного масла, фосфатидов и растительного жира.

Жир в комбикормах способен в процессе хранения их окисляться и становиться токсичным для рыб за счет увеличения перекислого и кислотного чисел. Продукты окисления жира в корме вызывают разрушения витаминов, действуют как канцерогенное вещество. У карпа характерным продуктом является симптом «усыхание спины», мышцы деформируются и разрушаются, происходит изменение в крови и печени.

Потребность в углеводах выращиваемой рыбы.

Углеводы рыба использует неэффективно, из-за особенности пищеварительной системы. Рыба слабо выделяет инсулин, который в углеводном обмене может усиливать синтез гликогена в печени за счет глюкозы крови. При избытке углеводов или несбалансированности питательных веществ и витаминов в кормах наблюдается ожирение печени, которое влияет на рост рыб и затраты корма. У лососевых рыб углеводы усваиваются в среднем на 40 %, у угря и канального сома – на 50 %, у карповых рыб на 70–80 %. Надо полагать, что усвоение углеводов у осетровых где-то на уровне лососевых, угревых в пределах 40–50 %.

Молодь рыб, особенно личинки, слабо переваривает и усваивает углеводы. Это связано с формированием пищеварительной системы, где в этот период недостаточно выделяется пищеварительных ферментов, особенно амилазы. В этот период личинка активно питается естественной пищей, а с возрастом может захватывать и углеводистую пищу.

Максимальное содержание углеводов в стартовых комбикормах для молоди лососевых составляет 20–25 %. Клетчатка лососевыми практически не переваривается.

В стартовый комбикорм для подращивания личинок карповых рыб допускается введение углеводов до 25 %: и чем больше углеводов, тем меньше становится темп роста личинок.

Потребность в минеральных веществах для выращивания рыбы.

Потребность рыбы в минеральных веществах изучена еще недостаточно. Установлено, что рыбы в период жизнедеятельности нуждаются в тех же макро- и микроэлементах, что и сельскохозяйственные животные. При минеральном питании у рыб имеется особенность – она значительную часть неорганических веществ использует из воды через жабры, слизистые покровы ротовой полости и кожу.

Недостаточное или избыточное содержание минеральных веществ в организме рыб может приводить к развитию патологических изменений в органах и тканях, снижению интенсивности роста и развития. Установлено, что недостаточное поступление с кормами минеральных солей вызывает снижение пищевой активности, развивается остеодистрофия, выражающаяся в редукции жаберных крышек, искривление позвоночника, недоразвитие верхних остистых отростков и ребер. Такие изменения костного скелета отмечены при выращивании рыбы в воде с низким содержанием солей фосфора, кобальта, магния, марганца, цинка, это прежде всего относится к выращиванию рыбы в садках и бассейнах на подогретых сбросных водах электростанций.

При выращивании рыбы в прудах баланс макро- и микроэлементов пополняется, кроме воды, за счет фито- и зоопланктона, зообентоса и других кормовых объектов. Во все комбикорма для выращивания карпа в прудах всех возрастов и назначений вводится мел как минеральная подкормка в количестве 1–2 %. Для обогащения комбикормов при выращивании карпа в промышленных хозяйствах институтом Гидробиологии НАН Украины предложено в составе премикса использовать сернокислый магний, марганец, медь, углекислый кобальт, фосфат.

Потребность в витаминах выращиваемой рыбы.

Потребность в витаминах при интенсивном выращивании рыбы в прудах и промышленных рыбных хозяйствах в основном определена в достаточно полной мере.

Недостаток витаминов в кормах при длительном выращивании рыбы в условиях высокой плотности посадки в прудах и особенно в садках и бассейнах вызывает у рыб авитаминоз. Происходит нарушение обменных процессов в организме рыб и нарушается синтез их, задерживается синтез ферментов, нарушается усвоение пищи, в результате чего развиваются заболевания рыб, повышаются затраты кормов на прирост, наблюдается остановка роста. Предупредить начало авитаминоза можно только соответствующими витаминами.

Почти все витамины должны поступать в определенных количествах с пищей и они являются незаменимыми веществами в питании рыб.

Рыбы, которые выращиваются в замкнутых системах (лососевые, осетровые, карповые и др.), при выращивании наиболее чувствительны к недостаткам витаминов, а выращиваемые в прудах – менее чувствительны.

Потребность выращиваемой рыбы в корме и энергии.

Корма и их энергия, как естественная, так и искусственная в питании рыб незаменимы и должны регулярно в определенных количествах поступать в организм рыб для получения нужной продукции. С кормом поступают органические и минеральные вещества, которые находятся в различных соединениях, и это определяет требования к количеству его в период кормления разновозрастных групп и разных видов рыб.

Количественное потребление рыбой корма и энергии зависит от интенсивности обмена питательных веществ у рыб, питательности корма, возраста и биологических особенностей рыб.

Хищные рыбы могут потреблять значительное количество пищи, чем мирные, но большинство рыб заглатывает 2–25 % от собственной массы. Так, щука может заглатывать до 24 %, осетр и стерлядь – 2–7 %, лососевые – до 10 %, карповые – до 20 % от массы тела.

Потребность в пище рыб зависит от возраста и размера ее. С возрастом потребность в пище уменьшается по отношению к своей массе. Потребность в количестве корма во многом также зависит от его питательности, чем корм питательнее и имеется достаточное количество энергии, тем меньше его требуется рыбе. Основными факторами, которые влияют на потребность в корме рыбы и интенсивность обмена, являются физико-химические факторы водной среды. Среди разнообразия факторов одним из самых могущественных является температура воды и содержание растворенного в воде кислорода.

Температура воды – это фактор, от которого зависит потребность рыбы в корме и энергии на протяжении всей своей жизни. Для каждого выращиваемого вида рыб существуют определенные границы температур воды, при которых наиболее интенсивно происходит питание и пищеварительные процессы. От температуры воды зависит количество потребляемой пищи рыбой.

Потребность в кормах теплолюбивых (карповые, сомовые и др.) и холодолюбивых рыб (лососевые, форель и др.) при очень низких или

высоких температурах может падать из-за несвойственной для данного вида температуры воды, нужно прекращать кормление. Но в пределах эффективных температурных границ, когда рыба начинает активно питаться, потребность в корме и энергии возрастает, а затем при достижении критических температур питание или уменьшается, или прекращается. Потребность в корме и энергии зависит и от содержания растворенного в воде кислорода. Минимальным пределом содержания растворенного в воде кислорода для карповых рыб является 4 мг/л, для лососевых, осетровых, сомовых – 5–6 мг/л, а с уменьшением минимального количества растворенного в воде кислорода снижается потребность в корме и энергии, угнетаются обменные процессы организма рыбы.

Установлено, что для выращивания карпа массой от 25 до 500 г требуется за вегетационный период энергии в пределах 2400–4100 Ккал.

Следовательно, для выращивания товарного карпа массой 500 г потребность в энергии составляет 4100 Ккал, 1000 г – 8200 Ккал, а потребность корма на 1 кг прироста массы карпа составит 2,2–2,4 кг/кг.

16.3. Основные элементы системы нормированного кормления рыб.

В основе организации научно-обоснованного кормления разных видов и производственных групп рыб лежит, так называемое, нормированное кормление. Оно базируется на комплексе показателей, которые с одной стороны характеризуют питательную ценность кормов, а с другой – потребности рыбы конкретного вида, возраста, живой массы, прироста, назначения (товарная и племенная рыба) в определенных зоологических условиях содержания и технологии производства продукции рыбоводства в энергии, питательных веществах, минеральных элементах, витаминах. Таким образом в систему нормированного кормления рыб входят следующие элементы: норма, рацион, режим кормления, методы контроля полноценности кормления.

Понятие «норма кормления» – довольно сложное, неоднозначное и изменяется под влиянием различных условий (физиологических, генетических, производственных и др.).

Кормление рыб на практике реализуется через конкретные рационы, в состав которых входят, как правило, комбинированные корма, включающие определенные кормовые средства, определяемые рецептурой. Для обеспечения нормированного кормления, как минимум,

нужно следующее: информация про химический состав и доступность незаменимых факторов питания в составе кормов; нормы кормления, которые обеспечивают получение от рыб продукции с желаемыми качественными и количественными показателями; наличие методики, которая позволяет максимально приблизить фактический состав рациона к требованиям выбранного варианта нормированного кормления.

Основная цель нормированного кормления – обеспечить максимальную продуктивность, стандартное качество продукции, здоровье и высокую воспроизводительность рыб. Кроме этого, нормированное кормление направлено на решение практических проблем, которые возникают на производстве, например изменение уровня и качества показателей продукции в желаемую для человека сторону; поиск оптимальных экономических решений для достижения определенного уровня и качества продукции в соответствии с кормовыми ресурсами.

Норма кормления – количество питательных веществ и энергии, удовлетворяющее потребностям рыбы, которые обусловлены его физиологическим состоянием и хозяйственным использованием. Кормление рыб, отвечающее нормам потребности, называется *нормированным кормлением*. Нормированное кормление должно быть полноценным, сбалансированным и рациональным.

В настоящее время в большинстве стран мира при кормлении ценных видов рыб в индустриальном рыбоводстве перешли на использование полнорационных комбикормов в соответствии с детализированными нормами кормления, когда одновременно нормализуется большое количество показателей согласно с комплексной системой оценки питательности кормовых средств, входящих в состав комбикорма. Таким образом, детализация норм означает необходимость подсчета разных питательных элементов для получения от рыбы качественных половых продуктов, высокой продуктивности при низких затратах энергии, протеина и незаменимых аминокислот, минеральных веществ и витаминов.

В комбикормах для выращивания ценных видов рыб в индустриальном рыбоводстве нормируют общий уровень кормления в валовой, переваримой или обменной энергии, сырой протеин, сырой жир, сырую клетчатку, сырую золу, незаменимые аминокислоты и полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, макро- и микроэлементы.

16.4. Контроль эффективности нормированного кормления рыб.

Последствия недостаточного, несбалансированного кормления проявляются по-разному в зависимости от состава корма, вида, возраста и продуктивности рыб, длительности периода недокорма и других условий. Недостаток в корме питательных веществ обуславливает специфические болезни недостаточности питания (авитаминоз и др.), недостаток в энергии и протеине приводит к задержке в росте, снижает продуктивность и плодовитость рыб, ослабляет их здоровье, создавая условия для инвазии организма возбудителями многих болезней. Недостаточное кормление негативно влияет на экономические показатели отрасли, качество продукции.

Экономический эффект применения корма в значительной степени зависит от правильного расчета суточного рациона. Ежедневная порция корма должна содержать в себе достаточное количество питательных веществ, необходимых для функционального и пластического обмена.

Необходимо помнить, что при расчете суточного рациона для рыб основным и корректирующим показателем является фактический вес рыбы (вычисленный при контрольных взвешиваниях). В промежутках между контрольными взвешиваниями учитывается теоретически рассчитанный вес рыбы с учётом среднесуточного темпа роста и обязательно делается поправка на температуру воды. Температура воды измеряется ежедневно.

Кроме того, необходимо учитывать, что рост рыбы и показатель оплаты корма во многом зависят от качества кормов.

Нормальное обеспечение рыб кормами и питательными веществами можно определить по физиолого-биохимическим процессам, которые под воздействием того или иного корма могут изменяться. Изменения в обменных процессах по причинам недостатка протеина, жира, энергии, минеральных веществ, биологических стимуляторов роста в кормах влияют на низкое массонакопление рыбы, недостаточную скорость роста, повышение затрат корма на прирост массы, но когда идет высокая скорость роста и активное массонакопление с наименьшими затратами корма на прирост, то это признак хорошо сформированного состава комбикорма, кормосмеси, в которых учтены все составные питательных веществ и витаминно-минеральных обогатителей. По содержанию в мышцах рыб отдельных элементов веществ можно судить об эффективности кормления рыб.

Кроме контроля за ростом рыб, в период выращивания осуществляется визуальный контроль за поведением рыбы, её реакцией на внешние раздражители, производится оценка физиологического и эпизоотического состояния. В зависимости от результатов визуального контроля состояния рыбы и ее поведения контроль физиологического состояния осуществляется 1–2 раза в месяц. Критерием оценки физиологического состояния рыбы служат показатель содержания гемоглобина в крови и состояние внутренних органов и жаберного аппарата.

Потребности в питательных веществах корма для выращивания рыбы рассматриваются каждая в отдельности для протеина, аминокислот, жира, углеводов, энергии, минеральных элементов, витаминов, по видам рыб и возрасту их, а также в сочетании с естественной пищей.

Личинки различных видов и возрастов рыб с первых дней жизни питаются питательными веществами желточного мешка, а с переходом на активное питание кормами или мелкими формами зоопланктона требуют другого подхода в их кормлении, так как в этот период в зависимости от возраста формируется ферментная система. При этом компоненты стартовых комбикормов необходимо измельчать до тонины помола не более 0,01–0,02 мм. Крупка комбикорма должна быть 0,1–0,6 мм и связано это с размером ротового отверстия и строением на этот период кишечного тракта личинок. В этот период для развития личинок рыб с кормами должно поставляться большое количество протеина, определенное количество жира, минеральных веществ и витаминов.

С возрастом происходит изменение функции желудочно-кишечного тракта и пища взрослой рыбы, конечно, отличается от пищи молоди, т. е. корма, как естественные, так и искусственные становятся более грубыми по тонине помола компонентов комбикорма и доводятся до 1 мм. Ферментная система развивается и становится более совершенной и приспособленной к грубой пище. Потребность в протеине и других питательных веществах, минеральных веществах и витаминах также изменяется. Кроме учета пищеварительных функций кишечного-желудочного тракта, необходимо вести учет по функционированию и желез внутренней секреции.

Таким образом, при проведении кормления разных видов и возрастов рыб необходимо контролировать многочисленные показатели организма рыбы в возрастном аспекте, а также в аспекте внешней среды. Для получения объективных показателей по потребностям рыб в кормах и питательных веществах необходимо, во-первых, доставлять

извне определенное количество корма, а с ним сухих веществ; во-вторых, определенное количество органических, минеральных веществ и витаминов. С органическими веществами должны поступать в требуемых количествах протеин, жир, аминокислоты, углеводы, энергия, из минеральных веществ – макро- и микроэлементы. При этом особое внимание необходимо уделить содержанию кальция и фосфора.

Следовательно, каждый вид рыбы с возрастом должен быть обеспечен кормами с определенным набором и соотношением питательных веществ, соответствующего и качества, для получения возможно максимальной продуктивности при различных технологиях ведения рыбных хозяйств.

Тема 17. СИСТЕМА НОРМИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ КАРПА

17.1. Особенности пищеварения карпа, возрастные изменения.

17.2. Расчет суточной и разовой дачи корма с учетом гидрохимических показателей и состояния естественной кормовой базы.

17.3. Частота кормления карпа.

17.4. Способы кормления.

17.5. Контроль над поедаемостью кормов.

17.6. Корректировка запланированных норм.

17.7. Кормление карпа комбикормами по периодам роста.

17.1. Особенности пищеварения карпа, возрастные изменения.

По строению и функциям пищеварительного аппарата карп, как и некоторые другие виды рыб, занимает особое положение среди позвоночных. У него отсутствует желудок и связанное с ним пепсиновое пищеварение в соляно-кислой среде.

Строение ротовой полости и отсутствие челюстных зубов исключают возможность существенной переработки пищи во рту. Ее измельчение осуществляется с помощью глоточных зубов, которые способны перетирать твердые частицы до очень мелких размеров при многократно повторяющемся заглатывании и выплевывании.

Из глотки пищевая кашка переходит в короткий пищевод, а затем в кишечник. Из передней части кишечника, способной сильно расширяться, содержимое непрерывно поступает в последующие участки, продвигаясь благодаря перистальтике. Скорость продвижения пищи по кишечнику находится в прямой связи с температурой воды. Поэтому

количество пищи, проходящее через пищеварительный тракт, а следовательно, и интенсивность питания определяются у карпа температурой окружающей среды.

Совместное действие двух механизмов пищеварения – полостного и мембранного – приводит к тому, что, несмотря на отсутствие у карпа желудка и связанного с ним пепсинового пищеварения, переваривание белков, жиров и углеводов и всасывание продуктов их распада идет с высокой скоростью. Из основных питательных веществ наиболее быстро и полно расщепляются и всасываются белковые соединения. В большинстве случаев независимо от количественного содержания именно протеин и составляющие его аминокислоты являются наиболее удобоваримой частью естественной пищи и комбикорма. По многочисленным опытам, переваримость белка колеблется в среднем в диапазоне 70–85 %, а составляющих его аминокислот – 45–90 %.

Углеводистая часть кормов в целом доступна организму карпа значительно хуже, чем белковые вещества (в среднем 35–55 %). Это обусловлено тем, что количество хорошо усвояемых (на 60–80 %) моносахаридов в комбикормах низкое, а переваримость основного полисахарида – крахмала составляет в среднем 30–50 %. При этом карп способен извлекать определенные количества углеводов из труднодоступного комплекса опорных тканей, основу которого составляют клетчатка и лигнин, гемицеллюлозы и пектины растений, хитин насекомых, хондроитинсерная кислота скелета животных, а также некоторые другие вещества. Их переваримость находится в диапазоне 10–35 %. Худшая доступность углеводистой части кормов определяет низкую переваримость кормов в целом. Особенно это относится к комбикормам рецептов К-110 и К-111.

Низкой доступностью, как правило, обладают и основные макроэлементы – кальций, натрий, калий, исключение составляет фосфор. Нередко наблюдается экскреция через пищеварительный тракт ряда минеральных веществ, поступающих в организм рыб осмотическим путем из воды и входящих в состав их тела.

17.2. Расчет суточной и разовой дачи корма с учетом гидрохимических показателей и состояния естественной кормовой базы.

Сезонные изменения состояния естественной кормовой базы.
В условиях современных высокоинтенсивных прудовых хозяйств кормление рыб организовывается таким образом, чтобы в их рационах присутствовала естественная пища.

Обеспечение молоди годовиков карпа, имеющих свободный доступ к комбикорму, животными организмами повышает их аппетит, активизирует переваривание и усвоение комбикорма, снижая затраты корма. В результате увеличивается рост рыб и накопление в их теле запасов белка и энергии. Поэтому успешное кормление карпа искусственными кормами возможно при условии, что они обязательно будут дополняться животными организмами естественной кормовой базы прудов.

Запасы естественной пищи в прудах претерпевают большие сезонные изменения в процессе выращивания рыб и имеют ряд особенностей в зависимости от категории прудов.

В прудах, заливаемых весной, с момента их заполнения создаются благоприятные условия для развития естественной кормовой базы. Начинается интенсивное развитие зеленых водорослей, появляются первые генерации зоопланктона (в основном *Moina*). Ближе к поверхности грунта перемещаются перезимовавшие личинки насекомых и черви. Особенно быстрое развитие естественной кормовой базы наблюдается при достижении температуры воды 14–15 °С и дальнейшем ее повышении. Обычно это происходит во второй половине мая–начале июня. При низких температурах этот процесс замедляется и время развития отдельных генераций может составлять несколько недель.

Запасы естественной пищи в этих прудах достигают максимальной биомассы в июне. В июле активно питающиеся при повышенных температурах рыбы интенсивно выедают естественную кормовую базу. В это же время периодически происходит вылет личинок хирономид. В августе запасы естественной пищи достигают минимума и количество животных организмов в питании карпов снижается до десятых и сотых долей процента. Основным естественным компонентом рациона становится значительно менее питательный детрит. В сентябре при снижении температуры и понижении поисковой активности рыб, запасы животной пищи начинают несколько возрастать и их роль в питании усиливается.

В выростных прудах, которые заливаются поздней весной или в начале лета, ход развития естественной кормовой базы в общих чертах однотипен с вышеописанным, но в связи с более высокой температурой все процессы ускоряются. Пик развития животных приходится на 10–15-й день после заполнения прудов водой. Запасы естественной пищи резко сокращаются к концу июля, а в середине августа, если не

ведется систематическое удобрение прудов, может возникнуть ее резкий дефицит, сопровождаемый торможением роста рыб.

Для обеспечения в этих условиях интенсивного роста карпа широко применяются концентрированные комбикорма. Путем подбора рецептур по их питательным свойствам и регуляции количества задаваемого комбикорма удастся достичь высокой рыбопродуктивности при хороших экономических результатах.

В качестве основы для подбора рецептур комбикормов, их нормирования и способов скармливания разновозрастным группам карпов на протяжении вегетационного периода могут служить сведения об интенсивности питания рыб, а также о соотношении в их рационах естественной пищи и комбикорма.

Интенсивность питания карпа. У сеголетков в начальный период кормления наивысшее количество потребляемой пищи отмечается при температуре воды 22–26 °С и массе рыб 1–5 г. В этих случаях суточный рацион, представленный естественной пищей и комбикормом, обычно составляет 10–12 %. По мере роста рыб рационы постепенно снижаются. В июне-первой половине июля они составляют 8–6 %, во второй половине июля: 4–2, августе–сентябре: 3–1 %.

У двухлетков тенденция динамики несколько иная. В весенний период после зимовки рационы составляют 1–3 % от массы рыб, далее в первой половине лета (конец июня-июль) они вырастают до максимума – 6–8 % и затем снижаются во второй половине августа до 4–2 %, в сентябре до 2–1 %.

Сезонная динамика соотношения комбикорма и естественной пищи в рационах имеет устойчивый характер в различных условиях питания и кормления рыб. У сеголетков в начале кормления (от одной–трех декад) доля естественной пищи составляет 80–60 %, комбикорма – колеблется от 20 до 40 %. В последующие четыре–пять декад (вторая половина июля и август) при выедании естественной пищи количество комбикорма возрастает до 60–80 %, а в осенний период вновь снижается до 50–60 %.

Изменения происходят и в составе естественной пищи. Если вначале преобладают животные организмы, то со второй половины июля заметное место в рационах начинает занимать детрит и только в сентябре вновь появляется в небольших количествах зоопланктон и бентос.

У двухлетков в начальный период кормления (обычно в мае–начале июня) удельный вес комбикорма в рационах может достигать 50 %, во

второй половине июня–августе – 70–90 %, в осенний период – 60–70 %. Начиная со второй половины июля в составе естественной пищи прочно преобладает детрит.

Как видно, по мере роста сеголетков и двухлетков и увеличения их массы к концу вегетационного периода относительное количество потребляемой ими пищи снижается. Это обусловлено более интенсивным обменом веществ у молодых организмов, сопровождающимся повышенной скоростью роста, которая требует относительно большей обеспеченности организма питательными веществами.

Одновременно на растущую в прудах молодь оказывает воздействие и ряд других факторов, способных изменять интенсивность обменных процессов в организме. К ним прежде всего относится температура воды, повышение или понижение которой вызывает усиление или торможение обмена веществ, аппетита и роста рыб.

Следует отметить, что повышение температуры вызывает увеличение интенсивности питания рыб до определенного предела, свыше которого наступает угнетение. У молоди карпов в прудах количество поедаемой пищи обычно возрастает до 27–28 %, у старших возрастов – до 26–27 %. Последнее в основном связано с понижением насыщения воды прудов кислородом при возрастающей потребности в кислороде рыб.

Известно, что кислород необходим организму для осуществления обмена веществ, утилизации поступающей пищи и обеспечения процессов роста.

Пища эффективно используется в организме рыб, если ее поступление в организм не превышает 5 % от его массы. Далее энергия и пластический материал используются только на переработку поступающих избытков пищи. Оказывая влияние на интенсивность питания рыб, кислородный режим определяет суточный ритм их питания. По нашим данным, согласующимся со сведениями других авторов и наблюдениями рыбоводов-практиков, в период применения комбикормов количество потребляемой карпами пищи имеет прямую связь с динамикой содержания кислорода в воде.

Максимальная активность питания карпа наблюдается обычно в 13–16 ч, т. е. в период максимального повышения концентрации кислорода в воде в результате фотосинтетической деятельности фитопланктона; минимальная – с 21 до 8 ч утра, когда кислород интенсивно расходуется микроорганизмами на разложение органических осадков и на дыхание всех гидробионтов.

В условиях прудового рыбоводства при существующем дефиците воды и отсутствии в водоемах проточности кислородный режим во многом определяется рациональностью применяемой технологии кормления. Дефицит кислорода в середине лета обычно возникает при внесении в пруд более 100–120 кг комбикорма на 1 га площади из-за накопления несъеденных его остатков, экскрементов рыб, отмершего фито- и зоопланктона и угнетения процессов самоочищения водоемов в результате накопления избытка органики.

Обычное в рыбоводной практике стремление стимулировать рост рыб увеличением норм кормления приводит к обратным результатам: недостаток кислорода угнетает обменные процессы и приводит к потере аппетита, активность питания рыб падает еще более, их физиологическое состояние ухудшается, а продуктивное действие комбикормов резко снижается.

Внесение избыточного количества комбикорма в пруды не приводит к адекватному увеличению его потребления, а недостаточного – несколько ограничивает. Увеличение кратности раздачи способствует лучшему поеданию комбикорма, но только в вариантах минимальных и оптимальных норм в первой половине выращивания.

Установлено, что увеличение потребления комбикорма при повышении норм кормления стимулирует рост рыб только в определенных пределах. Выше них скорость роста либо не изменяется, либо наблюдается ее уменьшение. Если учесть, что определенная часть комбикорма при современном способе гранулирования неизбежно рассеивается в воде пруда и теряется в процессе самого акта питания рыб, то в начальный период кормления сеголетков (июнь–июль) верхняя граница норм комбикорма не должна превышать 12–10 % от массы рыб, в основной период (июль–август) – 7–5, в осенний – 3–1 %.

Для двухлетков наилучший продуктивный эффект в апреле–мае при подъеме температуры от 10 до 20 °С оказывают нормы в пределах 1–4 %, в июне–июле при температуре 20–26 °С – 4–7 %, в августе при температуре 18–22 °С – 3–5 %, 14–16 °С – 2,0–2,5 %, в сентябре и октябре 2–1 % от массы рыб.

17.3. Частота кормления карпа.

Частота кормления определяется величиной суточной нормы, насыщающей порцией комбикорма и временем восстановления аппетита.

Суточный и сезонный ритмы питания. Несмотря на то что карп относится к рыбам с непрерывным характером питания и способен

питаться круглые сутки, в прудах, особенно при интенсивном кормлении комбикормами, его пищевая активность периодически изменяется в течение суток. Эта регулярная смена аппетита, отражающая изменения пищевых потребностей карпа, обусловлена в основном циклически повторяющимися изменениями климатических условий, а также кислородного и температурного режима воды при чередовании дня и ночи.

Причем, если при наличии пищи минимум и максимум питания с некоторым запаздыванием следует за наименьшей и наибольшей концентрацией кислорода в воде, то абсолютное количество съедаемой пищи определяется температурой.

Другим важнейшим по значению условием является наличие пищи и ее доступность для рыб. В высокоинтенсивных хозяйствах оно обеспечивается внесением комбикормов и естественной кормовой базой прудов, уровень развития которой в свою очередь определяется совокупным действием мелиоративных мероприятий, удобрением, вселением кормовых организмов.

У сеголетков в начальный период выращивания, когда кислородный режим прудов обычно бывает нормальным, а естественная кормовая база хорошо развита и комбикорма вносятся в небольших количествах, суточный ритм питания относительно равномерен.

По мере выедания подросшей рыбой естественной пищи и повышения доли комбикорма в рационах ритм питания начинает в определенной степени зависеть от времени поступления комбикорма и частоты его раздачи.

Свое влияние начинает оказывать и кислородный режим, колебания которого определяются фотосинтетической деятельностью фитопланктона и накапливающейся органикой.

Как правило, максимальная наполненность кишечника рыб наблюдается через 3–4 ч после первого кормления, далее происходит небольшой спад и при вторичном внесении отмечается новый подъем, но уже меньший по величине. Ночью и к утру наполненность кишечника резко уменьшается. В дневные часы в питании преобладает комбикорм, в ночные и утренние – естественная пища.

При значительном увеличении массы рыб и возрастании количества вносимого в пруды комбикорма (следовательно, и его доли в рационе), что обычно наблюдается в последней декаде июля и в августе, ритмика питания рыб становится еще более зависимой от кислородного режима. Концентрация кислорода изменяется в большом диапазоне - от перена-

сыщения в дневные до дефицита в утренние часы. Это и определяет аппетит рыб в различное время суток. В кишечниках преобладает комбикорм, на долю естественных компонентов приходится незначительная часть.

От частоты раздачи комбикорма зависят абсолютные значения максимума и минимума насыщенности. При одноразовом кормлении они более резко выражены и большие по величине. При трехразовом - наблюдается сглаживание пиков, они снижаются на 30–40 %. Таким образом, организм карпа приспосабливается к изменяющимся условиям питания. В результате этого величина суточных рационов остается стабильной, т. е. карпы поедают столько пищи, сколько необходимо им для удовлетворения энергетических потребностей.

Следует обратить внимание, что при внесении одной и той же порции корма за один раз активное поедание его продолжается в течение 2–4 ч, два раза – 6–8 ч, три раза – 10–16 ч. По истечении этого времени доступность несъеденной части комбикорма ухудшается, что происходит из-за его рассеивания по пруду благодаря малой прочности гранул, распыления в процессе питания рыб, ветрового перемешивания и заиливания.

В осенний период (сентябрь–октябрь) при снижении температуры, уменьшении количества вносимого комбикорма насыщение воды кислородом повышается и его суточные колебания становятся менее выраженными, соответственно ритм питания рыб становится относительно равномерным. Кишечник почти полностью заполнен комбикормом.

У двухлетков суточная ритмика питания аналогична; но несколько сдвинута во времени. Период относительной равномерности питания обычно приходится на апрель – конец июня; период сильной зависимости от кислородного режима, частоты и количества вносимого комбикорма охватывает июль – август, в сентябре–октябре эта зависимость резко ослабевает.

Насыщение и восстановление аппетита. Приведенные выше сведения об ограничении доступности комбикорма для рыб 4–8 ч соответственно при одно- и двухразовом кормлении ставят перед рыбоводом-практиком ряд следующих вопросов: 1) какое количество комбикорма могут съесть карпы при одно- и многократном кормлении; 2) в течение какого времени они насыщаются; 3) когда вновь появляется аппетит; 4) как влияет на эти процессы изменение температуры? Знать ответы на эти вопросы необходимо при определении величины разовой порции комбикорма, промежутка между кормлениями и опти-

мального числа кормлений в сутки. Это позволяет избежать перерасхода комбикормов и добиться их рационального использования рыбами.

За период насыщения условно принято время, в течение которого интенсивность питания рыб снижается в два раза. Между временем насыщения и температурой воды существует обратная связь, а насыщающей порцией – прямая.

В диапазоне температур 15–25 °С восстановление аппетита происходит в основном за 2, реже за 3 ч. Данные, полученные в опытах с учетом неизбежных потерь комбикормов в воде при современных способах изготовления, дали основание рекомендовать для практики величины разовых доз и кратности кормления карпа в зависимости от температуры. В зависимости от температуры рекомендуются следующие дозы разовых порций и минимальная кратность раздачи комбикорма (табл. 2). Одноразовое кормление при температуре воды выше 20 °С не допускается. В основной период кормления (июль – август) вне зависимости от температуры комбикорм следует раздавать не менее 2 раз в день.

Таблица 2. Дозы разовых порций и минимальная кратность раздачи комбикорма

| Температура воды, °С | 13–15 | 18–21 | 23–25 |
|---------------------------------|---------|-------|---------|
| Сеголетки: | | | |
| разовая порция, % от массы | 2–2,4 | 3–3,4 | 3,6–4,2 |
| min кратность внесения, раз/сут | 1 | 1–2 | 2–4 |
| Двухлетки: | | | |
| разовая порция, % от массы | 1,2–2,4 | 2–2,4 | 2–2,4 |
| min кратность внесения, раз/сут | 1 | 1–2 | 2–3 |

Первую порцию, равную половине количества, внесенного в пруд накануне, задают утром в 7–9 ч, вторую и последующие – после 13 ч, когда измерена температура, проверена поедаемость и произведены расчеты. При многократном внесении комбикорма очередное кормление надо проводить не ранее чем через 3–4 ч, подождав, пока рыба подберет остатки первой порции корма.

В случае внесения за один раз порции комбикорма в количестве, составляющем более 3–4 % от массы рыб, резко возрастают потери комбикорма от рассеивания по пруду и вымывания питательных веществ. В результате этого корма теряют свои питательные свойства и превращаются в трудно минерализуемые удобрения, требующие для своего разложения большого количества кислорода в течение длительного времени. Если каждая порция комбикорма при трехкратном

кормлении поедается быстрее чем за 2 ч, это может служить признаком недостаточного обеспечения рыб комбикормом. Причина может быть скрыта в неправильном определении количества питающихся рыб (например, его занижении при зарыблении неподрошенными личинками) или слабом развитии естественной кормовой базы.

В первом случае следует провести корректировку числа питающихся рыб и увеличить норму кормления на 10–20 % при постоянном контроле за полнотой и временем поедания комбикорма; во втором – определить остаточную биомассу естественной кормовой базы, принять меры для усиления ее развития.

При смешанной посадке двухлетков и трехлетков или разноразмерной посадке одной возрастной группы раздачу корма следует проводить дробными порциями с часовым промежутком, чтобы мелкие рыбы могли подойти к корму после того, как насытятся крупные.

17.4. Способы кормления.

В мировой практике применяют различные устройства для кормления, которые можно условно разделить на:

1. Устройства комплексного назначения, т. е. для приготовления и раздачи корма, внесения удобрений и т. д.;
2. Устройства для дозирования кормов;
3. Кормушки пассивного типа на дне пруда;
4. Кормушки активного типа, работающие на основе побуждающего действия рыб.

Например, к виду кормушек пассивного типа на дне пруда можно отнести деревянный столик-кормушку. Его обычно используют в сильно заиленных и заторфованных прудах. Представляет собой обычную площадку размером 100×100 см с бортиками высотой 10–15 см. В центре столика просверливается отверстие для установки его на деревянной стойке в пруду. Обычно для установки такого столика, прежде всего забивают в грунт стойку, затем крепят к ней столик с помощью фиксирующего хомута или деревянного клина. Глубина его установки определяется возрастом рыбы. Расстояние между столиками должно быть не менее 10–15 м.

Для карпа наиболее перспективны кормушки активного типа. К ним, в частности относятся кормушки маятникового типа.

Использование самокормушек.

Получение максимального и экономически выгодного прироста рыбной продукции в прудовых условиях возможно при использовании

маятниковых самокормушек, обеспечивающих раздачу корма в соответствии с избранным самой рыбой режимом. Эффект от применения самокормушек, многократно подтвержденный при выращивании рыбы в прудах, обычно проявляется в увеличении рыбопродуктивности, сокращении потерь и затрат корма.

По принципу расположения различают плавающие и стационарные самокормушки. Первые обычно имеют емкость 1000–1500 кг («Рефлекс-Т-1000» или 1500) и используются при выращивании товарной рыбы в больших нагульных прудах. Второй тип кормушек, так называемого берегового базирования, удобен для кормления разновозрастной рыбы в небольших прудах площадью до 10–20 га. Как правило, их емкость колеблется в пределах 50–200 кг («Рефлекс-50», «Рефлекс-МТ-200»).

Установка самокормушек производится с учетом конфигурации, рельефа пруда, а также конкретных особенностей выращивания рыбы в нем и данном хозяйстве. Кормушки размещают равномерно по площади пруда или вдоль его береговой линии по периметру. Во всех случаях необходимо отдавать предпочтение местам скопления питающейся рыбы, выявленным путем рыбоводных наблюдений. Часто такими местами являются хорошо прогреваемые склоны дамб, границы отелей и заросших участков пруда.

Глубина установки кормушек может колебаться от 1–1,5 до 2–2,5 м. При этом важно следить, чтобы расстояние от кормового столика до поверхности воды составляло не менее 40–50 см во избежание попадания на него воды при кормлении рыбы и ветровом волнении.

Погружение маятников на глубину, как правило, не имеет жестких ограничений. Однако нужно следить, чтобы они не касались дна пруда, растений и других предметов. Желательной длиной маятника в зависимости от места установки кормушки можно считать 1,5–2 м, а расстояние до дна – 10–15 см. В случае очень плотных посадок рыб расстояние от маятника до дна пруда не имеет значения.

Нужное количество самокормушек определяют из расчета 1–1,2 т рыбы на один маятник. Это составляет примерно 25–30 тыс. сеголетков, 2,5–6 тыс. двухлетков (в зависимости от массы) и до 1 тыс. трехлетков.

Исходя из этого плавающие кормушки типа «Рефлекс-1500» устанавливают из расчета 1 шт. на 5–10 га. Они обслуживают до 25–50 тыс. двухлетков или от 5 до 20 тыс. трехлетков карпа. Количество стационарных кормушек определяют из расчета 1 шт. на 1–2 га пруда.

Нагрузку рыбы на одну кормушку желательно уточнять в соответствии с конкретными условиями выращивания и предполагаемой продукции. Главный критерий оптимальной нагрузки – быстрый рост карпов и небольшие различия в их индивидуальной массе.

Плавающие кормушки при помощи двух якорей или какого-либо другого груза устанавливаются в определенных местах пруда. Для загрузки кормом их обычно буксируют к береговому складу или эстакаде. Стационарные кормушки размещают в прибрежной части пруда на специально сделанных рамах, и их загрузка может производиться с берега вручную или при помощи пневмокормораздатчика. Корма можно также подвозить на лодке.

Регулировка самокормушек осуществляется посредством изменения зазора между кормовыми столиками и щелью бункера с таким расчетом, чтобы при одном движении маятника в воду попадало 2–3 (до 5–6) гранулы. Движение маятника должно быть достаточно упругим.

Профилактическое обслуживание включает осмотр и очистку щели бункера, удаление из нее слипшихся комков корма (это удобно делать при очередной загрузке кормушек), а также ежедневную очистку кормового столика, удаление налипшего на него корма, проверку свободного хода маятников, при необходимости их регулировку, а также проверку плотности прилегания крышки кормушки.

К трудностям, встречающимся при эксплуатации кормушек, можно отнести чрезмерно быстрое высыпание корма при активном питании рыбы во второй половине лета, просыпание и поедание комбикормов птицей (утки, гуси, чайки, вороны).

В качестве мер, смягчающих последствия нападения птиц, можно предпринять дополнительную регулировку маятников в сторону увеличения усилия, вызывающего падение гранул. Для предотвращения избыточного потребления карпами комбикормов осенью его количество, загружаемое в кормушки, следует нормировать по вышеприведенным таблицам.

Процесс приучения рыб к питанию из самокормушек для каждого пруда в зависимости от конкретных условий сможет протекать по-разному. Обычно активное потребление комбикормов совпадает с весенним повышением температуры воды. Поэтому в целях приучения рыб к местам базирования кормушек раздавать комбикорма следует вначале непосредственно под маятниками. Признаком активной реак-

ции рыб на самокормушки является образование внутри них «воронок высыпания».

Приучение двухлетков и трехлетков длится, как правило, от 1–2 дней до 1–2 недель, а для сеголетков может быть затянута до 1–1,5 мес. Поэтому для молоди карпа в этот период желательно дополнительное внесение комбикорма на кормовые места. По мере роста и привыкания сеголетков к самокормушкам через них следует проводить постепенно все комбикорма.

Обязательное выполнение перечисленных приемов эксплуатации маятниковых кормушек поможет в полной мере реализовать преимущества самокормления. Однако следует помнить, что сам перечень приемов может быть существенно расширен и дополнен в процессе эксплуатации кормушек в рыбоводных хозяйствах.

Регистрировать количество съеденного из кормушек комбикорма следует в журнале наблюдений.

Сопоставление поедаемости кормов из отдельных кормушек позволит более рационально разместить их на площади пруда, определить места предпочитаемого обитания рыбы и, тем самым, обеспечить наибольшую эффективность кормления.

Кормление карпа при выращивании в садках.

В индустриальном рыбоводстве пищевые потребности рыб полностью удовлетворяются за счет искусственного кормления, в результате эффективность выращивания во многом определяется наличием биологически полноценных и экономически выгодных комбикормов.

Наиболее сложным в технологическом процессе выращивания карпа является кормление личинок. Их кормят живыми и неживыми кормами. Немецкие исследователи считают, что выращивание карпа до массы 50 мг нужно вести на живых кормах. Получить живой корм, культивируемый в специальных установках или вылавливаемый в водоемах, трудно, и это не дает должного эффекта при крупномасштабном производстве молоди.

Советскими и зарубежными исследователями определена потребность карпа разных возрастных групп в основных питательных веществах. Разработаны и стартовые корма для личинок карпа.

Суточная норма кормления определяется массой рыб и температурой воды и колеблется от 100 % для личинок массой 12–50 мг, до 2,5–2,8 % для рыбы массой 500–550 г. Эффективность кормления повышается при использовании кормораздатчиков, которые могут работать в режиме непрерывной выдачи корма мелкими порциями. Кор-

мить личинок стартовым кормом следует с самого начала их питания, даже при подкормке живыми кормами.

В прудовых хозяйствах, имеющих цех подращивания, личинок и мальков выращивают на стартовых кормах до массы 20–25 мг, а затем выпускают в выростные пруды. Срок подращивания длится 10–15 сут. при температуре воды 20–34 °С.

Для выращивания сеголетков и двухлетков карпа разработаны рецепты гранулированных комбикормов.

Комбикорм 12–80 предназначен для мальков и сеголетков карпа массой от 1 до 40 г, 16–80 — для карпа массой более 40 г, 16–82 — для карпа массой от 150 г до товарной, 111-9 — для \$ сеголетков и товарного карпа в тепловодных хозяйствах.

Молодь карпа следует кормить через каждый час. После достижения массы 10 г количество кормлений может быть сокращено до 10 раз в сутки. При снижении температуры воды до 20–24 °С число кормлений уменьшают до 6 раз, при 14–20 °С – до 4 раз и при 8–14 °С до 2–3 раз в сутки. Зимой, при температуре воды выше 6 °С, рыбу также следует кормить, однако суточный рацион должен быть небольшим — от 0,5 до 2 % массы тела.

Нормирование комбикорма.

При нормировании комбикорма наиболее эффективной является разработанная М. А. Щербиной и А. Ю. Киселевым (1985 г.) физиологически обоснованная система, построенная на зависимости суточных рационов карпа от их массы, температуры и сезонных изменений естественной кормовой базы прудов. При расчетах норм учтены неизбежные потери комбикорма, обусловленные его механическим рассеиванием и экстракцией при погружении в воду, а также распылением в процессе питания карпа. Кроме того, она предусматривает корректирование норм в зависимости от газового режима прудов, качества и агрегатного состояния комбикорма, уровня развития кормовой базы прудов.

При выращивании карпа совместно с растительноядными рыбами комбикорм рассчитывают только на карпа. Продукция растительноядных рыб в количестве 7–16 ц/га обеспечивается при регулярном удобрении прудов за счет естественной кормовой базы и детрита, образующегося из отмершего фито- и зоопланктона, распыленного комбикорма и экскрементов рыб, а также водной растительности.

Внесение дополнительных количеств комбикормов на растительноядных рыб нецелесообразно, так как помимо увеличения затрат

комбикормов на единицу прироста карпа это снижает их мелиоративный эффект и вызывает ухудшение гидрохимического режима прудов, приводит к торможению роста карпов.

Правильное нормирование должно обеспечивать удовлетворение потребностей карпов в пище, их нормативный рост при экономном расходовании комбикорма, а также способствовать поддержанию нормальных гидрохимических условий в прудах.

При расчетах норм прежде всего необходимо определить общую массу питающихся рыб. Для этого по результатам контрольного облова устанавливают среднюю массу рыб перед началом кормления (табл. 3). Ее изменения на последующую декаду планируют ориентировочно одним из следующих способов:

- 1) по средним величинам фактического суточного прироста рыб в данном пруду за 4–5 последних лет;
- 2) по данным табл. 3;
- 3) по тактическому рыбоводному плану ВНИИПРХ.

Таблица 3. **Примерный среднесуточный прирост и масса сеголетков и двухлетков карпа при выращивании в условиях уплотненных посадок и кормления**

| Месяцы | Декады | Сеголетки | | Двухлетки | |
|----------------|--------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| | | прирост, г | масса в начале декады, г | прирост, г | масса в начале декады, г |
| Май | III | – | – | 1 | 25 |
| Июнь | I | – | – | 3 | 35 |
| | II | – | – | 3 | 65 |
| | III | 0,1 | – | 3 | 95 |
| Июль | I | 0,2 | 1 | 4 | 125 |
| | II | 0,3 | 3 | 5 | 165 |
| | III | 0,4 | 6 | 6 | 205 |
| Август | I | 0,5 | 10 | 5 | 265 |
| | II | 0,5 | 15 | 5 | 315 |
| | III | 0,4 | 20 | 3 | 365 |
| Сентябрь | I | 0,1 | 24 | 1 | 395 |
| Всего за сезон | | – | 25 | – | 400 |

После контрольного облова массу рыб корректируют и вновь планируют на следующую декаду. Число питающихся рыб определяют, исходя из количества рыб, посаженных в пруд, за вычетом нормативного и учтенного отхода к началу каждой декады кормления.

Температура воды. Повышение температуры воды в прудах до 26 °С вызывает у карпа повышение интенсивности обменных процессов, увеличение аппетита и темпа роста. Дальнейшее повышение температуры, особенно свыше 28–30 °С вызывает угнетение физиологического состояния и аппетита у рыб, что обусловлено в основном ухудшением гидрохимического режима прудов.

Представление о среднесуточной температуре воды дают результаты ее измерений в 12–13 часов у водоспуска на глубине 0,5–0,8 м, которые заносят в журнал. Эти показатели служат основой для расчета норм кормления

Кислородный режим. Для осуществления правильного нормирования и установления режима кормления необходимы систематические наблюдения за концентрацией кислорода в воде. Измерения целесообразно проводить в утренние часы на кормовых местах.

В основной период кормления (июль-август), который характеризуется устойчиво высокими температурами и накоплением значительных количеств органики, первую раздачу комбикорма следует проводить не ранее чем через 2–3 ч после восхода солнца (при содержании кислорода не ниже 2 мг/л). В случае устойчивого снижения концентрации кислорода в воде в утренние часы менее 2 мг/л первое кормление рекомендуется проводить в 10–11 ч. При напряженном кислородном режиме и опасности заморозов не следует вносить комбикорм в пруды перед заходом солнца.

Состояние кормовой базы прудов. Степень обеспеченности рыб естественной пищей учитывается в продолжении трех периодов кормления. В соответствии с естественной динамикой развития и выедания рыбами кормовой базы прудов период подкормки рыб комбикормами делится на неравные промежутки (начальный, основной, осенний). Каждый из этих промежутков различается длительностью и качественными особенностями состава компонентов естественной пищи.

Начальный период кормления двухлетков продолжается обычно три-четыре декады. Он характеризуется наиболее высоким содержанием в рационах рыб животной пищи (зоопланктона или зообентоса), которая в основном и обеспечивает интенсивный рост рыб.

В основной период (конец июня - август) в питании рыб до 80–90 % и более занимает комбикорм. Остальное приходится на детрит, растительные остатки и животные организмы. В этот наиболее благоприятный по температуре период у карпа идет быстрое накопление

массы и основное влияние на его рост оказывает питательность комбикорма и технология его применения.

Осенний заключительный период (три-пять декад сентября – октября) характеризуется активным потреблением рыбами комбикорма и естественной пищи, в которой преобладает малопитательный детрит. В это время на фоне снижения и резких суточных колебаний температуры воды у рыб происходят существенные изменения в обмене веществ. Они выражаются в сокращении синтеза белка, усиленном накоплении жира, уменьшении в организме влаги и замедлении прироста массы.

Расчет затрат корма за декаду и сезон.

Планируемое количество комбикорма, которое предполагается вносить в определенный пруд ежедневно, рассчитывают с начала и до конца декады и заносят в журнал. В основу берут данные о средней массе рыб (по результатам контрольных обловов), прибавляя к ней ожидаемый среднесуточный прирост на каждый день очередной декады (по табл. 2 или рыбоводному планшету); ожидаемую среднедекадную температуру рассчитывают по средним данным для хозяйства или зоны.

Расчет ведут по формуле:

$$K = \frac{M \times n \times H}{100} ,$$

где K – количество комбикорма, которое нужно внести в пруд, кг;

M – средняя масса рыб, г;

n – число питающихся рыб (число посаженных в пруды за вычетом нормативного или учетного отхода на декаду кормления), тыс. шт.;

H – норма кормления, которую находят по табл. 4 для данной массы при определенной температуре воды, % от массы рыб.

Таблица 4. Суточная норма кормления карпа продукционными комбикормами, % к массе карпа

| Масса рыбы, г | Температура воды, °С | | | |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|
| | 10–15 | 15–20 | 20–25 | 25–30 |
| 1–5 | 8 | 12 | 15 | 18 |
| 5–20 | 6 | 8 | 10 | 13 |
| 20–50 | 4,5 | 5,5 | 7 | 8,5 |
| 50–100 | 3,3 | 4,5 | 6,2 | 7,5 |
| 100–200 | 2,3 | 3,7 | 5,0 | 6,3 |
| 200–500 | 1,8 | 2,7 | 3,5 | 4,5 |
| 500–1000 | 1,5 | 1,9 | 2,2 | 2,4 |
| Более 1000 | 1,2 | 1,7 | 2,0 | 2,2 |

Примечание. В зависимости от состояния рыбы, ее активности и условий выращивания суточная норма может изменяться в пределах $\pm 15\%$ от значения, указанного в таблице.

17.5. Контроль над поедаемостью комбикормов.

Проверка поедаемости комбикормов является обязательным элементом технологии кормления карпов в прудах. Быстрота и невысокая трудоемкость определения делает ее удобным показателем для оперативной оценки рыбоводной ситуации. Поедаемость комбикормов можно контролировать двумя основными способами: 1) визуальная проверка остатков корма на местах кормления; 2) учет количества кормов, оставшихся в самокормушках.

Проверка наличия остатков корма непосредственно на кормовых местах проводится при помощи сетчатого черпака или какого-либо иного приспособления. Обычно это делается через определенное время после раздачи комбикорма на специально отмеченных кормовых точках (как правило на одной из пяти–семи). Проверка на следующий день перед кормлением необъективна, так как за сутки основная часть несъеденного корма рассеивается по пруду, особенно в ветреную погоду.

При двухразовом кормлении гранулированными комбикормами водостойкостью 15 мин, кучной их раздаче и разовой порции 2–2,5 % от массы рыб, нормальном кислородном режиме в условиях слабого развития естественной кормовой базы поедаемость надо проверять при температуре воды 23–25 °С и выше через 60–30 мин после окончания кормления, при 22–20°С – через 1,5 ч, до 20 °С через 2–3 ч. После одноразового кормления при температуре воды 18–19 °С проверку следует проводить через 4–5 ч, при 20–21 °С через 3–3,5 ч.

Обычно по истечении этого времени все группы рыб хорошо наедаются. Несъеденные остатки быстро рассеиваются по пруду, пе-

ремешиваются с илом, оседают на дно и теряются для рыб. Поэтому, если при этих условиях корм остается несъеденным, разовую дозу следует уменьшить, одновременно контролируя содержание кислорода в воде.

При раздаче комбикормов дорожкой, особенно нерегулируемой, проверка затруднена из-за очень быстрого их рассеивания и смешивания с илом, особенно в случае использования гранул с большим содержанием крошки или рассыпного комбикорма. Нередко это не позволяет вовремя (до контрольного облова) обнаружить погрешность в нормировании или уловить момент потери аппетита у рыб и установить его причину.

Определенное влияние на скорость поедания оказывает обеспеченность естественной пищей.

Так, в начальный период (для сеголетков конец июня, для двухлетков – апрель – май), когда в питании рыб преобладает животная пища, проверку следует осуществлять не ранее чем через 3 ч. В основной период кормления (для сеголетков июль – август, для двухлетков июнь – август), когда естественной пищи почти нет, сроки между раздачей и проверкой поедаемости сокращаются в зависимости от температуры воды до 1,0–1,5 ч. В осенний период по мере снижения температуры воды, интенсивности питания и роста рыб при обычном для этого периода одноразовом кормлении поедаемость вносимых кормов должна составлять около 3 ч.

Отклонение сроков поедаемости кормов от указанных значений служит признаком изменения рыбоводной ситуации, сигнализирующим о необходимости коррекции кормления. Причина замедления поедаемости может заключаться в ухудшении кислородного или гидрoхимического режима, заболевании рыб или быть связана с неправильным нормированием комбикорма из-за недостаточно точного определения средней массы и числа питающихся рыб либо несовершенной методикой расчета норм кормления.

В любом случае количество вносимого в пруды комбикорма необходимо увеличивать или уменьшать примерно на 10–20 % до тех пор, пока время поедаемости не приблизится к оптимальной величине. Кроме того, необходимо установить причину замеченных отклонений и устранить ее.

Второй способ контроля за поедаемостью комбикорма из самокормушек типа «Рефлекс» позволяет достаточно точно оценить количество корма, потребленного рыбами. Для этого целесообразно сделать разметку бункера кормушки на внутренней стенке и в дни кон-

трольных проверок учитывать количество оставшегося корма, отмечая в журнале наблюдений. Кормушки следует нумеровать и вести учет их загрузки и остатков.

17.6. Корректировка запланированных норм.

Уточнение распланированных на декаду норм кормления ведут ежедневно в соответствии с фактической температурой воды, концентрацией кислорода, поедаемостью комбикормов и качеством изготовления.

Табличные нормы рассчитаны на стандартный гранулированный комбикорм (крошимость до 8 %). Если поступившие в хозяйство комбикорма имеют большую долю крошки, табличные значения умножают на поправочные коэффициенты, учитывающие увеличение потерь кормов при попадании в воду: 1,05 – при наличии 20–25 % крошки; 1,10 – при наличии 50 % крошки; 1,20 – при рассыпном комбикорме.

Потери комбикормов при погружении в воду можно определять непосредственно в хозяйствах.

При водостойкости гранул 30 мин и более табличные нормы необходимо снизить на 10 % или умножить на коэффициент 0,9.

Поправки на кислородный режим. Табличные нормы рассчитаны на нормальное содержание кислорода в воде (в среднем не менее 6–7 мг/л в сутки). При снижении среднесуточного содержания кислорода до 3–4 мг/л (1,5–2 мг/л утром) норму кормления следует уменьшить на 40 % (поправочный коэффициент – 0,6). При концентрации кислорода утром менее 1 мг/л норму комбикорма следует снизить на 65 % (поправочный коэффициент 0,35). В случае предзаморного состояния кормление следует прекратить до наступления благоприятного кислородного режима.

Для непроточных неаэрируемых прудов со средней глубиной 1–1,2 м суточная нагрузка комбикорма должна ограничиваться 100 кг/га, для проточных прудов при глубине 1,3 м и более – 120–140 кг/га. В соответствии с этим планируется плотность посадки карпа при зарыблении.

При достижении биомассы карпа 25–30 ц/га и более табличные нормы для основного периода кормления следует сократить на 30 % при обязательном сохранении рекомендуемой частоты внесения комбикорма в пруды, соответствующей температуре воды.

В случае массовых заболеваний рыб количество вносимых комбикормов лучше сократить или прекратить кормление полностью.

У больных рыб резко снижается интенсивность питания, а несъеденный комбикорм способствует ухудшению гидрохимического режима в пруду и усиливает тяжесть заболевания.

В качестве профилактического мероприятия, предупреждающего заморы, при резком и устойчивом снижении содержания кислорода в воде обычно рекомендуется внесение хлорной извести (из расчета 6 кг/га в выростные пруды и 1–2 кг/га в нагульные) одновременно или 3 раза через день. Это оказывает положительное влияние на гидрохимический режим и создает благоприятные условия для кормления. Отрицательным эффектом известкования может быть гибель зоопланктона и, как следствие, снижение прироста рыб и повышение затрат комбикорма.

Применение указанных норм кормления позволяет получить нормативную продукцию карпа. Превышение норм кормления в 1,5–2 раза, особенно в начальный период кормления, уже через 25–30 суток приводит к устойчивому снижению концентрации кислорода в воде и последующему возникновению предзаморной ситуации. Ухудшение гидрохимического режима тормозит рост рыб и усвоение съеденного комбикорма, приводит к возникновению жаберных заболеваний.

17.7. Кормление карпа комбикормами по периодам роста.

Личинки. Личиночный период развития карпа, продолжающийся 10–15 суток (в зависимости от температуры), является одним из наиболее ответственных моментов в жизни рыб. В кратчайшие сроки на фоне очень быстрого роста заканчивается в основном формирование и развитие всех систем организма и происходит его приспособление к экологическим условиям. В это время закладываются основы здоровья и трофические навыки рыб.

При естественном нересте производителей в прудах личинки пересаживаются в выростные пруды на этапе полного перехода на внешнее питание. В этот период они умеют хорошо захватывать мелкий зоопланктон, что обуславливает быстрое развитие пищеварительной системы. Они обладают большей жизнеспособностью, чем личинки, полученные заводским способом, которые высаживаются в пруды на 2–3-й день после вылупления при переходе на смешанное питание. Поэтому при использовании заводского метода получения потомства, что широко практикуется в настоящее время в рыбоводстве, одним из важных технологических элементов является подращивание молоди до жизнестойких стадий. Эти стадии характеризуются относительно полным формирова-

нием пищеварительной системы личинок и приобретением ими способности активного питания как естественной пищей, так и комбикормами.

Биотехника подращивания личинок карпа на естественной пище основана на создании в прудах необходимого фона естественной пищи путем применения мелиоративной обработки ложа прудов, рационального применения удобрений, интродукции планктонных организмов, выбора оптимальных плотностей посадок на единицу площади и т. д. Подращивание личинок оканчивается при массе молоди 20–25 мг и длине 11–12 см. В зависимости от температуры воды, кислородного режима и развития естественной кормовой базы в средней полосе подращивание ведут 15–25 суток, в южных районах 10–15 суток. Иногда в случае слабого развития естественной кормовой базы применяют стартовые комбикорма, которые стимулируют рост личинок.

Однако подращивание личинок в прудах – технологически сложный и достаточно трудоемкий процесс. Поэтому большой интерес представляют способы подращивания личинок в промышленных условиях (лотках, бассейнах, силосах) с применением стартовых комбикормов.

Кормление личинок при подращивании в промышленных установках.

Применение стартовых комбикормов при выращивании личинок карпа повышает эффективность работы рыбоводных хозяйств, так как дает возможность получать молодь ранней весной, когда нельзя проводить подращивание личинок в прудах из-за отсутствия или слабого развития естественной кормовой базы или ограничения температурных условий. Кроме того, возникает возможность иметь посадочный материал для зарыбления промышленных промышленных установок вне зависимости от сезона. Централизованное производство стартовых комбикормов на заводах Минсельхозпрода под контролем разработчиков позволяет обеспечивать постоянство их химического состава и питательных свойств.

Наиболее эффективными комбикормами для личинок карпа в настоящее время считаются «Эквизо» и РК-С. Их состав подобран в соответствии с потребностями личинок в питательных веществах в зависимости от степени развития пищеварительной системы на последовательных личиночных стадиях. Содержание сырого протеина колеблется в пределах 45–55 %, жира – 2–6, углеводов – 20–25, минеральных веществ – 7–12 % при калорийности 11–12 МДж. Компонентный состав этих рецептов запатентован и поэтому не приводится.

Комбикорма рецептов «Эквизо» и РК-С можно использовать при полном отсутствии естественной пищи, однако их эффективность повышается, если первые три дня комбикорм давать в смеси с зоопланктоном, декапсулированными яйцами или науплиями артемии салина. Комбикорма выпускаются в виде крупки семи размеров и гранул диаметром 4–5 мм.

Размер частиц стартовых комбикормов должен соответствовать размеру ротового отверстия, который имеет тесную связь с массой личинок и мальков (табл. 5). В случае, если комбикорм поступает в хозяйство в виде гранул, их дробят и просеивают через сита.

Таблица 5. **Размер частиц стартовых комбикормов для личинок и мальков карпа в зависимости от их массы**

| Масса личинок и молоди карпа, мг | Размер частиц, мм |
|----------------------------------|-------------------|
| До 3 | До 0,1 |
| 3,1–10 | 0,1–0,2 |
| 11–50 | 0,2–0,4 |
| 51–100 | 0,4–0,6 |
| 101–300 | 0,6–1,0 |
| 301–1000 | 1,0–1,5 |
| 1001–2000 | 1,5–2,5 |

Рецепт «Эквизо» наиболее эффективен при температуре 28–30 °С, однако это не означает, что его нельзя применять при более низких температурах. «Эквизо-1» предназначен для выращивания молоди до 60 мг. «Эквизо-2» для молоди от 60 мг до 1 г. Разница между этими рецептами заключается в различиях между соотношениями компонентов.

Личинок карпа надо начинать кормить «Эквизо-1» на вторые сутки в конце периода выдерживания после выклева. Это следует делать в целях адаптации к сухому корму даже в случае, если есть возможность кормить рыбок первые три дня живыми кормами. После привыкания к живому корму личинки с трудом переходят на комбикорм или вовсе от него отказываются.

В период выдерживания личинок комбикорм раздается в светлое время суток ежечасно, а после пересадки в лотки на выращивание – значительно чаще. Наилучший эффект дает круглосуточное кормление через каждые 15 мин вручную или из кормораздатчика «Эвос-505» 15–17 раз в 1 ч при продолжительности каждого кормления 30–60 с. При кормлении вручную комбикорм следует разбрасывать в местах скопления личинок.

В раздаче комбикорма необходимо соблюдать равномерность и строгую периодичность. Особенно это важно в начальный период для предотвращения каннибализма и отставания отдельных особей в росте из-за недокорма.

Важна своевременная смена меньших размеров частиц корма на более крупные, что обязательно должно контролироваться ежедневным определением массы питающихся личинок. Установлено, что задержка молоди на мелких фракциях тормозит ее рост. При переходе с одного размера крупки на другой в течение суток ее следует раздавать в смеси.

Нормирование ведется в зависимости от массы рыб и температуры воды по табл. 6. Суточную дозу корма целесообразно раздавать равными порциями. В период приучения комбикорм дается в большом избытке, так как у личинок еще не развита поисковая способность. При достижении 60 мг молодь переводят на «Эквизо-2». В связи с тем, что комбикорма задают в виде мелкой крупки и в избытке, значительная их часть рассеивается и оседает на дно и стенки емкостей, где происходит выращивание. Поэтому важным условием успешного выращивания молоди является поддержание нормального гидрохимического режима и постоянный контроль за ним. Чистку емкостей следует проводить не менее двух раз в сутки.

Таблица 6. Нормы кормления личинок и мальков стартовыми кормами «Эквизо»

| Средняя масса рыб, мг | Суточная доза корма, % от массы рыб | |
|--|-------------------------------------|-------|
| | температура воды, °С | |
| | 20-25 | 26-30 |
| «Эквизо-1», период выдерживания | | |
| 1-1,5 | 50 | 50 |
| «Эквизо-1», период выращивания | | |
| 2,1-60 | 75 | 100 |
| «Эквизо-2» | | |
| 61-150 | 50 | 75 |
| 151-300 | 40 | 50 |
| 301-500 | 30 | 40 |

Плотность посадки личинок в лотках ейского типа не должна превышать 50 тыс. экз/м³. При достижении массы 150 мг молодь отлавливают из лотков и пересаживают для выращивания в делевые садки с ячейей диаметром 3,6 мм при плотности 600 экз/м³. Оставшаяся в лотках отсортированная молодь менее 150 мг получает лучшие условия для роста, ее численность на 1 м³ не должна превышать 20-25 тыс. экз.

Более подробные сведения о биотехнике выращивания личинок на комбикорме «Эквизо» можно почерпнуть из рекомендаций И. Н. Остроумовой (1981 г.) и ее последующих публикаций.

Рецепт РК-С дает хороший эффект при более низких температурах – 20–25 °С. Выпускается в виде крупки размером от 0,1 до 2,5 мм и гранул диаметром 3,2–3,7.

Принципиальных отличий в применении комбикорма РК-С по сравнению с «Эквизо» в практике кормления личинок нет. Они обусловлены большей частью особенностями устройства и эксплуатации установок, в которых проводится выращивание личинок. Комбикорм рассчитан на использование при полном отсутствии естественной пищи. Однако, как и для «Эквизо», желательна подкормка в первые дни животной пищей. Хороший эффект дает введение в рацион в первые три-пять суток науплий или декапсулированных яиц артемии салина из расчета 100 % от массы личинок.

Нормы кормления (табл. 7) превышают уровень биологической потребности рыб на величину неизбежных потерь, связанных с технологией кормления. Широкая практика применения стартовых комбикормов при ограниченном количестве естественной пищи, особенно в условиях замкнутого водоснабжения, позволила выявить их особенности.

Таблица 7. Расчетные нормы кормления личинок и мальков карпа стартовым комбикормом РК-С в зависимости от температуры воды и массы рыб (по А. Н. Канидьеву, Е. А. Гамыгину, Т. М. Боевой, 1987)

| Масса рыбы, г | Температура воды, °С | | |
|---------------|----------------------|-------|-------|
| | 20–25 | 26–28 | 29–32 |
| До 3 | 50 | 50 | 50 |
| 3–10 | 50 | 60 | 75 |
| 11–50 | 70 | 90 | 80 |
| 51–100 | 50 | 70 | 80 |
| 101–300 | 40 | 50 | 60 |
| 301–1000 | 25 | 30 | 40 |
| 1001–2000 | 15 | 20 | 30 |

На первых постэмбриональных этапах лучшее развитие личинок и особенно формирование скелета происходит не при оптимальных для роста (27–30 °С) температурах, а при существенно более низких (19–21 °С). При этом, несмотря на замедление роста и удлинение периода подращивания личинок до нужной массы, снижается количество

скелетных уродств и повышается выживаемость. В условиях рыбоводных хозяйств, имеющих обычные инкубационные цеха, для подращивания личинок до массы 20–25 мг при температуре 20–24 °С требуется 10–15 суток. В условиях индустриальных хозяйств, обеспеченных теплом, при температуре 27–28 °С личинки достигают массы 20–50 мг за 10–20 суток при выживаемости до 80 %, а за 30–40 суток 1–2 г (выход не менее 60 %).

Ранняя адаптация личинок к стартовым комбикормам.

Применение стартовых комбикормов для кормления личинок карпа в индустриальных условиях позволило установить интересное явление. Оказалось, что на стадии перехода от предличинок к личинкам в начале их активного питания, комбикорма типа «Эквизо» и РК-С проявляют отпугивающие (репеллентные) свойства. Это обусловлено химической природой ряда входящих в их состав компонентов, таких, как рыбная мука, БВК, пшеничные отруби и другие, что приводит к снижению активности питания личинок. Как следствие, это вызывает замедление роста рыб и ухудшение продуктивного действия комбикорма. Поэтому с целью устранения нежелательных эффектов разработан оригинальный способ ранней адаптации личинок карпа к химическому фону пищи.

Способ основан на особенностях восприятия химических веществ корма органами обоняния карпа в период эмбрионального развития и способствует более быстрому привыканию личинок к химическим сигналам корма, что после вылупления повышает активность его потребления. В результате происходит ускорение роста личинок и снижение их смертности. Сущность способа состоит в подаче в воду инкубационных аппаратов определенного количества экстракта стартового комбикорма. Содержащиеся в экстракте легкорастворимые вещества проникают через оболочку икринки и начинают восприниматься органом обоняния эмбриона уже на начальном этапе его функционирования. В силу этого организм карпа еще в эмбриональном периоде привыкает к химическим свойствам комбикорма, приспосабливается к нему и после вылупления, переходя к активному питанию, уже не воспринимает его химические сигналы как нечто чуждое и пугающее.

Способ может быть реализован двумя путями. Первый, дающий наибольший эффект, применяется в процессе инкубации икры в аппаратах и продолжается при выдерживании личинок в лотках до перехода их на внешнее питание.

Второй ограничивает время адаптации личинок периодом инкубации икры в аппаратах и заканчивается в момент пересадки личинок в лотки. Он дает несколько меньший эффект, чем первый, и применяется в условиях, когда проведение процедуры адаптации личинок в лотках по каким-либо причинам невозможно (нехватка емкостей для подачи экстракта и т. д.).

Обязательное условие – использование для кормления личинок того вида стартового комбикорма, к которому проводилась адаптация. В результате применения способа при 15–22 сутках подращивания масса адаптированных личинок по сравнению с неадаптированными увеличивается в 1,5–2,5 раза при снижении затрат корма в 2,6–2,8 раза.

Раннюю адаптацию личинок карпа к стартовому комбикорму рекомендуется проводить в заводских условиях во время инкубации икры в аппаратах Вейса или ВНИИПРХ и при выдерживании личинок в лотках.

Сеголетки.

Кормление при двухлетнем обороте.

Приучать молодь карпа к комбикорму необходимо на 10–15-е сутки выращивания в выростных прудах, а точнее при достижении ими массы 0,2–0,5 г. В первое время желательно вносить рыбную муку, дрожжи, стартовые корма в виде крупки по прибрежной части пруда. После того как молодь начнет потреблять высокопитательные дополнительно вносимые корма, следует переходить на кормление рыб комбикормом. Корма вносят в количестве 1,5–2 кг на каждое из пяти-шести кормовых мест, отмеченных вешками. Для более быстрого приучения рыб к дополнительному корму можно добавлять высококачественные комбикорма, применяемые для кормления рыб в садках и бассейнах. Контроль за поедаемостью вносимого корма необходимо проводить ежедневно. В высокопродуктивных прудах рыба массой 0,2–0,5 г неохотно начинает потреблять комбикорм. В таких случаях необходимо давать рыбе его ежедневно, предварительно изъязв из пруда несъеденный. Если заданную часть корма рыба съедает в течение 1,5 ч, то дозу следует увеличивать. При потреблении карпами корма в объеме 3 % их массы в течение 2 ч надо приступать к нормированному кормлению (см. табл. 5).

Корма вносят на кормовые места или столики (5–10 шт/га). Кормовые места определяют и обозначают вешками до заливки пруда. Для их создания подбирают наиболее плотные участки дна пруда на глубине 0,7–0,8 м. Спускные канавы, имеющие твердый грунт, можно исполь-

зовать в качестве кормовых полос. В случае залеживания или неполного потребления корма на отдельных кормовых местах проводят их дислокацию. Сеголетки при низкой температуре воды предпочитают питаться на мелководьях. При повышении температуры до 22–25 °С рыба охотнее берет корм на глубине. В соответствии с этим необходимо менять места выдачи корма.

Распределение общей дачи комбикорма по кормовым местам зависит от рельефа пруда, зарастаемости дна водными растениями и ветра. Сеголетки концентрируются у зарослей. В период сильных ветров рыба предпочитает пастись с наветренной стороны пруда. Учитывая эти обстоятельства, большую часть корма необходимо вносить в этих местах. Для более равномерной выдачи рыбам суточной нормы корма можно использовать автокормушку «Рефлекс МТ-200-У» и др. Как показывает практика рыбоводства, сеголетки в прудах начинают более охотно брать корм из автокормушек при массе молоди более 5 г. Нагрузка на одну автокормушку составляет 40–50 тыс. сеголеток.

Рыбу необходимо кормить ежедневно несколько раз в светлое время суток, особенно при оптимальной температуре воды (22–26 °С) и высокой плотности посадки. Отсутствие корма в течение 24 ч вызывает не только прекращение роста рыбы, но и потерю массы, на восстановление которой потребуется почти день обычного кормления.

Для поддержания высокой скорости роста сеголеток и повышения эффективности использования корма следует применять многоразовое кормление. Разовая порция комбикорма, которую молодь съедает за первые 30–60 мин, составляет 1,4–2,4 % массы рыб. В целях сокращения потерь комбикорма от размывания и экстрагирования его разовая порция не должна превышать 3 % массы выращиваемых в пруду сеголеток. Наряду с температурой на дозу суточного потребления корма оказывает влияние уровень обеспеченности сеголеток естественной пищей, который зависит от индивидуальной массы рыб и плотности их посадки. Учитывая эти особенности, наиболее рациональной является следующая кратность кормления в течение суток. При массе молоди до 5 г можно ограничиться одноразовым кормлением. Сеголеток массой выше 5 г кормят при температуре 15–18 °С один раз при плотности посадки до 60 тыс. шт/га и два раза при плотности выше 60 тыс. шт/га; при температуре 18–21 °С два раза при плотности до 60 тыс. шт/га и три раза при более высокой плотности; при температуре 21–30 °С три раза при плотности 60 тыс. шт/га и четыре раза при более высокой плотности

посадки. Дробное внесение суточной нормы корма сеголеткам способствует снижению затрат корма на 10–20 %.

Для снижения потерь мучнистой части корма при внесении в пруд необходимо комбикорм, особенно содержащий большое количество мелкой крошки, замачивать.

Суточную норму корма при многоразовом кормлении распределяют в соответствии с периодами между кормлениями, изменениями температуры воды, pH и содержания растворенного в ней кислорода. При грубом учете этих факторов корм в течение суток ориентировочно задают следующим образом. При двухразовом кормлении утром (8–9 ч) скармливают 40 %, вечером (16–18 ч) – 60 % корма, а при трехразовом: утром – 30_%, днем – 30, вечером – 40 %. При числе кормлений больше трех суточную норму корма распределяют равномерно в течение дня. Многоразовое кормление сеголеток при высокой температуре воды должно сочетаться с правильно установленной нормой кормления. Недостаточное или чрезмерно большое внесение корма рыбам при высокой температуре воды (26–30 °С) нередко приводит к снижению роста рыб и ухудшению гидрохимического режима пруда. Карпам массой около 10 г на поддержание жизненных функций при температуре воды 21°С необходим рацион, объем которого равен 0,58 % массы рыб, а при температуре 25 и 28 °С соответственно 0,89 и 1,18 %. Если учесть, что потери внесенного в пруд корма составляют 20–30 %, то величина поддерживающего рациона возрастает до 1,5 % массы рыб. Это указывает на то, что при одинаковом объеме рациона сеголетки будут менее интенсивно расти и хуже потреблять корм при более высокой температуре воды. Чтобы добиться эффективного использования корма и интенсивной скорости роста сеголеток при высокой температуре воды, осуществляют нормированное кормление.

Кормление молоди на первом году жизни комбикормами должно обеспечивать нормальное развитие и высокую интенсивность роста рыб в летний период, накопление к осени определенного запаса питательных веществ и их экономную утилизацию во время зимнего голодания. Оно должно способствовать высокой выживаемости и сохранению определенных ресурсов в организме для последующего роста на втором году жизни и одновременно быть экономичным.

Однако комбикорма являются для рыб искусственной пищей и в силу специфичности своего состава не могут полностью удовлетворять потребности карпов в биологически активных веществах (витаминах, ферментах, микроэлементах). Молодь рыб, выращиваемая в прудах, обычно получает биологически активные вещества с естественной

пищей. В настоящее время установлено, что степень обеспеченности молоди кормовыми организмами (зоопланктоном и зообентосом) влияет не только на интенсивность роста в течение сезона, но и оказывает четко выраженное последствие на обмен веществ и выживаемость при зимнем голодании и далее в период нагула на втором году жизни.

В связи с этим, важное значение имеет подбор плотностей посадок сеголетков карпа в пруды, при которых возможно обеспечение молоди достаточным количеством естественной пищи, а следовательно, получение физиологически полноценного посадочного материала для нагульных прудов (оптимальной величиной является 30–45 тыс/га). Поэтому рассчитывать начальную плотность посадки личинок в выростные пруды следует, исходя из этих величин и принимая во внимание нормативы выживаемости личинок после естественного нереста, а также подрошенных или неподрошенных при заводском способе получения потомства.

Выращивание физиологически полноценных сеголетков карпа при высокоуплотненных посадках (60–100 тыс/га) возможно только в высокопродуктивных прудах. При этом еще большее значение приобретают те интенсификационные мероприятия, которые способствуют усиленному развитию в прудах животной пищи высокого качества (мелиорация, удобрения, интродукция планктонных и придонных ракообразных), а также питательные свойства комбикормов. На предприятиях Минсельхозпрода РБ для сеголетков и ремонтного молодняка выпускаются комбикорма рецептур К-110 (110-1, 110-2 и др.), которые допускают произвольное сочетание компонентов внутри основных групп кормовых средств (жмыхов, шротов, злаковых, бобовых и др.) без учета их физиологической питательности и потребностей рыб.

В процессе промышленного производства это приводит, с одной стороны, к произвольным изменениям химического состава и питательных свойств комбикормов, с другой – вызывает наслаивание негативных факторов, таких, как недостаток лимитирующих незаменимых аминокислот (в основном лизина и метионина), минеральных элементов др. В результате биологическая питательность белка и продуктивные свойства комбикорма изменяются в широких пределах, даже при условиях, что общее содержание белка находится на уровне стандарта (табл. 8).

Комбикорма рецептов К-110 предназначены для выращивания в прудах сеголетков карпа массой от 1 до 25 г в условиях моно- и поликультуры карпа и растительноядных рыб. В силу описанных особенно-

стей подбора компонентов комбикорма данных рецептур недостаточно питательны и способны обеспечить производство зимостойкого посадочного материала только в условиях невысоких плотностей посадок (20–30 тыс/га) при среднем уровне продуктивности карпа 7–13 ц/га и растительных рыб 6–12 ц/га. При рациональном нормировании затраты комбикорма на единицу прироста массы рыб составляют 3,0–3,5.

Таблица 8. **Технические требования к комбикормам для сеголеток, Двухлеток и трехлеток прудовых карповых рыб (ТУ РБ 600024008.102-2004)**

| Наименование показателя | Характеристика и нормы для | |
|--|----------------------------|-----------------------|
| | Сеголеток | Двухлеток и трехлеток |
| Массовая доля влаги % | 13,5 | 13,5 |
| Массовая доля протеина % не менее | 26,0 | 23,0 |
| Массовая доля сырой клетчатки % не более | 6,0 | 10,0 |
| Массовая доля метионин+цистин не менее % | 0,7 | 0,8 |
| Массовая доля кальция не менее % | 1,2 | 0,7 |
| Массовая доля фосфора не менее % | 1,0 | 0,7 |

Для достижения максимального рыбоводного эффекта и получения физиологически полноценного посадочного материала стандартной массы комбикорма следует применять с начала кормления к до конца августа. В сентябре–октябре эти комбикорма могут быть заменены дробленным зерном пшеницы и ячменя.

Важным условием высокой эффективности применения комбикормов различных рецептур является обязательность их использования в строгом соответствии с назначением и сроком хранения. Рецептуры комбикормов предназначены для определенного вида рыб с учетом возрастных потребностей в питательных веществах и особенностей системы пищеварения. Это делает их малоэффективными для других видов и возрастных категорий рыб. Применение кормов с истекшим сроком хранения для кормления сеголетков приводит к нарушению нормального хода обмена веществ, вызывает неблагоприятные изменения в составе липидов тела и резко повышает смертность молоди. Поэтому каждый рыбовод должен строго следить за соблюдением условий и сроков хранения комбикормов.

Результаты экспериментов и наблюдения в промышленных хозяйствах свидетельствуют о необходимости отказа при выращивании сеголетков карпа от применения чисто растительных комбикормов, предназначенных для выращивания старших возрастных групп карпа

или для сельскохозяйственных животных (за исключением цыплят). Ибо двухлетки, выращенные из подобных годовиков, медленнее растут, обладают пониженной резистентностью, что на втором году жизни приводит в неблагоприятных условиях к значительному отходу.

Продолжительность кормления. При выращивании посадочного материала для двухлетнего оборота большое значение имеет продолжительность кормления сеголетков карпа комбикормами, так как обычно в рыбхозах в целях экономии кормов и трудозатрат кормление прекращают со второй декады сентября, т. е. за 1–1,5 мес до посадки сеголетков на зимовку. Резкая смена характера питания рыб при относительно высоких осенних температурах (в среднем 15,5 °С в сентябре и 5°С в октябре), слабая обеспеченность сеголетков, ранее получавших в достатке комбикорм, пищей вообще и животными организмами, в частности, вызывают истощение рыб и преждевременный переход на голодный обмен.

Неблагоприятное действие голодания проявляется тем сильнее, чем хуже рыбы обеспечены естественной пищей в летний или осенний периоды и чем выше полученная продукция летом. Оно может выражаться в существенных потерях от отхода и исхудания рыб.

В практическом плане для предупреждения преждевременного голодания и отхода молоди в осенний и зимний периоды рекомендуется продолжать умеренное кормление рыб комбикормами до начала спуска выростных прудов, особенно в условиях повышенного уровня интенсификации и, в частности, плотности посадок.

Таким образом, технологические приемы, используемые при выращивании сеголетков карпа при двухлетнем обороте, оказывают четко выраженное последствие на физиологическое состояние посадочного материала. Важнейшим условием получения жизнестойких сеголетков являются степень обеспеченности молоди пищей, оптимальное соотношение в рационе комбикорма и животных организмов, питательные свойства комбикорма, продолжительность его применения.

Кормление сеголетков при выращивании в системе непрерывной технологии в режиме двухлетнего оборота.

Успешное выращивание крупного посадочного материала и столовых сеголетков (соответственно до массы 100–150 и 300–500 г) требует соблюдения ряда условий. К ним относятся обязательность зарыбления прудов молодью карпа массой 0,5–1,0 г, прошедшей критические периоды развития и имеющей сформировавшийся тип питания, а также применение разреженной плотности посадки молоди в зависи-

мости от зоны рыбоводства и планируемой конечной массы рыб. Необходимым условием является стимуляция развития естественной кормовой базы и применение высокопитательных комбикормов. К другим особенностям описываемых технологий можно причислить ранние сроки зарыбления прудов. При выращивании столовых сеголетков – крайний срок 20–25 мая. При непрерывной технологии зарыбление может быть растянуто до 10–15 июня, однако оптимальное время зарыбления – до конца мая. Если с ранним нерестом карпов возникают затруднения, в обоих случаях целесообразно использовать посадочный материал, полученный в индустриальных тепловодных хозяйствах.

Одним из главных преимуществ непрерывной системы выращивания молоди карпа является удлиненный вегетационный период за счет исключения из технологического цикла осеннего облова, пересадки рыб в зимовальные пруды и сокращение зимнего голодания. Это позволяет сеголеткам карпа использовать естественную кормовую базу на протяжении всего вегетационного периода без каких-либо перерывов.

Если подращивание молоди карпа производится в мальковых прудах, ее приучение к питанию комбикормами обычно начинают в заключительный период. Благодаря этому создаются условия для адаптации пищеварительной системы мальков к комбикормам и возникает положительная реакция на их внесение в пруды. В результате после пересадки молоди в нагульные пруды она помимо естественной пищи начинает активно поедать задаваемые комбикорма. Комбикорм дополняет рацион энергией, а естественная живая пища служит источником высокопитательных белков и биологически активных веществ.

Кормовые места рекомендуется располагать в основном в прибрежной части прудов вдоль затопленных откосов дамб на наклонных участках дна с перепадом глубин от 0,3 до 1,5 м. Такой способ внесения обеспечивает постоянное самоочищение кормовых мест от остатков корма и экскрементов рыб. Оно происходит в результате постепенного перемещения осадков на более глубокие участки под воздействием суточной циркуляции воды в водоеме. Благоприятные термические, гидрохимические и гидробиологические условия прибрежной части делают ее привлекательной для питающихся рыб, что способствует более быстрому и полному поеданию вносимых кормов. Подобный прием кормления целесообразно применять и в дальнейшем на втором году выращивания, рыб.

Комбикорма следует вносить на кормовые места кучно, исходя из расчета, что на одно кормовое место приходится 2–5 тыс. сеголетков карпа. В начальный период во время адаптации молоди к условиям нагульного пруда и приучения к кормовым местам в первые дни после пересадки рыб в пруды целесообразно более частое размещение кормовых точек (примерно до 10 на 1 га). После появления активной реакции рыб на комбикорма и выявления рыбоводом зон предпочитаемого питания рыб количество кормовых мест может быть сокращено. Главными критериями для выбора места и определения их числа служат хорошая накормленность рыб и поедание задаваемого корма в оптимальные сроки.

Расчет норм кормления проводится по специальным таблицам для начального и для основного периода.

В начальный период кормление проводят обычно 1 раз, в основной – 2 раза в сутки. При сильном обеднении естественной кормовой базы (концентрация зоопланктона менее 5 мг/л) кратность кормления следует увеличить до 3–4 раз.

Первая раздача корма обычно проводится в 8–9 ч, вторая (при двухразовом) – в 14–20 ч. При многоразовом кормлении первую раздачу следует проводить также в 8–9 ч утра, а последующие с интервалом 3–4 ч, так как в этот период рыба успевает насытиться и подобрать остатки несъеденного сразу – комбикорма. При выращивании столовых сеголетков многоразовый режим раздачи комбикорма (3–4 раза в сутки) следует применять, начиная с конца июня – начала июля, не дожидаясь резкого обеднения естественной кормовой базы в прудах.

Осенью сеголетков кормят один раз в сутки в 10–12 ч. Нормы внесения комбикорма в пруды составляют 2–3 % при температуре 18 °С, 1–2 % – при 14–16 °С, 0,5–1 % – при 8–12 °С.

При снижении температуры воды до 8–10 °С кормление рыб комбикормами прекращают, так как пищевые потребности карпа могут удовлетворяться полностью за счет естественной кормовой базы прудов.

При пользовании таблицами и уточнении норм при изменении условий окружающей среды (кислородный режим, состояние кормовой базы и т. д.) и качества изготовления корма применяют способы их коррекции, описанные выше. При этом следует учитывать, что оптимальное время поедаемости вносимых комбикормов в начальный период, когда происходит адаптация рыб к условиям нагульного пруда, составляет 3–4 ч; в первый период кормления при хорошем развитии естественной кормовой базы – 1,5–3 ч, в основной период и при исто-

щении естественной кормовой базы прудов – 1–2 ч, в осенний период – 2–3 ч.

Двухлетки.

Кормление при двухлетнем обороте.

В прудовых карповых хозяйствах с двухлетним оборотом на выращивание товарной рыбы затрачивается до 80–90 % от общего количества расходуемых комбикормов. В связи с этим объем производимой товарной продукции и экономическая эффективность работы хозяйств во многом определяются физиологической обоснованностью подбора рецептур комбикормов и технологии кормления применительно к уровню интенсификации.

В целях получения наивысшего эффекта от кормления рыбоводы должны учитывать физиологическое состояние рыб во все периоды вегетации. Помимо здоровья и условий среды (например, концентрации кислорода и органических загрязнений) оно определяется сезонными ритмами питания, степенью обеспеченности я питательностью комбикорма. При этом для двухлеток немаловажное значение имеет качество питания на первом году жизни.

После пересадки годовиков в нагульные пруды в течение первых 2–4 недель (в зависимости от температуры они приходятся на апрель – май) организм рыб находится в стадии естественной физиологической реабилитации после зимнего голодания. В это время при относительно низких температурах за счет питательных и биологически активных веществ естественной пищи идет постепенное восстановление структуры всех систем организма, в том числе и пищеварительной, при незначительном или полном отсутствии прироста массы. Нежная по консистенции естественная пища не травмирует пищеварительный тракт и способствует быстрому восстановлению его функций. Поэтому подкормка комбикормами должна начинаться в небольших количествах, которые должны возрастать по мере выедания естественной кормовой базы. При этом комбикорма служат в основном энергетической подкормкой и лишь частично восполняют потребность рыб в белках. До тех пор, пока комбикорма в рационе рыб приходится до 50–60 %, а остальное составляет зоопланктон и зообентос, качественный состав комбикорма не имеет особого значения. Это обусловлено тем, что животная пища нивелирует большинство недостатков комбикормов, а также многие погрешности в технологии кормления.

Начало кормления годовиков и старших возрастных групп определяется температурой воды и состоянием естественной кормовой базы.

При плотности посадки свыше 3,5 тыс. шт/га и нормальном развитии естественной кормовой базы кормление нужно начинать при температуре 15–18 °С, а при слабом развитии естественной кормовой базы – при 12–14°С. В первые дни количество корма не должно превышать 0,5–1 % массы рыб. По мере привыкания рыб к корму и повышения температуры воды количество корма следует довести до нормы.

При увеличении массы рыб до 50–70 г или изначальном применении сверхплотных посадок (свыше 5–6 тыс. годовиков на 1 га) происходит быстрое истощение кормовой базы прудов. При неправильном выборе рецептов комбикормов и нарушении технологии кормления это приводит к торможению темпа роста рыб и снижению размеров производимой продукции. Стандартный комбикорма для двухлетков и трехлетков прудового товарного карпа вырабатывается по рецептурам, имеющим общий шифр К-111. Комбикорму этого типа присущи те же недостатки, что и комбикорму К-110 для сеголеток. Затраты комбикормов этих рецептур на единицу прироста массы рыб обычно колеблются в диапазоне 4,0–3,6 при рыбопродуктивности карпа в среднем 10–15 ц/га.

Кормление при выращивании в системе непрерывной технологии в режиме двухлетнего оборота.

Отличительной особенностью выращивания двухлетков при непрерывной системе является более раннее возобновление питания рыб после зимовки, быстрое выедание крупными годовиками карпа кормовых запасов пруда, а также высокая нагрузка ихтиомассы на единицу площади прудов в основной период кормления.

Вследствие первой причины приучение рыб к комбикормам целесообразно начинать при подъеме температуры воды до 10–12 °С. Нормы кормления в этот период устанавливают из расчета 0,5–1 % от массы рыб в сутки. Подкормку комбикормами обычно начинают в середине апреля–мае. При дальнейшем повышении температуры воды и активной реакции рыб на вносимые комбикорма переходят к нормированию по таблицам, где учитывается зависимость норм от температуры воды и массы рыб, а также состояния кормовой базы прудов и питательность корма.

Если используются комбикорма рецептов 110-1, 111-2 и их аналогов, можно рассчитывать на получение продукции карпа не более 25–30 ц/га. При планировании получения более высокой продукции при применении этих комбикормов в количествах, необходимых для поддержания высокой скорости роста двухлетков, возникает опасность

органического загрязнения водоема из-за накопления остатков рассеянных и несъеденных кормов, а также экскрементов рыб. В результате вместо активизации нередко имеет место торможение роста рыб при одновременном резком возрастании затрат комбикормов. Поэтому при планируемой продуктивности карпа 40–50 ц/га и выше необходимо применять высокопитательные корма, обогащенные специальными минерально-витаминными премиксами.

Например, «Карп рост 34/08». Корм предназначен для выращивания карпа в тепловодных садковых и бассейновых хозяйствах от массы 40–50 г до товарного размера. Может применяться для выращивания крупного рыбопосадочного материала карпа в прудах массой от 15–20 г до 80–100 г и более, других возрастных категорий при высокой плотности посадки и высокой рыбопродуктивности. Обогащен компонентами животного происхождения, ценными продуктами переработки масличных культур, жирами растительного и животного происхождения, доступным фосфором, комплексом жиро- и водорастворимых витаминов.

Состав корма: Рыбная мука, порошок гемоглобин, дрожжи, пшеница, соевый и подсолнечный шроты, полножирная соя, рыбий жир и растительное масло, холинхлорид, монокальцийфосфат, премикс).

В конце августа–сентябре при падении температуры и замедлении роста рыб переходят на поддерживающий рацион и при температуре воды 18 °С нормы комбикорма сокращают до 2–1,5 %, при 16–14 °С – до 1,5–1 % и при 12–10° – до 0,8–0,5 %. При наличии большого количества россыпи (около 35–40 %) корма целесообразно замешивать на воде и раздавать по кормовым столикам из расчета до 50 кг на одно место. Частота кормления изменяется в зависимости от температуры воды (табл. 10).

Таблица 10. Частота кормления двухлетков карпа в зависимости от температуры воды

| | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|------------|
| Температура, °С | 10–16 | 17–21 | 21–25 | 25 и более |
| Частота | 1 | 2 | 3 | 3–4 |

В осенний период при температуре 18 °С допускается разовое кормление. Время кормления может меняться в зависимости от частоты раздачи и сезона. Весной в апреле – мае, когда комбикорм вносят обычно один раз, кормление следует проводить между 9 и 11 ч.

При двухразовой раздаче начало первого кормления приходится на 6–9 ч, второго – на 15–17 ч. В случае многоразового кормления первая порция комбикорма обычно вносится в 6–8 ч, вторая – в 10–11 ч, третья – в 13–15 ч и четвертая – в 17–19 ч.

В целях обеспечения наиболее полного поедания рыбами вносимых кормов необходимо следить, чтобы промежутки между кормлениями были не менее 3–4 ч.

Сроки проверки полноты поедаемости кормов после их внесения в пруды для мая–начала июня составляют 1–2 ч; июня–июля и начала августа 1,0–1,5 ч; второй половины августа и в сентябре – 1–2 ч.

Колебания в величинах затрат комбикормов помимо питательных свойств самого корма и рациональности его нормирования зависят от количества и качества естественной пищи в рационах рыб. Как указывалось выше, животная пища – зоопланктон и зообентос выедается крупными годовиками очень быстро и основным компонентом естественной кормовой базы обычно служат остатки прошлогодней высшей водной растительности. За 8–9 мес. под действием микрофлоры она превращается в разложившуюся массу и эта масса, обогащенная микроорганизмами, может являться существенным дополнением в питании рыб.

Наиболее ответственным моментом выращивания двухлетков является период, когда нагрузка ихтиомассы достигает 20–25 ц/га пруда и должна возрастать в дальнейшем, а естественная кормовая база практически полностью отсутствует. В этих случаях количество ежедневно вносимого в непроточные пруды комбикорма не должно быть более 100 кг/га для неглубоких прудов и 140 кг/га для глубоких прудов. До этих пределов в пруду идут нормальные процессы самоочищения. Превышение нагрузок вызывает резкое ухудшение гидрохимического режима и, как следствие, может привести к угнетению роста рыб и возникновению различных заболеваний.

Одним из способов устранения этих неблагоприятных последствий может быть снижение количества вносимого комбикорма путем применения комбикормов повышенной питательности, нормирование которых ведется по более низким нормам, или использование самокормушек типа «Рефлекс». Возможно то и другое вместе. Другой действенный способ – селективный отлов рыб, достигших товарной массы. Неплохой эффект оказывает создание оксигенированных зон с помощью аэраторов. Целесообразно совместное использование всех перечисленных мероприятий.

Кормление трехлеток.

Техника кормления трехлеток аналогична двухлеткам. Для нормирования комбикорма можно использовать таблицы, предназначенные для выращивания двухлеток по непрерывной технологии.

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о возможности повышения рыбопродуктивности прудов и снижении кормовых затрат, при замене в рационе карпа части гранулированных кормов на такие кормовые средства, внесение которых позволяет снижать механические потери и потери за счет выщелачивания растворимых веществ.

При кормлении трехлетков карпа в рыбхозах Республики Беларусь суточный рацион в среднем составляет 6 %.

При небольших плотностях посадки и значительном количестве естественной пищи в рационе карпа лучше использовать корма, которые служат источником энергетических потребностей рыб и позволяют получать прирост продукции с минимальными затратами кормового белка. Из натуральных кормов этим требованиям отвечают злаковые культуры (пшеница, кукуруза, ячмень, сорго и др.). Опыт использования зерна как низкобелкового, дешевого и доступного кормового средства для выращивания карпа показывает возможность получения продуктивности 10–12 ц/га.

Производители и племенной молодняк.

Репродуктивные качества производителей во многом определяются условиями их содержания в период нагула и непосредственно перед нерестом. Особое значение для нормального развития половых продуктов имеет обеспеченность рыб необходимым минимумом естественной пищи. Весь комплекс незаменимых факторов питания (жирных кислот, витаминов, микроэлементов, частично аминокислот, а также биологически активных веществ) карпы получают с зообентосом, зоопланктоном и зеленой растительностью. Поэтому весьма важным становится соблюдение нормативных плотностей посадки рыб в маточные пруды и проведение в них санитарно-мелиоративных мероприятий.

Для племенного молодняка прудового карпа выпускается специальный комбикорм К-112, для производителей – К-114.

Кормление производителей следует начинать на 3–4-й день после бонитировки и пересадки производителей из зимовальных прудов при температуре воды 8–10 °С. Первоначальная норма комбикорма должна составлять около 0,5 % от общей массы рыб в пруду. При повышении температуры воды количество задаваемого корма (под контролем за

поедаемостью) увеличивают из расчета прибавки 0,25 % на каждые 2° подъема температуры. При достижении нормы вносимого комбикорма 1 % от массы рыб его вносят 2 раза в течение светлой части суток (до 9 и в 16–18 ч). Максимальные нормы в преднерестовый период для самок составляют 1,5 %, самцов – 2 %.

Комбикорм вносят кучно на кормовые столики, которые устанавливают из расчета – одно кормовое место на 20–25 производителей.

После получения потомства и пересадки производителей в летние маточные пруды для нагула кормление начинают сразу же после посадки первых партий из расчета 1 % от массы самок и 2 % от массы самцов. Укомплектовав пруд до нормативной плотности посадки, норму кормления увеличивают до 4–5 % под строгим контролем за поедаемостью. В осенний период нормы сокращают в соответствии со снижением температуры воды до поддерживающего уровня 1,0–0,5 %. Прекращают кормление при температуре 12–10 °С при контроле за поедаемостью.

Для кормления производителей не рекомендуется применять комбикорма для сельскохозяйственных животных (за исключением рецептов для цыплят), а также производственные рыбные комбикорма.

При использовании комбикормов необходимо следить за сроком их годности. В комбикормах, содержащих рыбную муку, при длительном хранении могут накапливаться токсические продукты перекисного окисления липидов, способные вызвать нарушение в развитии половых желез и уродства в потомстве. Поэтому при появлении в комбикормах прогорклого запаха применять их для кормления производителей не следует.

В процессе кормления племенного молодняка комбикормами рыбобоводы должны уделять постоянное внимание всему комплексу мероприятий, способствующих развитию естественной кормовой базы.

Кормление карпа при выращивании в садках.

Садковое выращивание карпа проводят в основном на подогретых водах электростанций и в естественных водоемах южных зон стран СНГ. Разработана биотехника выращивания в садках производителей, посадочного материала и товарного карпа, созданы такие хозяйства в Украине, Казахстане, на ряде водоемов комплексного назначения.

Содержание производителей в садках естественных водоемов и прудах одной климатической зоны не влияет на сроки достижения половозрелости и сроков проведения нереста. В садках на подогретых водах электростанций эти сроки наступают несколько раньше. На теп-

лых водах самки карпа становятся половозрелыми в возрасте двух лет при средней массе 1–2 кг, самцы становятся половозрелыми на первом году жизни, нерест карпа происходит во второй–третьей декаде апреля.

Содержат производителей карпа в естественных водоемах в нагульных садках. Для этих целей выбирают водоемы или заливы крупных водоемов площадью 50–100 га и глубиной 10–20 м. Садки устанавливают в акваториях с глубиной 4–6 м на расстоянии 50–100 м от берега. В летних садках начальная плотность посадки производителей составляет 3–5 кг/м³, температура воды не менее 5–10 °С, содержание растворенного в воде кислорода не менее 5–6 мг/л. Замена садков с целью уменьшения биологических обрастаний проводится 1 раз в сезон. Кормят карпа 2–3 раза в день высокобелковыми кормовыми смесями местного производства в среднем в количестве 2–3 % к массе рыбы, при оптимальной температуре (свыше 22 °С) – 6–7 %. При температуре воды выше 20 °С гранулированный корм выдается небольшими порциями, таким образом, чтобы он поедался в толще воды, при низкой температуре карп ест корм со дна садков. Затраты корма на 1 кг прироста составляют 4–5 кг.

Как правило, зимой (в средней полосе – 6–7 месяцев) карпа в садках не кормят, уменьшение массы каждой рыбы за период зимовки составляет 12–15 %.

Весной, после освобождения водоема от льда, при температуре 5–10 °С производителей помещают в летние нагульные садки и кормят высокобелковыми кормами. При повышении температуры воды до 15–17 °С производителей разделяют по полу и пересаживают в отдельные нерестовые садки, размещенные в прибрежье водоема на глубине 1 м, при этом дно и стенки садков должны быть покрыты искусственным субстратом. В каждый нерестовый садок помещают одну самку и двух самцов. Обычно гормональная стимуляция проводится впервые созревающим садковым производителям и не требуется повторно нерестующимся. Самки откладывают икру на нерестовый субстрат, где происходит ее инкубация. После нереста производителей убирают из садков. Икру с субстратом на стадии подвижного эмбриона переносят в садки из сита, где происходит выклев личинок.

В водоемах-охладителях производителей карпа круглогодично содержат в однотипных открытых садках (устанавливаемых на течении) из нержавеющей стали с размером ячеек 20–25 мм, площадью 1,5 м², на глубине 1 м, плотность посадки – 40–60 кг/м³ (по 20–30 шт.). Соотношение самок и самцов составляет 1:4, при 100%-ном резерве произво-

дителей. В преднерестовый период самок пересаживают в бассейны, в которых температура воды повышается до 18–20 °С, созревание происходит за 3–5 дней, икру получают заводским способом.

Выращивание сеголеток карпа в садках применяют в водоемах, размещенных в четвертой зоне рыбоводства и более южных, а во второй и третьей климатических зонах Беларуси – в водоемах-охладителях электростанций.

Основным источником кормления при садковом подращивании личинок является вносимый в садки отловленный в водоеме зоопланктон, концентрацию которого поддерживают на уровне 40–100 мг/л, суточная норма зоопланктона составляет 50–100 % к массе личинок. В первые дни мальков кормят более мелким зоопланктоном (отсортировывают с помощью капроновых сит), регулярно оценивают состояние молоди (темпы роста, питание, эпизоотическое состояние). Затраты живого корма составляют 7–10 кг. Подращивают личинок в течение 15–20 дней (при температуре 21 °С и выше), личинки достигают 100–200 мг, после чего их пересаживают в садки из капроновой дели с ячейей 3,6 мм.

Выход подращенных личинок в садках сита составляет 60 %. Целесообразно уже после 10 дней подращивания приучать личинок карпа в садках к искусственному корму, выдавая живой корм и смесь (1:1) в виде суспензии, вначале 12 раз в сутки из расчета 100 % от массы личинок, в дальнейшем относительное количество корма снижается и для 10–20-дневных личинок составляет 50 %, 20–30-дневных – 30 %. Смесь включает 40 % муки кровяной, 20 % муки рыбной, 20 % муки пшеничной, 20 % кормовых дрожжей.

Для выращивания молоди карпа желательно подбирать водоемы с хорошей естественной кормовой базой, и прежде всего зоопланктоном, где его биомасса в среднем за сезон составляет 2–3 кг/л. Естественная пища в питании карпа может составлять от 2 до 10 %. Мальков массой 0,1–1 г кормят агаризированным кормом на основе зоопланктона, а также смесями местного производства, стартовыми кормами. Суточная потребность в агаризированном корме составляет 50–100 % к массе рыбы, которую скармливают за 4–6 раз в сутки, корм вносится на дно садков или в кормушки. Затраты корма составляют 7–10 кг.

Мальков карпа массой от 1 до 25 г кормят влажными гранулированными кормами на основе малоценной рыбы и беспозвоночных из водоемов или заводскими кормами для молоди садковых рыб. В июне, июле и первой половине августа суточная норма корма составляет 10–

20 % от массы рыбы, во второй половине августа и сентябре – 5–10 %. кратность кормления – не менее 2–3 раз в день, продолжительность кормления в одном садке – 5–10 минут, затраты корма на 1 кг прироста составляют 2,5–4 кг.

Оправданно кормление молоди по поедаемости — при плотных посадках мальки карпа кормятся густой стаей, они собираются у поверхности воды и поедают корм в толще воды, не давая упасть ему на дно.

Кормят сеголеток специальными гранулированными кормами.

При зимнем содержании сеголеток карпа на подогретых водах электростанций кормят в течение зимы кормосмесью, состоящей из 74 % комбикорма, 10 % льняного жмыха и шрота, 5 % дрожжей, 10 % фосфатидов, 1 % рыбьего жира. При температуре 6–12 °С количество сухого корма должно составлять 0,5–3 % от массы рыбы (кормят 2–6 раз). Карп начинает брать корм при температуре воды 6–7 °С, растет при температуре выше 8 °С.

Товарного карпа в садках кормят как кормосмесями местного производства, так и сухими карповыми комбикормами заводского производства в количестве 3–4 %, а при оптимальной температуре воды – 5–6 % от массы рыбы, 3–4 раза в сутки при постепенной выдаче кормов с тем, чтобы он поедался в толще воды.

Тема 18. СИСТЕМА НОРМИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

18.1. Особенности питания и пищеварения лососевых рыб.

18.2. Состав кормов для форели.

18.3. Стартовые и продукционные корма.

18.4. Нормы кормления с учетом гидрохимических показателей, размеры крупки и гранул для разных возрастных групп.

18.1. Особенности питания и пищеварения лососевых рыб.

Лососевые (форели и лососи), ручьевая, радужная, американская паляя, лососи относятся к холодноводным хищным рыбам. В естественных условиях жизни питаются мелкой рыбой, лягушками и другими мелкими водными животными (ручьевым бокоплавом, ручейником, личинками поденок, веснянок, дергунов и других), которые размножаются в ручьях, реках, озерах.

Лососевые рыбы относятся к желудочным хищникам и холодноводным рыбам. Интенсивное выращивание форели в искусственных

условиях, с ограниченной площадью позволяет получать большое количество ее, мясо которой относится к высоким вкусовым качествам и считается диетическим продуктом.

18.2. Состав кормов для форели.

Кормление искусственными кормами для желудочных ценных видов рыб является несвойственным для них, поэтому эту особенность необходимо учитывать при составлении комбикормов и кормосмесей для лососевых рыб разных возрастов.

В комбикорма и кормосмеси, входят компоненты растительного происхождения (3–20 %), которые являются несвойственными кормами для лососевых рыб. Переваримость их в желудочно-кишечном тракте сравнительно невысокая, а повысить переваримость их, как показали исследования, можно за счет термической обработки, где усвояемость углеводов повышается на 60–64 %. Термическая обработка способствует пищеварительным процессам, а по некоторым данным усвояемость термообработанных углеводов увеличивается в 1,9 раза. Необходимо также отметить, что термическая и экструзионная обработка растительных компонентов положительно влияет на качество мяса форели.

Одним из важных приемов для создания активности повышения переваримости и активности пищеварительных ферментов протеазы, липазы, амилазы в этом процессе является проведение перед гранулированием кормов измельчения компонентов до определенной размерности частиц компонентов. Установлено, что помол компонентов 0,5–0,7 мм по сравнению с грубым помолом их 1,2–1,4 мм обеспечивает повышение гранулированных кормов, усвояемость белка на 2 %, углеводов на 9 %, энергии на 5 %, а экструдированных кормов соответственно на 5,25–16 %.

Отмечается, что при производстве комбикормов для выращивания лососевых рыб в качестве источника энергии вместо жиров используют растительные (зерновые) компоненты, обработанные экструзионным методом. При скармливании форели такой корм идет на образование белковой ткани и мало образуется в тканях жира, что очень важно.

В кормовых смесях для нормальной жизнедеятельности и активности пищеварительных ферментов должны содержаться жирорастворимые витамины, особенно ретинол (витамин А), кальцеферол (витамин Д) и группы В, которые вводятся в них в виде витаминных премиксов. Исследованиями установлено, что при недостатках для

организма какого-либо витамина в кормах снижается переваримость кормов, усвояемость питательных веществ и значительно снижается активность пищеварительных ферментов протеазы, липазы и амилазы.

Лососевые, как хищные рыбы, нуждаются в корме, состоящем из компонентов животного происхождения — рыбной муки, мясокостной муки и других и их в составе комбикормов и кормосмесях должно быть до 50 % и более.

Кормление форели по поедаемости является физиологически невыгодным, поскольку она может съесть много, а переваривание большого объема и усвоение питательных веществ неэффективное. В связи с этим необходимо рассчитывать количество корма в зависимости от возраста и массы рыбы, температуры воды и содержания растворенного в воде кислорода и питательности корма. Кормление личинок форели начинают тогда, когда желточный мешок рассасывается примерно на 2/3. Она плавает в толще воды. Размер крупки сухих комбикормов в этот период должен соответствовать средней массе личинок, а суточный рацион можно рассчитать. Сухой корм раздается 10–12 раз в сутки в светлое время. После полного рассасывания желточного мешка молоди скармливают сухие соответствующего размера гранулы комбикормов или пастообразные, в основу которых входит говяжья селезенка, очищенная от жира и пленок, и ранее указанные компоненты.

Сухие комбикорма раздают около 8–10 раз в сутки, в дневное время скармливаются равными частями. Пастообразные кормосмеси намазывают на сетчатые вертикальные кормушки 4–6 раз за световой день.

Кормление сеголеток осуществляют сухими гранулированными комбикормами и пастообразными кормосмесями. Сухие гранулы скармливаются в зависимости от массы сеголеток, а пастообразные кормосмеси скармливают также, как сухие и они изготавливаются из говяжьей селезенки (основной компонент) и растительных высокобелковых компонентов. Приготовленный корм для выращивания сеголеток должен быть более высокой калорийности, чем для мальков.

Количество кормлений сухим кормом – 10 раз за световой день, а пастообразным – 3–4 раза.

Кормление годовиков и двухлеток форели проводят сухими гранулированными комбикормами с размером гранул, указанных в таблицах, и пастообразными по нормам, указанным в соответствии с массой форели. Сухие гранулы комбикормов скармливаются 3–4 раза в день, а пастообразные 3 раза в день.

Для получения жизнестойкой молоди форели в целях дальнейшего ее выращивания до товарной массы необходимо особое внимание уделять подготовке производителей форели и выращиванию ремонтa. Подготовку производителей (самок и самцов) необходимо начинать сразу после получения половых продуктов икры и молок, а также продолжение выращивания ремонтa производителей проводят в основном за счет кормления. Кормление в этот период проводят сухими гранулированными полноценными комбикормами или пастообразными кормосмесями.

Сухие гранулированные полноценные комбикорма изготавливаются комбикормовыми заводами по специальным рецептам для производителей и ремонтa. Размер гранул: диаметр – 4–8 мм, длина – 8–15 мм. Суточный рацион составляет в количестве 1–3 % от массы и зависит от температуры воды и массы рыбы. Нормирование количества корма можно производить по таблицам. При изготовлении пастообразных кормосмесей непосредственно в хозяйствах рекомендуется использовать говяжью селезенку, малоценную и сорную рыбу с добавлением сухих компонентов животного, растительного и микробиологического происхождения, а также использовать витамины и минеральные премиксы. При составлении пастообразных кормосмесей необходимо придерживаться норм потребностей в питательных веществах, а для этого в кормосмесях должно содержаться: протеина 25–50 %, жира – не более 24 % и углеводов – не более 25 % в пересчете на воздушно-сухое вещество. Компоненты должны быть высококачественные и доброкачественные.

Суточный рацион для форели массой 300–1000 г при температуре воды 5–20 °С должен составлять 2–4 %, а более 1000 г – 2–3 % от массы тела.

Лососевые рыбы относятся к семейству хищников, которым необходимо при питании полноценные корма с высоким содержанием протеина, аминокислот, энергии, витаминов, минеральных веществ, а также определенным количеством жира.

18.3. Стартовые и продукционные корма.

В лососеводстве используются два вида гранулированных комбикормов – стартовые и продукционные. Стартовые комбикорма предназначены для молоди, а продукционные для выращивания товарных лососевых рыб и изготавливаются в виде гранул разного диаметра, скармливаются те и другие в зависимости от массы рыбы.

Стартовые комбикорма сухого гранулирования изготавливают в виде крупки от 0,4 до 2,8 мм и их скармливают с начальной минимальной массой до 0,2 г и свыше 0,2 до 5,0 г.

В стартовых комбикормах сырого протеина должно быть 45–48 %, сырого жира – 11–13 %, углеводов – 15–20 %, клетчатки – 2–3 %, минеральных веществ – 10–12 %, энергии – 4500–5000 ккал/кг или 18,8–20,9 МДж/кг. Для балансирования питательных веществ в составы вводят высокобелковые компоненты, в основном рыбную муку, сухое молоко, из растительных кормов соевый и подсолнечниковый шроты, микробиологического синтеза кормовые дрожжи, травяную и водорослевую муку, витаминные и минеральные премиксы. Поскольку форели весьма требовательны к энергии, в комбикорма также вводятся различные жиры: рыбий жир и растительное масло.

Необходимо отметить, что сухие гранулированные комбикорма для выращивания личинок и мальков изготавливают ряд иностранных фирм, (Аллер Аква и др.), которые по своей питательности не уступают РГМ по ряду показателей, в том числе по затратам кормов на прирост массы. Для определения суточных норм кормления комбикормами типа РГМ необходимо применять таблицы по расчету кормов на сутки и больше.

Сеголеток форели выращивают в основном с использованием сухих гранулированных комбикормов с диаметром крупки 1,0–3,2 мм, которые изготавливают на комбикормовых заводах, непосредственно в рыбных хозяйствах, специализирующихся на выращивании форели, нередко применяют пастообразные кормосмеси. Сеголеток обычно выращивают до массы от 5 до 30 г.

Для выращивания сеголеток форели используют сухие гранулированные комбикорма, сравнительно с личинками рыб с несколько пониженным содержанием протеина и энергией типа РГМ-5В на 10–15 %.

18.4. Нормы кормления с учетом гидрохимических показателей, размеры крупки и гранул для разных возрастных групп.

Таблица 11. Суточные нормы кормления сеголеток форели сухими гранулированными комбикормами типа РГМ, %. Содержание протеина – 41,0, энергии – 18,1 МДж/кг

| Температура воды, С | Масса форели, г | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
| | 5–12 | 12–25 | 25–40 |
| 2 | 1,5 | 1,2 | 0,9 |
| 10 | 3,0 | 2,3 | 1,9 |
| 20 | 6,3 | 4,7 | 3,7 |

Эффективность кормления при выращивании сеголеток форели с использованием сухих гранулированных кормосмесей зависит от многих факторов: температуры воды, содержания в воде кислорода, расхода воды, плотности посадки, сортировки форелей, которую за сезон необходимо проводить 2–3 раза.

Сухие гранулированные комбикорма для выращивания годовиков и товарной форели изготавливают комбикормовые заводы в виде крупки и гранул диаметром от 2,5–3,2 до 10,0 мм и они скармливаются разно-возрастной массе форели от 5,0 до 1000 г и более.

По питательности производственные комбикорма должны отвечать таким показателям (в %): сырой протеин – 38–43; сырой жир – 7–9; углеводы – 25–30; клетчатка – 3–5; минеральные соли – 10–15; энергии – 4000–4500 ккал/кг или 16,7–18,8 МДж/кг.

В составы рецептов комбикормов вводятся качественные компоненты животного, растительного и микробного происхождения, хорошо измельчены, перемешаны и загранулированы или проэкструдированы.

Необходимо строго соблюдать суточную норму кормов и после каждого кормления, примерно через один час после кормления, определить его поедаемость.

**Таблица 12. Суточные нормы кормления годовиков и товарной форели производственными сухими гранулированными кормами РГМ, %.
Содержание протеина — 39–41 %, энергии – 17,9–18,5 МДж/кг**

| Температура воды, °С | Масса форели, г | | | | |
|----------------------|-----------------|--------|---------|---------|-------------|
| | 40–60 | 60–100 | 100–150 | 150–200 | 200 и более |
| 2 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| 10 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| 20 | 3,2 | 2,8 | 2,6 | 2,5 | 2,4 ~ |

Абсолютную суточную норму корма скармливают за 3–6 приемов.

При соблюдении всех рыбоводных нормативов по форелеводству и эффективному кормлению можно достичь массу годовиков 30–40 г и более, а при выращивании в бассейнах на теплых водах – 50–150 г, а товарной форели – 200–250 г и более. Отходы за период выращивания не должны превышать 10 %.

Основой при выращивании ремонтной молоди и подготовки производителей к нересту и после нереста является их кормление полноценными комбикормами на протяжении всей жизни, поскольку каждый период даже в изменении в сторону неполноценности кормов воздей-

ствуется в целом на организм и в частности на формирование половых органов и их продуктов. Недокорм и перекорм недопустим.

Суточный рацион для форели массой 300–1000 г при температуре воды 5–20 °С должен составлять 2–4 %, а более 1000 г – 2–3 % от массы тела.

По рекомендации А. Н. Канидьева, при содержании производителей в пресной воде за месяц до нереста количество корма уменьшают до 0,5–1,5 % к массе тела. Перед нерестом кормление прекращается и питаются естественной пищей.

Рекомендуется в пруд, где содержатся производители форели, выпускать мелкую рыбу, моллюсков, гаммарусов, лягушек.

Готовый комбикорм для кормления ремонтных групп и производителей должен быть легкоусвояемый с полным набором основных питательных веществ и качественно изготовлен на комбикормовых предприятиях.

Некоторые фирмы изготавливают сухие гранулированные комбикорма для выращивания форели массой 250–5000 г высокой питательности, которые используются и для выращивания ремонтных групп и производителей. Так, фирма Аллер Аква изготавливает сухие гранулированные комбикорма с содержанием сырого протеина – 40 %, сырого жира – 32 %, углеводов – 14 %, золы – 6 %, клетчатки – 1 %, энергии – 5899 ккал/кг или 20,5 МДж/кг. Указанную питательность комбикормов предлагается скармливать по соответствующим нормам.

Таблица 13. Суточная норма скармливания сухих гранулированных комбикормов для ремонта и производителей массой 250–5000 г, фирма Аллер Аква, %

| Температура воды, °С | Масса форели, г | | |
|-------------------------|-----------------|----------|-----------|
| | 250–1200 | 900–4000 | 2500–5000 |
| 2 | 0,5–0,3 | 0,4–0,2 | |
| 10 | 0,9–0,6 | 0,7–0,5 | 0,6–0,5 |
| 18 | 1,3–0,9 | 0,9–0,7 | 0,7–0,5 |

Тема 19. СИСТЕМА НОРМИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ СОМОВЫХ РЫБ

19.1. Особенности питания, пищеварения и кормления канального сома, оптимальный уровень питательных веществ в кормах.

19.2. Нормы кормления и рационы при выращивании личинок, мальков, сеголеток и товарного канального сома в прудах, лотках, садках и бассейнах.

19.3. Нормы кормления и рационы при выращивании разновозрастного канального сома на пастообразных кормосмесях.

19.1. Особенности питания, пищеварения и кормления канального сома, оптимальный уровень питательных веществ в кормах.

Канальный сом при интенсивном его выращивании в садках, бассейнах с использованием теплых вод энергетических объектов, а также в прудах на обычных водах, зарекомендовал себя одним из важных и перспективных объектов рыбоводства. Его можно выращивать как в моно-, так и в поликультуре. Отмечено, что при выращивании личинок, мальков, сеголеток, двухлеток и более старших возрастных групп хорошо питаются не только естественными гидробионтами, но и искусственно приготовленными сухими гранулированными и пастообразными кормами.

Для кормления канального сома на разных этапах онтогенеза разработаны и технологические приемы его полноценного выращивания, начиная с личинок, сеголеток, годовиков и производителей. Разработаны на научной основе составы комбикормов и кормосмесей, нормирование кормления в зависимости от питательности их, строения пищеварительного тракта, особенностей пищеварения, температурного режима воды, растворенного в воде кислорода, массы рыбы и питания естественным живым кормом.

Одним из важных направлений эффективности выращивания канального сома является правильная организация его кормления. Сюда относятся нормирование и режимы кормления как основа при интенсивном его выращивании. Составление рациона, точное определение суточных норм и количество кормлений с учетом особенностей строения пищеварительного тракта позволит получать максимальную продуктивность с наименьшими затратами кормов на прирост массы канального сома.

Канальный сом относится к теплолюбивым рыбам, хищник, но хорошо питается искусственными кормами, поэтому многие рыбные хозяйства при его выращивании применяют различные комбикорма или кормосмеси, изготовляемые сухим или влажным способом, а также скармливают отдельные корма.

По классификации Вундша, строение пищеварительного тракта канального сома можно отнести к первому типу — лососевый, который состоит из глотки, пищевода, желудка и кишок. Пилорических придатков у канального сома не имеется, как, например, у лососевых и сросшихся у осетровых. Соотношение длины пищеварительного тракта до размера туловища составляет 0,9–1,2:1.

Пищеварительные процессы у канального сома проходят в желудке при рН 2,0–3,5, а по мере продвижения химуса по кишечнику к анальному отверстию рН изменяется и становится более щелочной и нейтральной. Протеин, жир, углеводы перевариваются при помощи соответственно протеазы, липазы и амилазы.

Наиболее эффективная температура воды для канального сома составляет 28–31 °С, но при температуре воды 18–29 °С также эффективно перевариваются корма и усваиваются питательные вещества их. Концентрация растворенного в воде кислорода должна быть 5 мг/л и более.

При указанных показателях водной среды канальный сом наиболее эффективно усваивает питательные вещества корма и хорошо растет.

Как и все личинки рыб, после их выклева используют питательные вещества желточного мешка. Канальный сом их использует на протяжении 6–10 дней и постепенно переходит на смешанное питание в естественных условиях жизни на природную пищу и в этот период может использовать искусственные корма созданных сухих стартовых гранулированных комбикормов или пастообразных кормосмесей.

В естественных условиях содержания личинки канального сома питаются мелкими формами зоопланктона. В более взрослом состоянии переходят на питание мелкой рыбой, лягушками, личинками насекомых и другими водными живыми объектами.

Естественная пища для канального сома является наиболее полноценной и при достаточном количестве особи хорошо растут и накапливают массу при достаточно высоких плотностях посадок. Отмечено, что канальный сом при выращивании в естественных условиях может достигать до 45 кг, а в среднем имеет массу 3,0–5,0 кг.

При высоких плотностях посадок канального сома, когда его выращивают в условиях прудов, садков и бассейнов используют гранулированные полноценные комбикорма и пастообразные кормосмеси, которые состояются из высококачественных компонентов. Для выращивания молоди разработаны стартовые, а для выращивания товарного и для более старших возрастов – производственные.

В составы стартовых и производственных комбикормов и кормосмесей должны вводиться компоненты с определенным их рН, от которых будет во многом зависеть протекание пищеварительных процессов, времени и сроков адаптации пищеварительных ферментов. И чем быстрее происходит приспособительный процесс адаптации, тем быстрее начинается пищеварение, а отсюда более экономичное использование питательных веществ корма. Компоненты, входящие в составы рецептов комбикормов и кормосмесей должны быть высококачественные, хорошо измельчаться до тонины помола 0,4–0,7 мм, перемешиваться до однородной массы, обогащены витаминно-минеральными премиксами или отдельными витаминами и микроэлементами. Все изготовленные составы комбикормов и кормосмесей должны отвечать потребностям для данного возраста канального сома в питательных веществах.

Канальный сом разного возраста хорошо поедает сухие гранулированные комбикорма соответствующих размеров гранул, а также пастообразные кормосмеси. В настоящее время для повышения переваримости комбикормов проводят тепловую обработку растительных компонентов, путем облучения инфракрасными лучами или экструдированием – это повышает переваримость их до 60–70 %.

В период интенсивного выращивания личинок, мальков, сеголеток, годовиков и более старших возрастных групп скормливание необходимо проводить только высококачественными комбикормами и кормосмесями, изготовленными по новейшим технологиям.

Иногда в хозяйствах привезенные корма скормливают длительное время, а поэтому их необходимо хранить. Хранение сухих гранулированных комбикормов необходимо осуществлять в соответствии с имеющимися рекомендациями. Применение в кормлении канального сома испорченных кормов, которые произошли в процессе их хранения, не допустимо.

Для интенсивного выращивания канального сома разных возрастов используют специальные рецепты комбикормов, которые изготавливаются сухим способом гранулирования и экструдированием в виде тонущих и плавающих крупки и гранул разных размеров и скормли-

ваются они в зависимости от массы и морфологического состояния ротового отверстия. Кроме того, непосредственно в рыбных хозяйствах изготавливают в зависимости от потребностей в кормах и питательных веществах пастообразные кормосмеси, в которые входят корма местного и нетрадиционного значения, такие как малоценная и сорная рыба водоемов, боенские отходы, различные отходы от переработки рыбы, зерноотходы, шроты, водная или луговая растительность и многие другие.

Сухие гранулированные комбикорма начинают скармливать канальному сому с личиночного возраста. Перед началом кормления гранулами и крупкой необходимо знать на каждый период онтогенеза и установить сроки адаптации кишечного тракта, особенно пищеварительных ферментов, к скармливаемым комбикормам. Установлено, что чем меньше срок адаптации (в сутках, часах), тем быстрее и интенсивнее начинают происходить пищеварительные процессы и тем активнее происходит переваримость кормов и усвояемость питательных веществ, которая влияет на наращивание массы канального сома, повышение резистентности организма и снижение к заболеваемости рыбы.

Поэтому подбор размера крупки и гранул, их водостойкость и крепость, а также знать вымывание водой питательных веществ является важным моментом в кормлении канального сома, особенно молоди. Иногда от завышенных норм скармливания комбикормов гранулы и крупка остаются непоеденными канальным сомом в течение 30–60 минут и от долгого нахождения их в воде происходит выщелачивание питательных веществ за 30 минут в среднем 10–15 %, через 60 минут этот показатель увеличивается от 15 до 30 %. Долголежащий корм в воде рыба не поедает и необходимо проводить хорошую очистку кормового места, особенно в прудах. Выщелачиваемые питательные вещества и твердые органические остатки начинают под воздействием температуры воды и растворенного в ней кислорода окисляться и разлагаться, что влияет на создание неблагоприятного гидрохимического режима водоема.

Еще более осторожно в кормлении канального сома необходимо относиться к кормлению пастообразными кормосмесями, в которых уже с добавлением воды и активного перемешивания происходит растворение питательных веществ и этот корм задается в воду с более активной вымываемостью в ней. Даже с минимальным по времени соприкосновением с водой, исчисляющейся в секундах, происходит быстрое выщелачивание их, особенно протеина. Нельзя допускать, чтобы пастообразные кормосмеси при кормлении канального сома лежали в воде 5–10 минут.

При этом вымываемость водой питательных веществ (протеина и жира) может достигнуть 15–20 %.

От быстрого поступления в воду органических веществ наступает активное их окисление и изменяется в сторону ухудшения гидрохимического режима водоемов.

Таким образом, при кормлении сухими гранулами, крупной комбикормом и пастообразными кормосмесями разновозрастного канального сома необходимо соблюдать точные суточные нормы скармливания кормов, особенности строения его пищеварительного тракта, учитывать адаптацию пищеварительных ферментов к тому или иному корму, гранул или крупки с учетом их способов изготовления, а также гидрохимический режим воды.

На основании проведенных многочисленных исследований по кормлению канального сома и их обобщения определено необходимое количество в комбикормах содержания питательных веществ: протеина, жира, углеводов и энергии. При формировании составов комбикормов и кормосмесей, также при определении суточных норм скармливания рекомендуется их использовать. При этом необходимо учитывать возраст канального сома и его массу. Количество в кормах протеина в зависимости от возраста канального сома уменьшается от 50 до 30 %.

Для достижения указанной питательности стартовых и продукционных комбикормов и кормосмесей используют животные корма, в основном рыбную муку, растительные корма (шроты, пшеницу) и микробиологического синтеза (кормовые дрожжи) и добавляются витаминно-минеральные премиксы, травяная мука и некоторые корма местного и нетрадиционного значения.

При выращивании личинок, мальков, сеголеток и товарного канального сома в условиях высоких плотностей посадок на единицу прудовой площади основой является их кормление полноценными кормами.

После частичного или полного рассасывания желточного мешка личинкам начинают скармливать в первые 7 дней стартовые комбикорма с содержанием в них протеина 45–50 %, но при этом 60 % протеина должно приходиться на рыбную муку.

Специалисты-рыбоводы России отмечают, что кормление канального сома как в прудах, так и в садках или бассейнах необходимо начинать через 1–2 суток после посадки на выращивание. Суточная норма кормов в этот период для молоди сома массой до 0,1 г равняется

25–50 % к массе тела и в зависимости от температуры воды при массе рыбы до 5 г уже составляет 10–25 %.

19.2. Нормы кормления и рационы при выращивании личинок, мальков, сеголеток и товарного канального сома в прудах, лотках, садках и бассейнах.

Суточные нормы кормления личинок и мальков канального сома в прудах рассчитываются в зависимости от их массы и температуры воды.

Специалисты-рыбоводы предлагают, что первые 2–3 дня личинкам необходимо задавать корма через каждые 30–40 минут, затем молодь переводят на кормление 6 раз в день. Частое кормление предотвращает перенасыщенность личинок пищей.

Опыт специалистов США по выращиванию канального сома показывает, что выращивание сеголеток в прудах необходимо проводить на профильтрованной воде, свободной от любых хищников. За 3–4 дня до зарыбления мальком прудов необходимо вносить органические (250 кг/га) и жидкие минеральные (2 л/га) удобрения. Их вносят еженедельно в течение 14 дней. Продолжительность выращивания сеголеток составляет 120–150 дней.

При плотности посадки: 25, 74, 124, 173, 296 и 494 тыс. экз./га сеголетки соответственно достигают длины 18–25; 15–20; 13–18; 10–15; 8–13 и 5–8 см. В этот период канальный сом кормят 3 раза в день, содержание протеина в корме должно быть 36–40 %.

В США суточный рацион при выращивании сеголеток канального сома в прудах рассчитывают в зависимости от длины рыб и температуры воды.

При выращивании сеголеток канального сома специалисты России используют суточные нормы корма в зависимости от массы тела и температуры воды и колеблются в пределах 3,8–20 % от массы тела. Количество кормлений для массы 5–20 г – 12 раз, а 20–50 г – 8 раз. Нормы кормления и продукционные комбикорма для двухлетков

Для получения товарной массы двухлеток канального сома 400–600 г за 150–210 дней, при средней температуре воды 23 °С, от исходной массы 25–50 г, в США используют продукционные комбикорма с содержанием протеина – 32–36 %, а в России не менее 30 %.

Суточный рацион при температуре воды 20 °С составляет 2,2 %; 25 °С – 3,0 %; 28 °С – 3,0 %; 30 °С – 2,4 % от массы тела. Корма сому раздают 6 раз в неделю в основном утром. С понижением температуры

воды до 12 °С интенсивность кормления снижается. При расходе корма 75–150 кг/га в день выход товарной продукции составляет 5–6 т/га.

Для выращивания канального сома в прудах можно использовать гранулированные комбикорма рецепта СБ-3 массой от 1 г до товарной массы за вегетационный период.

Суточные нормы кормления зависят от массы рыбы и температуры воды и колеблются в пределах 1,5–10,0 % массы тела.

Сеголетка проходит зимовку или в зимовальных прудах, или в садках. Глубина прудов составляет 1,5–2,0 м, а садков 2–3 м, с шагом ячеи 8–10 мм. В этот период зимовки проводится подкормка сухими гранулированными комбикормами и пастообразными кормосмесями с содержанием протеина на сухое вещество 30–40 %. Нормирование кормления устанавливается в зависимости от температуры воды.

В период кормления строго следить за поедаемостью кормов и гидрохимическим состоянием водоемов.

19.3. Нормы кормления и рационы при выращивании разновозрастного канального сома на пастообразных кормосмесях.

Подготовка производителей канального сома во многом зависит от их кормления в преднерестовый и посленерестовый периоды. Обычно после нереста производителей канального сома пересаживают в пруды (опыт США, России, Украины) для восстановления потерянной массы самок и половых способностей самцов. Поэтому в прудах должна быть хорошо развита естественная кормовая база. Вместе с тем в этот период нагула используются сухие гранулированные комбикорма и пастообразные кормосмеси.

Из опыта работы с канальным сомом в США используют сухие гранулированные комбикорма с содержанием протеина не менее 36 % или готовят пастообразные витаминизированные кормосмеси и с содержанием в них протеина также не менее 36 % (на сухое вещество). Кормление сухими высокопротеиновыми и витаминными комбикормами продолжается весь вегетационный период со всеми рыбоводными требованиями, вплоть до самого нереста. Нормы кормления колеблются в зависимости от температуры воды и колеблются при 12 °С в пределах 1–2 %, а при 28 °С – 2–3 % от массы тела. При температуре 12 °С корма задают 3 раза в неделю, а при температуре до 21 °С и выше задаются ежедневно.

Подготовка производителей, которые проводятся в отечественном рыбоводстве, также основана на естественной пище прудов и интен-

сивном кормлении сухими гранулированными комбикормами и пастообразными кормосмесями в течение всего подготовительного периода к следующему нересту.

В этот период используют гранулированные комбикорма рецептов: РГМ, СБ-3, К 114-1, К 1-79, в которых протеина содержится не менее 34 %, жира 6–10 %, энергии больше 4100 ккал/кг или 17,1 МДж/кг. Количество корма в сутки задается из расчета 3–4 % от массы тела сома. Хорошие результаты по подготовке к нерестовой кампании четырехлеток канального сома можно получать за счет регулярного скармливания в вегетационный период фарша из говяжьей селезенки, боенских отходов, свежей малоценной и сорной рыбы из расчета 3–4 % от массы тела.

После окончания вегетационного периода (октябрь) производителей сома оставляют в прудах или пересаживают в зимовальные пруды, или в садки и бассейны на зимовку.

В зимний период при температуре воды свыше 14 °С канального сома следует кормить свежим рыбным фаршем или пастообразными кормосмесями 1–2 % от массы тела 2–3 раза в неделю. Содержание растворенного в воде кислорода должно быть 7–10 мг/л.

Исследованиями установлено, что канальный сом может хорошо питаться искусственно приготовленными кормами и накапливать свою массу при выращивании его в пластиковых лотках, садках и бассейнах с использованием подогретых вод энергетических объектов. В садково-бассейновых условиях он может хорошо использовать питательные вещества сухих гранулированных комбикормов, которые изготавливаются в виде крупки, гранул специально для скармливания их канальному сому. Кормление ими зависит от массы тела.

Для кормления канального сома изготавливается ряд рецептов полноценных комбикормов, которые рекомендуется использовать как для выращивания его в прудах, так и для выращивания в лотках, садках и бассейнах. К ним относятся: РГМ-5в, РГМ-6м, РГМ-8в, СБ-3, 114-1, 1-79 составы, которые указаны выше.

Количество кормлений в сутки зависит от средней массы канального сома до 1 г – 12–15 раз; от 1 до 5 г – 8–10 раз; до 20 г – 6–8 раз; от 20 до 100 г – 6 раз; 100 г и больше – 4 раза в день. Содержание в воде растворенного кислорода должно быть для взрослой рыбы не менее 5 мг/л, а для выращивания молоди не менее 6 мг/л.

Нормы кормления и рационы при выращивании разновозрастного канального сома на пастообразных кормосмесях

В период выращивания канального сома разных возрастных групп многие рыбные хозяйства используют в качестве кормов пастообразные кормосмеси, которые изготавливают по специальным рецептам непосредственно в хозяйствах для кормления в прудах, садках и бассейнах. В составы пастообразных кормосмесей входят: малоценная и сорная свежая рыба, рыбная мука, мясокостная мука, шроты их различных культур, пшеница, пшеничные отруби, кормовые дрожжи, фосфатиды, свежая молодая растительность, минеральные вещества, витамины и другие достаточно высокобелковые и пригодные для рыбы корма.

Все компоненты, которые вводятся в составы кормосмесей, измельчаются до тонины помола 0,4–0,7 мм и хорошо перемешиваются, заливаются водой до влажности 20–40 %, затем дают немного времени постоять с тем, чтобы питательные вещества частично растворились и после этого раздают рыбе.

Расчет потребности в питательных веществах кормосмесей проводят на сухое вещество для каждой возрастной группы.

Неплохие рыбоводные результаты получены при выращивании молоди и товарного канального сома на пастообразных кормосмесях, состоящих из РГМ, 114-1, СБ-3 и фарша из свежей малоценной и сорной рыбы – 1:1с добавлением витаминно-минерального премикса.

Скармливать пастообразные кормосмеси рекомендуется при помощи кормушки, на которую равномерным слоем намазывается слой корма и опускается в придонную часть пруда или садков и бассейнов. Через 20–30 минут необходимо поднять кормушку и проверить поедаемость корма. Суточный рацион пастообразного корма зависит от массы тела. При соблюдении нормального химического режима воды, питательности кормов и нормирования их затраты корма на прирост массы канального сома достигают в пределах 2–5 кг/кг прироста массы.

Тема 20. СИСТЕМА НОРМИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

20.1. Особенности питания и пищеварения осетровых рыб.

20.2. Состав кормов для осетровых рыб.

20.1. Особенности питания и пищеварения осетровых рыб.

Осетровые, которые выращиваются в рыбных хозяйствах, относятся к теплолюбивым, хищным рыбам. В естественных условиях жизни питаются в молодом возрасте мелкими формами зоопланктона, с возрастом – мелкой рыбой, бычками, воблой и сельдью и другими мелкими водными животными, которые размножаются в реках, озерах, морях. Установлено, что осетровые разных возрастов хорошо питаются искусственно приготовленными кормами.

Из семейства осетровых рыб наиболее приспособлены к разведению и выращиванию в прудах, садках и бассейнах различных конфигураций с использованием искусственных кормов, как показал многолетний мировой практический опыт рыбоводства, – бестер, белуга, осетры, стерлядь, веслонос.

20.2. Состав кормов для осетровых рыб.

Выращивание осетровых осуществляется на сухих стартовых и производственных гранулированных комбикормах, которые изготавливаются комбикормовыми заводами по специальным рецептам, основанные на потребностях в питательных веществах, витаминах, макро- и микроэлементах. Кормление осетровых рыб начинают стартовыми комбикормами с личиночной стадии в тот период, когда она начинает подъем на плав, а рассасывание желточного мешка достигло 50–60 %. Размер крупки зависит от массы молоди осетровых (табл. 14).

Таблица 14. Размер крупки для выращивания молоди осетровых
(по Н. А. Абросимовой)

| Масса рыб, г | Размер крупки, мм |
|--------------|-------------------|
| 0,1–0,3 | 0,4–0,6 |
| 0,3–1,0 | 0,6–1,0 |
| 2,0–2,0 | 1,0–1,5 |
| 2,0–5,0 | 1,0–2,5 |

Суточная норма и режим скармливания сухих гранулированных комбикормов должны зависеть от температуры воды и массы рыбы,

находящейся в водоеме. Суточные нормы рассчитаны для температурного режима воды 18–25 °С.

Осетроводство является одним из перспективных направлений в рыбоводстве. На научной основе разработан уровень основных питательных веществ, находящихся в корме для осетровых рыб, в период кормления стартовыми и продукционными комбикормами.

Для выращивания молоди рекомендуются следующие рецепты стартовых комбикормов: РГМ-бм; Ст-07, Ст. ОБ-1А, СТ-4Аз. Суточные нормы кормления указанными комбикормами проводятся в зависимости от массы молоди и температуры воды. На основе потребности в питательных веществах разработаны рецепты комбикормов для выращивания бестера, которые также пригодны для выращивания других осетровых рыб. Для выращивания молоди осетровых рыб некоторые фирмы, например, «Аллер аква», изготавливают стартовые комбикорма. Комбикорма изготавливаются полностью экструдированные, на них разработаны суточные нормы для кормления форели, в зависимости от массы и температуры воды, но их рекомендуется применять и для выращивания молоди осетровых.

Суточные нормы кормления в зависимости от массы тела и температуры воды составляют от 1,5 до 20 %.

Тема 21. ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ДРУГИХ ВИДОВ РЫБ

21.1. Кормление угря.

21.2. Кормление белого амура.

21.3. Кормление белого и пестрого толстолобиков.

21.1. Кормление угря.

Угорь отличается широким спектром питания. В нашей стране угря выращивают в садках и бассейнах на водоемах-охладителях. Технологический процесс выращивания угря включает 2 этапа: выращивание стекловидного угря и товарное выращивание.

Посадочный материал (стеклянный угорь) имеет длину 6,5–70 см и массу 0,25–0,48 г. Его отлавливают в зимние месяцы и высаживают в бассейны или в небольшие пруды площадью 100–350 м² и глубиной 0,6–0,7 м. Кормление начинают в апреле, когда температура воды достигнет 15 °С. Корма для стекловидного угря содержат 52–54 % протеина и 18–20 % жира. Для обеспечения хорошего роста угря необходимо высокое качество корма. Вначале используют олигохеты или

мясо моллюсков, которое постепенно заменяют измельченной рыбой с добавлением в качестве связующего компонента 1 % водорослевой муки. Через 20–30 сут масса стекловидного угря удваивается. В течение следующих 20–30 сут рыб переводят на специальный пастообразный корм, включающий 60–80 % рыбы.

Кормят молодь до 10 раз в день. Суточная норма для угря массой до 2 г составляет 16 %, массой 2–4 г – 12, 4–8 г – 10, 8–25 г – 8–6 %. Угрей, достигших массы 20–30 г, помещают в выростные пруды. Они хорошо переносят летнее повышение температуры до 30–32 °С; при температуре ниже 15 °С прекращают питаться. При оптимальной температуре (25–28 °С) и интенсивном кормлении за 1 год угри достигают товарной массы 200–250 г. В проточных прудах выход достигает 40 т/га.

При любой системе выращивания угря успех зависит от кормления. Угорь – типичный хищник, поэтому корма должны включать в основном компоненты животного происхождения. Основу рациона составляет комбикорм (60–70 %) и свежая рыба. Комбикорма для товарного выращивания должны содержать 48–50 % протеина и 21–23 % жира, что обеспечивает обменную энергию на уровне 18–19 МДж/кг. По содержанию витаминов, минералов и микроэлементов эти корма мало чем отличаются от используемых в форелеводстве. Основным компонентом в рационе угря является рыбная мука, среди других компонентов используют крилевую муку, соевый шрот, витазар, лютен, крахмал и премикс. Перед раздачей комбикорм замешивают до консистенции тягучего теста, добавляя воду (примерно 70 % воды) и жир, и комочками раскладывают на аэрокормушку или горизонтальную решетку, погруженную в воду на 1 см. Через некоторое время кормушку можно поднять на несколько сантиметров над поверхностью. Рыба высовывает голову, чтобы достать корм. Однако такой вид подачи корма не обходится без потерь от вымывания.

При кормлении свежей рыбой ее связывают в пучки по 10–20 кг и спускают в места кормления. Угорь очень тщательно объедает мышцы рыб, оставляя лишь скелет. Места кормления обязательно следует затенить. Кормить угря начинают при температуре 12 °С, молодь кормят 2–3 раза в день. На 2-м году жизни угря кормят 1 раз в сутки. Рацион составляет 3–6 % массы тела. На 1 кг прироста расход сухих кормов достигает 1,4–2,0 кг, кормовой рыбы – 6–8 кг. Угря можно выращивать также в прудах совместно с карпом.

В Японии угрей выращивают на искусственных гранулированных кормах, состоящих из 60 % рыбной муки и 20 % крахмала с добавлением витаминов и минеральных веществ. Однако иногда сначала их кормят тубифицидами, а затем пастообразным кормом, состоящим из 1 части сухой кормовой смеси с содержанием протеина 45–50 % (70 % белой рыбной муки, 25 % крахмала и сои), 0,05 частей рыбьего жира и 1,3 части воды, с кормовым коэффициентом 1,4–1,9.

В Европе используют пастообразные или гранулированные комбикорма. Пастообразные комбикорма готовят непосредственно в хозяйствах, поэтому для хранения свежих компонентов и готового корма необходим холодильник.

Основным компонентом свежего корма являются свежие карповые рыбы, которых вместе с другими компонентами корма пропускают через мясорубку. Трудность заключается в том, что в течение всего сезона кормления надо иметь достаточное количество карповых рыб. Кормовой коэффициент такого свежего корма очень высок (до 10). В продаже имеется и уже готовый корм для угря фирмы Планге (Дюссельдорф), в котором объединены все преимущества готового корма с учетом особых компонентов, необходимых для угря.

Угорь по сравнению с другими рыбами более требователен к составу и свежести корма, например, он никогда не ест падали. Кроме того, в пруду при кормлении угря необходимо соорудить затемненную специальную кормушку, исходя из привычки угря искать темноту.

21.2. Кормление белого амура.

Белый амур – типичная растительноядная рыба. Взрослая особь поедает разную водную растительность прудов – 30–70 кг на 1 кг прироста. Мальки питаются ракообразными, коловратками. Если растительности мало, может конкурировать в питании с карпом, поедая даже комбикорма. Поэтому их сажают в заросшие пруды из расчета 100–300 штук на гектар водного зеркала.

На питание высшей водной растительностью он переходит на первом году жизни при длине тела около 3 см. В дальнейшем основу питания составляет как водная, так и наземная растительность, заливаемая в половодье или вносимая в водоем. Из водной растительности белый амур предпочитает рдесты, элодею, роголистник, уруть. Наиболее охотно поедает молодую растительность, но при ее отсутствии достаточно крупные рыбы, особенно в южных районах, используют в пищу

также жесткую растительность, такую, как тростник и рогоз. Из наземных растений белый амур предпочитает клевер, люцерну, злаки.

Интенсивность питания, темп роста и скорость полового созревания белого амура в значительной степени зависят от температуры воды. При температуре воды 25–30 °С суточный рацион может даже превышать массу рыбы. Повышение температуры до 32–34 °С не препятствует активному питанию. При температуре ниже оптимальной интенсивность питания уменьшается, а при 10 °С и ниже белый амур прекращает питаться.

Выращивать белого амура можно отдельно, а также совместно с другими видами рыб. Плотность посадки годовиков белого амура зависит от зарастаемости водоема. Если в водоеме водная растительность развита умеренно, то посадка белого амура не должна превышать 1–2 экз/10 м². При недостатке растительной пищи белый амур переходит на потребление искусственного корма, который использует хуже, чем, например, карп. Это следует учитывать при совместном выращивании карпа и белого амура.

В конце первого года выращивания сеголетки белого амура достигают массы 25–30 г (II–III зоны рыбоводства) и 50–80 г (IV–VI зоны рыбоводства), на втором году выращивания – соответственно 0,3–0,5 кг и 0,5–1,0 кг. Чтобы полностью реализовать потенциальные возможности белого амура в росте, в его рационе должна преобладать водная растительность.

21.3. Кормление белого и пестрого толстолобиков.

Пестрый толстолобик имеет длинные и частые жаберные тычинки, у белого тычинки срастаются между собой и образуют своеобразную сеть, позволяющую отцеживать более мелкие водоросли и зоопланктон.

Особенности питания белого и пестрого толстолобиков определяются строением их фильтрационного аппарата, а также составом и размерами кормовых организмов, имеющих в водоеме. Видовая специфика питания проявляется у них уже при массе тела 3–5 г, когда различия в строении фильтрационного аппарата становятся явными.

У белого толстолобика расстояние между тычинками с возрастом почти не меняется. Питается белый толстолобик преимущественно фитопланктоном и детритом, доля которого может превышать 90 %. На питание фитопланктоном он переходит при длине тела 3,5 см. Предпочитает диатомовые и зеленые водоросли. При недостатке из-

любленных водорослей способен потреблять даже сине-зеленые водоросли, включая и макроцистис – водоросль, обуславливающую цветение воды в водоемах. Искусственными кормами он не питается.

Пестрый толстолобик предпочитает зоопланктон и по этому компоненту естественной пищи составляет конкуренцию карпу, что следует учитывать при их совместном выращивании. Он потребляет также и рассыпные искусственные корма. Рыбоводами получен гибрид белого и пестрого толстолобиков. Он отличается от родителей тем, что более устойчив к низким температурам и занимает промежуточное положение по характеру питания: может питаться фитопланктоном и зоопланктоном. Это очень важно, так как в водоемах время развития этих кормовых организмов часто различно.

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

А

Абиотические (факторы) – условия внешней неорганической среды, влияющие на организм. К важнейшим условиям внешней среды, оказывающим огромное влияние на жизнь рыб, относят физические и химические свойства воды: 1) температурный режим, влияющий на интенсивность обмена веществ у рыб и определяющий возможные границы разведения тех или иных видов рыб; 2) газовый режим - содержание растворенных в воде газов, и в первую очередь кислорода, определяющего условия нормального дыхания организмов; 3) соленость воды – содержание в воде солей (хлоридов, сульфатов, карбонатов и др.), определяющих нормальное развитие и жизнедеятельность рыб.

Авитаминоз – заболевание рыб, возникающее при длительном употреблении кормов, бедных витаминами. Чаще всего отмечается при высоких плотностях посадки рыбы в водоем и недостатке естественной пищи.

Адаптация – приспособляемость организма или отдельных его органов к определенным условиям среды. У отдельных видов рыб приспособляемость к изменению термического, газового и солевого режимов может заметно различаться.

Азотистые вещества корма - сумма всех азотистых веществ корма: органических (протеина, пептидов, отдельных аминокислот) и неорганических (амидов).

Азотные удобрения – органические и минеральные удобрения, содержащие азот: навоз, селитра, мочевины, аммонийные соли, аммиачная вода. Применяемые в рыбоводстве минеральные удобрения содержат разное количество азота: аммиачная селитра – около 35 %, сульфат аммония – 21, мочевины – 46, аммиачная вода – 16–20 %.

Аквакультура – разведение и выращивание водных организмов в управляемых или контролируемых условиях. Аквакультура – рациональное хозяйствование на водоемах с целью повышения их продуктивности. Объектами аквакультуры являются водоросли, моллюски, членистоногие, рыбы и черепахи. Культивирование морских организмов называют марикультурой, пресноводных – лимнокультурой. Выделяют два основных принципа ведения аквакультуры: 1) максимальное использование водоемов как хозяйственных угодий, 2) использо-

вание воды как среды для выращивания хозяйственно ценных видов за счет питания малоценных продуктов.

Алкалоиды – азотсодержащие органические вещества, главным образом растительного происхождения, в большинстве ядовитые, в малых дозах применяются в медицине.

Амиды – азотистые вещества небелкового характера.

Аминокислоты – органические кислоты, содержащие аминные ($-NH_2$) и карбоксильные ($-COOH$) группы. Любой белок в организме животного или растения при гидролизе распадается на аминокислоты. Из входящих в состав белков 22 аминокислот в организме животных 8 аминокислот – треонин, валин, изолейцин, лейцин, лизин, триптофан, фенилаланил и метионин – незаменимые (не синтезируются и должны доставляться организму с пищей). Освоен промышленный синтез важнейших аминокислот для комбикормовой промышленности.

Анемия – малокровие, болезненное состояние организма, характеризующееся уменьшением содержания в крови гемоглобина и эритроцитов. У рыб анемия наблюдается при инфекционных паразитарных и других заболеваниях. При анемии у рыб бледнеют слизистые оболочки, нарушаются двигательные функции, появляется вялость.

Антибиотики кормовые – химические вещества, вырабатываемые микроорганизмами, растениями и рыбой, обладающие антимикробными, антигельминтными и ростостимулирующим действием.

Антиоксиданты (антиокислители) Вещества, претовращающие или замедляющие окисление других веществ (витамины) молекулярным кислородом.

Аргинин – диаминокарбоновая кислота. Входит в состав всех растительных и животных белков.

Артемия салина – ластоногий рачок. Обитает в соленых водоемах при солености 20–300 ‰ (*промиле*). Обладает способностью откладывать диапаузирующие (покоящиеся) яйца, которые можно собрать в больших количествах. После очистки, активации и консервирования используют в прудовом и аквариумном рыбоводстве для кормления личинок рыб. Для этой цели ее инкубируют при температуре 27° С в инкубационном аппарате Вейса, подавая в него воздух. Загрузка аппарата яйцами 7–10 г/л.

Асфиксия – удушье, вызванное кислородным голоданием и избыточным накоплением углекислоты в организме животного или человека.

Аэрация – процесс насыщения воды воздухом или кислородом, который происходит как естественным путем газового обмена на ее по-

верхности, так и искусственным путем за счет принудительного аэрирования воды аэраторами.

Б

Бактериопланктон – живущие во взвешенном состоянии в толще воды бактерии. Служит пищей многим гидробионтам, в том числе кормом для личинок рыб. Численность бактериопланктона рыбоводных прудов достигает нескольких десятков миллионов клеток в 1 мл.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) – название группы безазотистых органических веществ (за исключением жира и клетчатки). Содержание БЭВ в кормах определяют обычно не прямыми анализами, а вычитанием из 100 % содержания сырого протеина, жира, клетчатки, золы и воды. К безазотистым экстрактивным веществам относят сахара, крахмал, органические кислоты, глюкозиды, инулин и др.

Белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД) – однородная смесь измельченная до необходимой крупности высокобелковых кормовых средств и микродобавок, используемые для приготовления.

Белок – высокомолекулярные азотистые соединения, состоящие из аминокислот. Сырой протеин – сумма белка и азотистых веществ небелкового характера (амиды). Полноценный белок – это белок корма, который может восполнять белок, расходуемый организмом рыб на рост, развитие и репродукцию.

Бентос – совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте водоема.

Бентофаг – рыбы и другие водные организмы (гидробионты), питающийся бентосом (см. выше), как животным, так и растительным, а также донным детритом.

Биогенные вещества – вещества, активно участвующие в жизнедеятельности водных организмов.

Биогенные элементы – химические элементы, входящие в состав биогенных веществ: углерод, азот, фосфор, кремний, железо и др.

Биогены – 1) вещества (в том числе химические элементы), необходимые для существования живых организмов; 2) вещества, возникшие в результате разложения остатков организмов, но еще не полностью минерализованные.

Биологическая мелиорация водоемов – комплекс мероприятий, направленных на улучшение состава ихтиофауны и условий выращи-

вания рыб: выборочный отлов малоценных рыб; создание благоприятных условий для воспроизводства ценных видов рыб; вселение хищных и растительноядных рыб (белого амура – для регулирования водной растительности; белого толстолобика – для регулирования развития фитопланктона; черного амура – для борьбы с моллюсками).

Биологическая продуктивность водоема – способность обеспечивать тот или иной темп воспроизводства организмов.

Биологическая продукция – количество органической массы (биомассы), производимое организмами, входящего в состав того или иного сообщества, в единицу времени (обычно год) на единицу площади (наземных и донных биоценозов) или на определенный объем (для водных или почвенных биоценозов). Зависит от обеспеченности теплом и влагой, а также содержания минеральных питательных веществ в жизненной среде биоценозов.

Биологически активные вещества 1) Вещества, которые не входят непосредственно в структуру клеток и не используются на образование элементов тела и продукции (витамины, микроэлементы и др.). 2) Вещества, полученные путем микробиологического и химического синтеза, вводимые в состав кормов с целью профилактики заболеваний, лечения, стимуляции роста и продуктивности животных.

Биомасса – масса гидробионтов, в том числе рыб, пересчитанная на единицу площади или объема воды. Так, биомассу зоопланктона рассчитывают на 1 м^3 или 1 л, биомассу бентоса – на 1 м^2 .

Биотические факторы – факторы, определяющие условия существования организмов в данном водоеме. Для рыб биологические взаимоотношения проявляются в форме взаимодействия хищника и жертвы, хозяина и паразита.

Босмина – мелкое планктонное ветвистоусое ракообразное длиной 0,4–0,6 мм, имеющее сильно развитые антеннулы в виде хобота слона. Обитает в толще воды. Является составной частью естественной кормовой базы молоди и рыб-планктофагов.

Брикетирование корма Получение брикетов путем прессования рассыпного корма.

Брикеты Комбикормовая продукция, изготовленная в виде прессованных брикетов геометрически правильной формы и определенных размеров.

В

Валин – незаменимая кодируемая аминокислота, необходимый компонент пищи для животных и человека. Встречается во всех организмах в свободном виде и в составе белков.

Вегетационный период – сезон выращивания рыбы, характеризующийся благоприятными для ее роста температурой, длиной светового дня и другими абиотическими факторами внешней среды.

Витамины – это сложные биологически активные соединения, необходимые для нормального обмена веществ и других процессов жизнедеятельности.

Витамины Вещества высокого биологического действия, которые участвуют во всех жизненно важных биохимических процессах, протекающих в организме рыбы, делятся на водо-жирорастворимые.

Влажность корма. Содержание воды в корме.

Внешняя среда – в отличие от производственной, жилищно-бытовой употребляется для обозначения естественного или преобразованного человеком его окружения. Часто используется как синоним окружающей среды.

Водоём – естественное или искусственное скопление текучих и/или стоячих вод (озеро, река, пруд и т. д.).

Водоём искусственный – специально созданное скопление воды в искусственных или естественных углублениях земной поверхности с замедленным движением воды или полным его отсутствием (водохранилище, пруд, пруд-копань)

Водоросли – низшие растения, обитающие в водоемах. Водоросли, взвешенные в толще воды, составляют фитопланктон, живущие на субстрате – фитобентос. Массовое развитие планктонных водорослей вызывает «цветение» водоемов. Имеют пищевую и кормовую ценность.

Водостойкость гранул комбикорма. Свойство гранул комбикорма под воздействием воды сохранять в течение определенного интервала времени своей первоначальной формы.

Вредная примесь. Семена сорняков и другие примеси, вредные для рыбы, ограниченно допустимые в корме.

Выход (сеголетков, двухлетков и т. д.) – выживаемость рыб за период выращивания. Выражается в процентах.

Г

Газовый режим водоема – изменение содержания **растворенных** в воде газов во времени.

Гаприн – бактериальная биомасса из природного газа (БПГ). Аморфный порошок светло-желтого цвета.

Гарантируемые показатели качества кормов. Показатели, характеризующие минимальное и (или) максимальное количество питательных веществ кормовой продукции, определяемые аналитическими методами и гарантируемые изготовителем, при которых она будет соответствовать своему назначению.

Гидробионты – водные организмы (растения, бактерии, животные).

Гистидин – одна из незаменимых аминокислот. Входит в состав многих белков, необходима для роста молодых животных и поддержания нормального физиологического состояния взрослых организмов.

Гиттия – (от швед. «gyttja» (ил, тина)), гниющий ил, озерные отложения, образовавшиеся из отмерших остатков микроскопических животных, растений и минеральных примесей; то же, что сапрпель.

Глоточные зубы расположены на глоточных костях; у карповых они сидят на нижнеглоточных костях, на пятой жаберной дуге и располагаются в один, два или три ряда.

Годовик – перезимовавший сеголеток. Годовиком считают рыбу до июня следующего года после рождения.

Голопланктон (от греческих слов «holos» (целиком) и «planktos» (блуждающий)) – совокупность организмов, проводящих всю свою жизнь в толще воды

Гомеостаз – свойство организма поддерживать свои параметры и физиологические функции в определенном диапазоне, основанное на устойчивости внутренней среды организма по отношению к возмущающим действиям внешней среды.

Гормоны в кормлении рыб – химическое вещество, образующееся в железах внутренней секреции. Влияют при скармливании их с комбикормом на процессы роста, развития формирования рыбной продукции.

Гранулированные комбикорма. Получение гранул путем прессования рассыпного комбикорма.

Градусодни – произведение среднесуточной температуры воды на число дней с этой температурой.

Гранулированный корм – комбикорм для рыб, имеющий форму круглых или продолговатых зерен – гранул. Их применение снижает потери питательных веществ от выщелачивания водой.

Гранулы – комбикормовая продукция, изготовленная в виде гранул путем прессования на прессе-грануляторе и выдавливания через матрицы с отверстиями определенной формы и размеров.

Группа рыб опытная. Группа подопытной рыбы, на которой испытывают влияние исследуемого фактора.

Д

Дафния – ветвистоусый рачок (кладоцера) длиной 4–6 мм, массой 10 мг. Обитает в прудах и других водоемах, излюбленная пища рыб. Разводят как живой корм для молоди рыб, плодовитость дафнии 20–100 яиц.

Двухгодовики – перезимовавшие двухлетки рыб. На чешуе имеется два годовых кольца.

Двухлетки – рыбы, прожившие два лета. Так называют рыб со второй половины второго лета жизни (с июня). На чешуе имеется одно годовое кольцо, а за ним – прирост второго года.

Действие корма. Продуктивность, получаемая в результате определенного кормления.

Дерть – продукт грубого помола зерна.

Детрит – взвешенные в воде или осевшие на дно водоема мелкие частицы органического или частично минерализованного вещества, на которых концентрируются бактерии. Детрит используют в пищу гидробионты – детритофаги.

Детритофаг – организм, питающийся измельченными остатками органических веществ.

Детритофаг, животное детритоядное – организм, питающийся мертвыми или частично разложившимися органическими веществами (детритом) водной среды. К детритофагам относятся многие многощетинковые черви, двухстворчатые моллюски, планктонные ракообразные, коловратки и др.

Дефекат – известковое удобрение, отход свеклосахарного производства. Получают при очистке свекловичного сока от примесей. Используют для мелиорации прудов, в частности, уплотнения илистого дна, при подготовке кормовых столов и полос.

Джоуль В системе СИ – универсальная единица измерения работы, энергии и количества тепла. Джоуль определяется как работа, производимая силой. За единицу силы принят 1 ньютон (н) – сила, которая массе 1 кг придает ускорение 1 м/с² ($H = 1 \text{ кг} \times \text{м/с}^2$) при перемещении точки приложения этой силы на 1 м по ее направлению (1 Дж = 1 н.м.). Имеются и кратные единицы – кДж, МДж. В качестве единицы количества теплоты получила распространение международная калория (кал), (см. кал).

Диатомовые – водоросли, светло-желтого цвета, наружная оболочка которых состоит из двух кремниевых половинок.

Дистрофный водоем (от греч. «dis» (расстройство) и «trophe» (питание)) – водоем, воды которого бедны питательным веществом и содержат высокие концентрации гумусовых веществ. Такой водоём является малопродуктивным, имеет цвет воды от желтого до прозрачного, часто заморный.

Донные организмы – бентос, население дна, бентические организмы.

Доступность питательных веществ корма. Отношение усвоенных организмом рыбы питательных веществ корма к потребленным.

Дрожжи кормовые. Порошок от светло-коричневого до коричневого цвета. Их получают из технически чистых культур кандида тропикалис, выращенном на субстратах гидролизно-дрожжевых (гидролизатах древесины, подсолнечной лузги, камыша и др.), спиртовых, а также на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности.

Дрожжи. Высокобелковые корма, полученные путем промышленного биосинтеза с помощью различных низших автотрофных. Дрожжи выращиваются на гидролизатах древесины, подсолнечной лузги, торфа, нефти и т. д.

Е

Естественная пища – Зоопланктон, зообентос и фитопланктон.

Естественная рыбопродуктивность – прирост массы рыбы, полученный в течение вегетационного периода с 1 га пруда при питании рыбы только естественной пищей. Определяется климатом района, качеством почв, видом и породой разводимой рыбы.

Естественная рыбопродуктивность водоёма – см.: *Рыбопродуктивность естественная.*

Ж

Жабры – органы дыхания рыб, представляют собой жаберные лесточки на жаберных дугах с хорошо развитой сетью кровеносных капилляров.

Жерновок – верхняя часть глоточного аппарата, заменяющая зубы, прикрепляется соединительной тканью и расположена в углублении глоточного отростка у карповых рыб, твердое роговое образование на нижней стороне черепной коробки.

Жир – важнейший источник энергии.

З

Заводской метод получения личинок – технологический процесс, в котором применяются специальные аппараты и приспособления для получения личинок. Для карпа заводской метод состоит из следующих этапов: 1. Содержание производителей до инъекции. 2. Гипофизарная инъекция производителей. 3. Выдерживание производителей после инъекции. 4. Получение зрелых половых продуктов. 5. Оплодотворение и обесклеивание икры. 6. Инкубация икры в аппаратах. 7. Проведение выклева личинок. 8. Выдерживание личинок до перехода на внешнее питание. 9. Транспортирование личинок и посадка их в пруды.

Загрязнение водоемов – введение в воду рек, озер, морей любых нежелательных веществ, в нормальных условиях не присутствующих в ней, например, микроорганизмов, химикатов, отбросов или сточных вод, которые делают воду непригодной для ее целевого использования.

Заменители протеина. Синтетические азотистые соединения.

Замор – массовая гибель рыбы и водных организмов из-за отсутствия или недостатка растворенного в воде кислорода, или появления в воде ядовитых веществ.

Заморные пруды и озера – пруды и озера, где отмечается резкое снижение содержания растворенного в воде кислорода.

Запас – общее количество организмов, имеющееся в данный момент в водоеме.

Зараженность кормов вредителями. Наличие в кормах живых насекомых и (или) клещей в любой стадии развития.

Зимовальный пруд – рыбоводный пруд для зимнего содержания рыбы. Площадь зимовального пруда принимается равной 0,5–1 га, глубина – до 3 м; дно ровное, незаиленное; водообмен – за 10–12 сут.

Зоны рыбоводства - крупные участки территории, отделенные изолиниями количества дней в году с температурой воздуха выше 15 °С. Интервал между зонами рыбоводства составляет 15 дней. Распределение количества дней с температурой воздуха выше 15 °С по зонам рыбоводства следующее: I – 60–75; II – 76–90; III – 91–105; IV-121-135; V – 136–150 и VII – 151–175 дней в году. Для этих зон разработаны рыбоводно-биологические нормативы, принятые при проектировании и эксплуатации прудовых рыбоводных хозяйств.

Зообентос – группа животных, обитателей дна водоемов. Различают нектобентос организмов, живущих у поверхности дна (мизиды) микро- и макробентос.

Зоопланктон – группа мельчайших организмов, преимущественно ракообразных, обитающих в толще воды и неспособных противостоять течению. Он служит кормом для планктоноядных рыб. Различают макро- и микрозоопланктон.

И

Избирательность питания рыб – способность рыб потреблять пищевые организмы в ином соотношении, чем они имеются в водоеме, одних они предпочитают, а других избегают. У рыб, питающихся зоопланктоном (омуля, пеляди и ряпушки), избирательная способность выражена слабо, поскольку отфильтровать нужные организмы из заглотанного объема воды весьма затруднительно. У бентофагов избирательная способность выражена довольно четко. Например, карп избегает остракод, хотя они крупнее и многочисленнее других рачков, стерлядь выбирает хирономид, лещ – моллюсков.

Известкование – один из методов мелиорации водоемов, внесение по ложу или по воде извести, известковой или доломитной муки. Способствует нейтрализации кислых соединений, минерализации органического вещества; применяется и для дезинфекции водоемов.

Известь – известковый материал с высоким содержанием кальция. Негашеную известь получают обжигом известняка, гашеную - действием воды на негашеную известь. В прудовом рыбоводстве чаще применяют негашеную известь.

Иммунитет – невосприимчивость к возбудителям инфекционных болезней и чужеродным веществам. Возникает в организме и сопровождается образованием антител, вызванным попаданием чужеродного белка – антигена.

Индекс наполнения кишечника – отношение сырой массы содержимого пищеварительного тракта к сырой массе тела рыбы.

Индустриальное рыбоводство – разведение и выращивание рыб и других объектов аквакультуры с использованием специальных устройств, позволяющих регулировать температуру, содержание кислорода и другие факторы среды. В качестве рыбоводных емкостей используют бассейны, лотки, садки.

Инкубационный цех – помещение с рыбоводными аппаратами, которое используют для инкубации эмбрионов и выращивания личинок.

Интенсивная форма ведения рыбоводства – выращивание рыбы с применением методов интенсификации: кормления, удобрения прудов, мелиорации, поликультуры и др.

Искусственный корм. Комбикормовое сырье, происхождения: растительного, животного (кроме естественной пищи) и микробиологического синтеза.

Ихтиология (от греч. ichthys – рыба и ...логия) – наука о рыбах; раздел зоологии позвоночных, изучающий рыб, их строение, функции их органов, образ жизни на всех стадиях развития, распространение рыб во времени и пространстве, их систематику, эволюцию.

Ихтиофауна – совокупность всех видов рыб, населяющих водоем или воды какой-либо территории. Рыбное население водоема.

К

Калорийность. Валовая энергия органического вещества, выраженная в калориях энергии содержащихся в корме, веществах экскрементов, мясе и других. Для определения с большой точностью валовой энергии можно рассчитать по формуле: $Y = 5,72 \text{ (ккал/г протеина)} \times \text{г1 (количество протеина)} + 9,50 \text{ (ккал/г жира)} \times \text{г2 (количество жира)} + 4,9 \text{ (ккал/г клетчатки)} \times \text{г3 (количество клетчатки)} + 4,17 \text{ (ккал/г БЭВ)} \times \text{г4 (количество БЭВ)}$. 266

Калория. Количество теплоты необходимое для нагревания на 1 °С 1 г воды имеющей температуру 14,5 °С и называется малой калорией – (кал), которая равна 4,1868 Дж. Большая калория (ккал) необходимое

для нагревания 1 кг воды на 1000 °С. Кроме того имеется показатель Мкал, гигакалория (Гкал) и теракалория (Ткал).

Карантинный пруд – специальный пруд для выдерживания рыбы, завезенной из другого хозяйства, с целью предотвращения распространения заболеваний. Площадь пруда обычно не превышает 1 га, глубина 1,5–2,0 м. Водоснабжение независимое.

Каротин – ненасыщенный углеводород, оранжево-желтого цвета, пигмент растений и некоторых животных. Каротиноиды являются источником А – витаминной активности кормов животных.

Категории рыбоводных прудов – в карповом полносистемном рыбоводном хозяйстве следующие: нерестовые, мальковые, выростные, зимовальные, нагульные; для содержания производителей и ремонтного молодняка – летние и зимние маточные пруды.

Качество воды – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования.

Качество корма. Совокупность свойств корма, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением.

Кислородный порог у рыб – граница содержания растворенного в воде кислорода, при наступлении которой рыба погибает от удушья.

Кислотное число жира. Условная величина, характеризующая содержание в 1 г жира свободных жирных кислот и других титруемых щелочью веществ, выраженная в миллиграммах едкого кали, необходимого для их нейтрализации.

Кислотность жира. Показатель, характеризующий количественное содержание свободных жирных кислот и других титруемых щелочью веществ в пересчете на олеиновую кислоту.

Комбикорм Комбикормовая продукция, представляющая собой сложную однородную смесь очищенных и измельченных до необходимой крупности различных кормовых средств и микродобавок, предназначенная для скармливания животным конкретного вида, возраста и производственного назначения.

Комбикорм брикетированный. Комбикорм в виде плиток геометрической правильной формы, определенных размеров, попадая в воду тонет.

Комбикорм гранулированный. Комбикорм в виде плотных комочков определенной формы и размеров который в воде тонет или плавает на поверхности.

Комбикорм производственный. Искусственный комбикорм с диаметром гранул от 3,0–3,5 мм и более, для выращивания сеголеток, годовиков, товарной рыбы и производителей.

Комбикорм рассыпной. Исходный комбикорм, предназначенный для гранулирования, брикетирования, экструдирования и другое.

Комбикорм стартовый. Искусственный пылевидный и в виде крупки и гранул (диаметром крупки и гранул до 3 мм) для подращивания личинок и выращивания молоди разных видов рыб.

Комбикорм экструдированный. Комбикорм в виде пористых комочков, определенной формы и размеров, который может некоторое время держаться на поверхности воды.

Комбикорм рыбный – корма, в состав которых входят многочисленные компоненты. Например, комбикорма для карпа включают жмыхи, шроты, зерновые, бобовые, отруби, кукурузу, животные корма, мел, дрожжи, микродобавки и др. По химическому составу они содержат до 35 % протеина, до 5,5 % жира.

Комбикорм-концентрат. Комбикорм, предназначенный для скармливания животным в дополнение к сочным и грубым кормам.

Комбикормовая крошка. Продукт, образующийся при разрушении гранулированных, брикетированных комбикормов и комбикормовой крупки в процессе их производства, транспортирования и хранения.

Комбикормовая крупка. Готовый продукт, получаемый измельчением гранулированного комбикорма.

Комбикормовое сырье животного происхождения. Мясные, рыбные, молочные продукты и специально подготовленные отходы их переработки, используемые для приготовления комбикормов и белково-витаминных добавок.

Комбикормовое сырье. Кормовое средство, используемое для производства комбикормов.

Комбикормовое сырье минерального происхождения. Мел, известняк, ракушка, фосфаты, используемые для приготовления комбикорм и белково-витаминных добавок.

Комбикормовое сырье растительного происхождения. Растительные компоненты, используемые для приготовления комбикормов и белково-витаминных добавок.

Компонент комбикорма. Технологически подготовленная составная часть комбикорма.

Концентрация пороговая – такая минимальная концентрация вещества, которая при определённых условиях способна вызывать вредное влияние на организм или окружающую его среду.

Корм – продукт растительного и животного происхождения, употребляемый для кормления сельскохозяйственных животных. Обеспечивают организм животных питательными веществами, необходимыми для поддержания жизнедеятельности, роста и производства продукции.

Корма растительного происхождения. Продукция растениеводства и побочные продукты ее переработки, используемые в кормлении рыб.

Кормовая база водоёма – количество растительных и животных организмов, а также продуктов их распада (детрит), которое имеется в водоеме и может быть использовано рыбами.

Кормовая дорожка. Подготовленная определенного размера полоса на дне ложа пруда для непрерывного задаваемого искусственного корма в период кормления рыбы.

Кормовая смесь. Простая однородная смесь измельченных компонентов до необходимой крупности.

Кормовая ценность (питательность). Комплексная оценка компонентов и комбикормов по всем показателям питательных веществ.

Кормовое место. Подготовленная определенного размера площадка на грунте ложа пруда для задаваемого искусственного корма в период кормления рыбы.

Кормовое средство. Продукт, используемый в кормлении рыб и, в пределах допустимых дозировок, не оказывающий вредного воздействия на их здоровье и продуктивность.

Кормовой концентрат. Продукция с содержанием питательных веществ выше физиологических потребностей животных, предназначенная для последующего разбавления и смешивания с другими кормовыми средствами с целью получения сбалансированного по питательности корма.

Кормовой коэффициент – см. *коэффициент кормовой*.

Кормовой коэффициент. Число, показывающее какое количество корма, выраженное в килограммах, которое израсходовано на прирост массы рыбы при ее выращивании на искусственных кормах, кг/кг или единиц (ед.).

Кормовой рацион. Определенное количество искусственных кормов или естественной пищи необходимого для удовлетворения пищевых потребностей рыбной продукции.

Кормовой столик. Изготовленная из материала определенного размера площадка для задаваемого искусственного корма и контроля за его поедаемостью в период кормления рыбы.

Кормовые нормы. Количество питательных веществ и энергии, удовлетворяющие потребности рыбы, которые обусловлены физиологическим состоянием и рыбопродуктивностью.

Кормовые ресурсы – совокупность растительных и животных организмов и продуктов их распада, представляющих пищу для гидробионтов. Кормовые средства, полученные путем промышленного биосинтеза с помощью различных низших автотрофных организмов.

Кормовые фосфатиды (ФУЗ). Вещество, получаемое на маслоэкстракционных заводах путем сушки гидратационного осадка, образующегося при обработке водой в основном подсолнечного масла.

Коэффициент кормовой – отношение массы потребленного корма к приросту массы рыбы; выражает эффективность использования корма. Кормовой коэффициент – это число, показывающее, сколько килограммов корма должна съесть рыба данного вида для получения 1 кг прироста. Кормовой коэффициент – условная величина, позволяющая сделать количественную оценку качества кормов. Чем ниже кормовой коэффициент, тем эффективнее рыба использует этот корм для наращивания биомассы. Кормовой коэффициент не следует смешивать с понятием *оплата корма* (см.).

Коэффициент оплаты корма – это отношение массы заданного (внесенного) в пруд корма к приросту живой массы рыбы.

Коэффициент переваримости – процентное отношение количества переваримых составных частей корма к их полному содержанию в нём.

Коэффициент переваримости. Отношение переваренных питательных веществ к принятым рыбой сырым веществам, выраженной в процентах.

Коэффициент эффективности белка. Отношение между привесом и принятым с кормом протеином.

Крошимость гранул. Свойство гранул комбикормовой продукции, характеризующееся степенью их разрушения.

Крошка. Частицы комбикорма, образовавшиеся при разрушении гранул, крупки, брикетов, экструдированной и экспандированной ком-

бикормовой продукции при их производстве, транспортировании и хранении.

Крупка. Комбикорм, изготовленный измельчением гранул до частиц заданного размера.

Крупность. Процентное соотношение масс частиц компонентов кормов, остающихся на ситах с различным диаметром отверстий.

Л

Лейцин – одна из незаменимых аминокислот. Отсутствие лейцина в пище приводит к задержке роста. Не синтезируется в организме животных и человека. В промышленности лейцин производят синтетическим путем.

Лецитины – жирорастворимые органические вещества из группы фосфолипидов. Содержатся в растительных и животных тканях, как в свободном состоянии, так и в форме соединений с белками и углеводами. Больше всего их содержится в икре рыб, семенах сои и подсолнечника. Лецитины играют большую роль в клеточном обмене жиров.

Личинка – стадия развития рыбы от момента исчезновения желточного мешка до приобретения формы тела, характерной для данного вида рыб; с момента смешанного питания до начала закладки чешуи

Лотковый способ подращивания личинок рыб – один из промышленных способов подращивания личинок рыб. Кормление рыб в лотках – искусственное.

Лоток – емкость для подращивания и выращивания молоди рыб. Имеет удлиненную форму. Чаще всего используют стандартные лотки из стеклопластика длиной около 5 м, шириной 0,75 м и высотой 0,5 м, вместимостью 1,5 м³.

М

Макрофиты – крупные высшие и низшие водные растения, образующие три отдельные группировки в водоеме: 1. Макрофиты с плавающими листьями (кувшинка, кубышка, водокрас, рдест плавающий, сальвиния, ряска, гречиха земноводная, водяной орех и др.). 2. Надводные макрофиты (тростник, рогоз, аир, ежеголовник и др.). 3. Подводные макрофиты (рдесты, элодея, роголистник, уруть и др.).

Макроэлементы – группа биологически значимых химических элементов, поглощаемых организмами. К ним относятся азот, фосфор,

калий, кальций, магний, железо, сера, натрий, хлор. Они входят в состав органических и неорганических веществ живых организмов. Их концентрация достигает 0,001–50 % массы тела последних.

Макроэлементы. Минеральные вещества, содержащиеся в растениях, рыбе и их продуктах в количестве более 0,01 %.

Малек – стадия развития, следующая за стадией личинки; ранняя стадия развития рыбы, во время которого внешний облик организма близок к облику взрослой рыбы. В мальковый период исчезают личиночные органы, появляются характерные для взрослых рыб органы и функции. Половые органы почти не развиты. Вторичные половые признаки, как правило, отсутствуют. Личинка и малек носят также название молоди.

Маточное стадо состоит из самцов и самок, которых используют для получения потомства путем естественного нереста или заводским способом.

Мелиорация биологическая (водных объектов) – улучшение состояния водного объекта при помощи биологических мероприятий.

Меприн (БВК из метана). Белый или светло-серый порошок со свойственным дрожжам запахом.

Металломагнитная примесь. Металлические частицы, содержащиеся в кормах, способные притягиваться к магниту.

Метионин – незаменимая аминокислота. Отсутствие метионина в пище сдерживает синтез белков, рост, приводит к тяжелым нарушениям обмена веществ.

Микрокомпонент. Компонент, вводимый в состав комбикормовой продукции в микродозах (витамины, микроэлементы, ферментные препараты, красители, ароматизаторы, антибиотики и др.).

Микронизация (микронирование). Тепловая обработка компонентов и комбикормов при помощи инфракрасных лучей и высокочастотными.

Микропланктон – часть планктона, охватывающая совокупность организмов (бактерии, растения, животные) размером от 50 мкм до 1 мм, которые обитают в толще воды (многоклеточные водоросли, простейшие, коловратки, различные личинки).

Макроэлементы. Минеральные вещества, содержащиеся в растениях, организме рыбы и их продуктах в количестве менее 0,001 %.

Микроэлементы – химические элементы, необходимые организмам в ничтожных количествах, но определяющие успешность их развития или безболезненного существования. К ним относятся марганец,

бор, молибден, медь, цинк, кобальт и др. Содержание их измеряется от 0,001 до 0,00001 % массы тела. Недостаток или повышенное содержание того или иного микроэлемента в воде и пищевых продуктах приводит к возникновению различных заболеваний.

Минеральные кормовые добавки. Продукты естественного или искусственного происхождения, используемые в качестве источников химических элементов, необходимых для построения и жизнедеятельности организма животного (к ним относят поваренную соль, мед, известняк, ракушку, фосфаты, цеолиты, бентониты и др.).

Мирные рыбы – абсолютное большинство рыб, питающихся беспозвоночными. Различают планктоноядных (молодь всех рыб, в том числе и хищных, пелядь, ряпушка, омуль, елец) и бентосоядных (осетр, стерлядь, карповые, вьюновые). Классификация весьма условная, поскольку все бенто-соядные рыбы потребляют и планктон, а в рацион хищных рыб входят бентос, водоросли, личинки насекомых.

Моллюск дрейсена – представитель зообентоса. В водохранилищах Днепра, Дона, Волги максимальная биомасса скоплений этого моллюска – 3–5 кг/м², а численность личинок моллюсков в толще воды достигает 300–400 тыс. экз/м³.

Мотыль – личинки комаров красного цвета, живущие в иле водоемов.

Мотыль – личинки хиронимид, в пресноводных водоемах составляют порой более половины зообентоса. Они питаются планктонными водорослями (мелозира, анабема). За лето дают до 6 генераций.

Н

Навеска корма. Подготовленная часть средней пробы корма, которую полностью и одновременно используют для проведения контроля.

Нагул. 1) Откорм рыбы на естественной пище. 2) период интенсивного питания после нереста (щука, язь, окунь, плотва и др.) либо перед размножением (омуль, чир, сиг, муксун и др.). Для многих рыб нагулу предшествует миграция к местам откорма.

Нагульный пруд – пруд, служащий для нагула товарной (столовой) рыбы. Площадь нагульных прудов может быть различной (оптимальная до 100 га) и определяется размерами хозяйства, рельефом местности. Средняя глубина 2–3 м.

Наполнитель (премикса). Кормовое средство, применяемое в качестве среды для равномерного распределения в ней микрокомпонентов комбикормовой продукции.

Нектон – совокупность активно плавающих пелагических животных, способных противостоять силе течения и перемещаться на значительные расстояния. Для нектонных животных характерны обтекаемая форма тела и хорошо развитые органы движения.

Нерастворимая в соляной кислоте зола. Часть сырой золы кормов, нерастворимая в соляной кислоте, состоящая из частиц минерального происхождения.

Нерест – выметывание икры рыбами; процесс размножения рыб. У сазана, карпа, карасей, линя, судака происходит весной, у ручьевой форели – осенью.

Нерестовый пруд – пруд для нереста рыб. Площадь 0,05–0,2 га, глубина 0,3–0,7 м.

Нетрадиционные компоненты. Побочные продукты переработки пищевых продуктов или неиспользуемые в кормлении рыб.

Нетто калория. Единица измерения нетто энергии кормов или продуктивной энергии.

Норма кормления – количество корма, содержащего питательные вещества и энергию, удовлетворяющие потребность рыб, которая обусловлена физиологическим состоянием организма. Кормление, отвечающее норме, называется нормированным

Норма потребности Показатели потребности рыбы в корме или отдельных питательных веществах для получения рыбной продукции.

Нормирование. Кормление, отвечающее нормам при нормировании кормления, определяют уровень потребления кормов и обеспечения поступления в корма необходимого.

Нормы потребности в энергии и питательных веществах. Показатель потребности рыбы в нетто-энергии, переваримом протеине и др. для производства рыбной продукции.

О

Обеспеченность пищей рыб – присутствие в водоеме доступных для потребления рыбой кормовых организмов и наличие условий, обеспечивающих рыбе возможность использования корма.

Обмен веществ экзогенный. Обмен веществ в пищеварительном тракте.

Обмен основной. Обмен веществ и энергии при голодании, спокойном состоянии и оптимальной температуре внешней среды.

Обмен поддерживающий. Обмен веществ при поддерживающем пищевом равновесии.

Обменная энергия. Показатель энергетической питательности, представляющий собой часть общей энергии корма, используемую организмом животного для восполнения его энергетических затрат и различных процессов биосинтеза.

оболочку кишечника в кровь и лимфу.

Оборот прудового хозяйства – период времени, необходимый для выращивания рыбы от икринки до товарной массы. Различают однолетний, двухлетний, трехлетний и многолетний обороты. В тепловодных прудовых хозяйствах принят в основном двухлетний оборот.

Общая бактериальная обсемененность кормов. Общее количество микробных клеток в 1 г исследуемой комбикормовой продукции.

Общая кислотность кормов. Суммарное содержание в корме слабых органических многоосновных кислот.

Объединенная (общая) проба. Проба корма, состоящая из нескольких тщательно перемешанных точечных проб.

Объём воды пруда – величина (в м³), указывающая количество воды в пруду.

Оплата корма – это отношение заданного корма к приросту массы рыбы. Оплату корма вычисляют делением количества продукции, полученной от животных за определённый период, на количество кормов, потреблённых за этот же период (выраженных в энергетических кормовых единицах).

Опыт научно-хозяйственный. Опыт, поставленный на научной основе в условиях хозяйства.

Органические удобрения – удобрения, содержащие питательные для растений химические элементы, главным образом в виде соединений растительного или животного происхождения. К органическим удобрениям относится большинство местных удобрений – навоз, навозная жижа и птичий помет, а также компосты, торф, ил (сапропель), сточные воды и другие отходы промышленности и коммунального хозяйства

Органолептические показатели качества воды – вкус и запах воды, определяемые с помощью органов чувств человека. Их интенсивность определяется в баллах от 0 до 5.

Осмоз – явление медленного проникновения (диффузии) растворителя в раствор через тонкую перегородку, непроницаемую для растворенных веществ; играет большую роль в жизнедеятельности животных и растительных организмов.

Осмотическая регуляция – регуляция концентрации минеральных солей в жидкостях в теле рыбы по отношению к концентрации минеральных солей в воде, в которой эта рыба живет.

Осмотическое давление – давление, производимое растворенным веществом в растворе, т. е. это давление, которое необходимо приложить для предотвращения проникновения воды сквозь полупроницаемую мембрану при различных концентрациях соли по разные стороны от мембраны. Является одним из важных факторов, влияющих на распределение в тканях воды и растворенных веществ.

Отношение протеиновое. Отношение протеина в корме к сумме всех безазотистых веществ, причем, жиры умножаются на 2,25.

Отношение Са:Р. Весовое соотношение Са:Р в компонентах и комбикормах.

Оценка питательности кормов. Характеристика питательного достоинства корма на основе его действия в организме рыбы.

Оценка по продукции. Оценка корма по содержанию энергии качеству продукции.

Оценка по энергетической питательности. Оценка корма по содержанию энергии в продукции, выраженным в единицах энергии.

II

Патогенная микрофлора кормов. Микроорганизмы, способные вызывать заболевания животных.

Переваримость корма – свойство содержащихся в корме питательных веществ переходить под воздействием соков и ферментов пищеварительного тракта в растворимое состояние и всасываться через стенки пищеварительного канала. Переваримость корма вычисляются по разности между питательными веществами корма и веществами, выделенными в кале. Переваримость корма характеризуется *коэффициентом переваримости* (см.).

Переваримость. Разность между количеством веществ, принятых с кормом и выделенных с экскрементом.

Перекисное число жира корма. Содержание перекисей в 100 г жира комбикормовой продукции, выраженное в граммах йода, выделенного из йодистого калия в ледяной уксусной кислоте.

Перекисное число жира. Условная величина, выражаемая количеством йода в процентах, эквивалентных йодистоводородной кислоте, прореагировавшей в стандартных условиях с перекисной или гидроперекисной группами.

Период подращивания – ранний этап постэмбрионального развития рыб, совпадающий с личиночным периодом, когда молодь переходит на активное питание. В период подращивания личинки имеют органы, отсутствующие у взрослой рыбы: плавниковую оторочку, частично функционирующий Кювьеров проток, кожное дыхание и т. д. У личинок отсутствуют парные плавники и чешуя, слабо развита пищеварительная система, жаберное дыхание функционирует лишь частично. Только к месячному возрасту личинки достигают характерного для взрослых особей строения и переходят в мальковую стадию.

Пилорические придатки – отростки пищеварительного тракта пальцевидной формы, расположены перед желудком или за ним.

Питательные вещества корма. Органические и минеральные вещества, необходимые для поддержания жизни и обеспечения продуктивности животных.

Питательные вещества. Органические и минеральные вещества, содержащиеся в кормах и необходимые для питания рыбы.

Пищевая цепь – ряды видов организмов, связанных между собой пищевыми взаимоотношениями, что образует определенную последовательность передачи веществ и энергии.

Планктон – формы, либо полностью неспособные к активным движениям, либо способные, но не имеющие возможности противостоять токам воды и переносимые с места на место (водоросли, простейшие, коловратки, рачки и другие мелкие животные).

Плодовитость относительная – количество икры, приходящееся на единицу массы тела самки. Этот показатель характеризует индивидуальную плодовитость.

Побочные продукты молочной, мясной, птице- и рыбоперерабатывающей промышленности, шелкового производства, используемые в комбикормовом производстве.

Поверхностный слой воды – слой воды водного объекта, расположенный от поверхности воды до глубины 0,5 м.

Подращивание личинок – содержание полученных в результате искусственного воспроизводства личинок рыб в небольших мальковых Прудах, лотках, бассейнах, садках и других устройствах в течение 10–20 дней для повышения их жизнестойкости перед посадкой в выростные пруды.

Показатели безопасности корма. Показатели, характеризующие безопасность кормов для животных и окружающей среды, а также для получения продуктов животноводства, безопасных для человека.

Поликультура – совместное выращивание в прудах рыб разных видов, различающихся по характеру питания. Поликультура позволяет полнее использовать естественную кормовую базу водоема, увеличить выход рыбой продукции.

Полнорационный комбикорм. Комбикорм, полностью обеспечивающий потребность животных в питательных, минеральных и биологически активных веществах и предназначенный для скармливания в качестве единственного рациона.

Полноценность кормления – понятие, включающее в себя качество кормов и их диетические свойства. Это понятие включает так же структуру рациона, соотношение питательных веществ, состав и свойства - питательность, поедаемость. Переваримость.

Порода – большая по численности однородная группа животных, созданная в результате целенаправленной селекционной работы. Создается с определенными хозяйственно полезными признаками, которые устойчиво передаются по наследству.

Порционная рыба – рыба минимального товарного размера (для форели 350–600 грамм).

Потребность в питательных веществах. Потребность в нетто энергии, переваримом протеине, минеральных веществах, витаминах при различных физиологических состояниях и различий рыбопродуктивности.

Потребность для поддержания. Потребность в энергии при питательных веществах для поддержания равновесия в организме рыб, не дающего продукции.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – концентрация вещества в воде, выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов водопользования.

Премиксы – (от латинского *prae* – вперед и *miscere* – предварительно + смешиваю) – обогатительные смеси биологически активных веществ микробиологического и химического синтеза, применяемые

для повышения питательности комбикормов и улучшения биологического действия их на организм животных. В состав премиксов входят: наполнитель – продукт, способный растворять и удерживать активные и биологически активные вещества – витамины, микроэлементы, аминокислоты, химико-терапевтические препараты и др.

Прирост. Увеличение массы рыбы за определенный период времени.

Проба корма. Количество комбикормовой продукции, отобранное из контролируемой партии для проведения контроля.

Продуктивное действие корма. Соотношение между питательностью корма и продуктивностью рыбы.

Продуктивность. Способность рыбы давать определенное количество продукции за определенный промежуток времени.

Продукция – прирост биомассы организмов за тот или иной период.

Продукция первичная – биомасса, возникшая в результате жизнедеятельности растений: водорослей (фитопланктон) и высшей водной растительности (макрофиты).

Продукция промежуточная – биомасса организмов зоопланктона и зообентоса, служащих кормом для рыб.

Продукция рыбохозяйственная или конечная – биомасса рыбы водоема. Продукция, вырабатываемая в соответствии с заданным рецептом и предназначенная для скармливания животным в чистом виде или в смеси с другими кормовыми средствами.

Производственная партия корма. Определенное количество корма, полученное из определенного сырья по определенной технологии в течение определенного интервала времени, предназначенное для единовременной передачи, отгрузки, хранения, использования.

Промышленное рыбоводство (аквакультура) – предпринимательская деятельность по выращиванию рыбы, других водных животных и растений.

Протеин – основная часть живой материи, материал, идущий на построение тканей и органов в течение всей жизни.

Протеин сырой. Сумма всех азотистых веществ компонентов и комбикорма, определяемая умножением азота, содержащегося в комбикорме на коэффициент 6,25.

Пруд – искусственный водоем, сооружаемый для целей рыбоводства, водоснабжения, ирригации, биологической очистки сточных вод, водопоя скота и др.

Прудовое рыбоводство – одна из старейших отраслей аквакультуры, использующая для выращивания рыбы пруды. В зависимости от биологических особенностей разводимых рыб разделяют на два типа: тепловодные, где основными объектами разведения являются карп, растительные рыбы, канальный сом, тилапия и др., холодноводное, где разводят форель и других лососевых рыб.

Р

Разбухаемость гранул. Свойство гранул комбикормов для рыб, характеризующееся временем, в течение которого объем гранул в воде увеличивается вдвое.

Рассыпной комбикорм. Комбикормовая продукция, изготовленная в виде однородной россыпи.

Рацион или комбикорм, основной. Рацион или комбикорм контрольной группы в научно-хозяйственном опыте принятый за основу для сравнения в дифференцированном опыте.

Рацион кормовой – состав и количество корма, питательность которого соответствует установленным нормам кормления. Кормовой рацион включает комплекс питательных веществ. Если он соответствует потребности рыб, то называется сбалансированным.

Рацион суточный – количество корма, необходимое рыбе течение суток. Он выражается в весовых единицах или в процентах к массе тела, распределяется на дозы и выдается за несколько приемов.

Рацион, сбалансированный (полноценный). Рацион, согласованный по содержанию питательных веществ с потребностями рыбы.

Режим кормления – распределение рациона кормления во времени. Чем больше относительный рацион, тем более подробно его необходимо скармливать.

Резорбция. Всасывание питательных веществ через слизистую.

Ремонт – племенные рыбы, предназначенные для пополнения маточного стада, в период до достижения ими половозрелого возраста.

Рецепт комбикорма. Набор компонентов комбикормовой продукции в процентном или весовом выражении.

Рост. Увеличение массы структурных элементов тела рыбы.

Рыбная мука – компонент комбикорма для рыб, важнейший источник животного белка. Содержит около 60 % протеина, незаменимые аминокислоты.

Рыбоводное хозяйство – предприятие, деятельность которого связана с разведением и выращиванием рыб.

Рыбоводные пруды - пруды, используемые для содержания и выращивания рыб, в том числе для любительского и спортивного рыболовства.

Рыбоводство - комплекс мероприятий, обеспечивающих сохранение, увеличение и качественное улучшение рыбных запасов в водоемах. Выделяют три основных направления: рыбоводство в естественных водоемах, прудовое рыбоводство и индустриальное рыбоводство.

Рыбоводство в естественных водоемах – система мероприятий, имеющих целью разведение и выращивание ценных видов рыб, обеспечение воспроизводства рыбных запасов, их сохранение и качественное улучшение путем создания оптимальных условий их естественного размножения и нагула, а также за счет искусственного их разведения и акклиматизации в естественных и искусственных водоемах.

Рыбоводство в ирригационных водоемах – включает несколько типов хозяйствования на водоемах. 1. На базе рисовых чеков. 2. В магистральных каналах. 3. На солончаковых землях, не используемых в сельскохозяйственном производстве. 4. На водоемах-накопителях отработанных вод. 5. На водоемах местного орошения. 6. На головных водохранилищах магистральных каналов.

Рыбопродуктивность водоёма - суммарный прирост массы рыбы, полученной с единицы площади водоёма в течение одного вегетационного сезона за счет использования рыбой естественной кормовой базы водоёма и искусственных кормов. Различают рыбопродуктивность естественную и кормовую.

Рыбопродуктивность естественная – общий прирост живой массы рыбы, полученный за счёт только естественных кормов каждого гектара водной площади водоёма в течение вегетационного сезона.

Рыбопродуктивность кормовая – общий прирост живой массы рыбы, полученный за счёт искусственных кормов

Рыбопродукция - это общая масса рыбы, полученная с единицы площади пруда в течение вегетационного сезона. Рыбопродуктивность и рыбопродукцию выражают в весовых единицах (килограммах, центнерах или тоннах) на один гектар площади пруда и нормируют по зонам рыбоводства

Рыбохозяйственная мелиорация – комплекс мероприятий, направленных на улучшение гидротехнических, гидрохимических и гидробиологических условий жизни рыб.

Садковое содержание (выращивание) – содержание (выращивание) рыб в садках.

Садок – устройство для содержания и выращивания рыб. В настоящее время наиболее часто используются плавучие садки различной конфигурации, с сетчатыми вкладышами, установленные на понтонных линиях.

Самоочищение природных вод – совокупность всех природных процессов в загрязненных водах, направленных на восстановление первоначальных свойств и состава воды.

Свободный эмбрион – зародыш со дна выклева до перехода на смешанное питание.

Сеголеток – рыба первого года жизни, вышедшая из икры в текущем году (рыба сего лета). В прудовом рыбоводстве сеголетками называют молодь рыб в период от посадки мальков в выростные пруды до весеннего вылова из зимовальных прудов. На чешуе сеголетков отсутствует годовое кольцо (есть мальковое). В специальной литературе сеголетков обозначают знаком 0+ (+ указывает на начало сезона текущего года).

Смешанная посадка – совместное выращивание в одном водоеме различных возрастных групп рыб одного вида, например сеголетков и двухлетков.

Спектр питания – состав пищи рыбы, характеризующийся набором потребляемых кормов и их количественным соотношением.

Средняя проба корма – часть объединенной пробы корма, выделенная методом усреднения для лабораторного контроля.

Срок хранения корма – период, в течение которого корм при соблюдении установленных условий хранения может оставаться полностью пригодным к скармливанию животным и сохранять все специфические качества, присущие ей.

Стартовый корм – искусственный корм или живые организмы, применяющиеся в первые дни подращивания личинок рыб.

Стенобионтные виды – виды, приспособленные к существованию в строго определенных узко ограниченных условиях и не выносящие больших колебаний условий окружающей среды.

Стенобионты – организмы, обитающие только в строго определенных условиях.

Стимулирующие вещества – вещества, регулирующие нормальный обмен в организме рыбы и из-за незначительного их количества не являющиеся источником энергии.

Сыпучесть корма – свойство кормов, характеризующее их способность истекать из емкости с установленными размерами выпускного отверстия.

Сырая зола корма – минеральные вещества, остающиеся после сжигания исследуемой пробы корма.

Сырая клетчатка корма – часть углеводов, из которых состоят стенки клеток комбикормового сырья растительного происхождения (целлюлоза, пентозаны, гексозаны, инкрустирующие вещества и др.). Нерастворимый остаток получаемый после специальной обработки корма слабыми растворами кислот.

Сырой жир – вещества, извлекаемые из комбикорма путем обработки его жирорастворителем. Смесь триглицеридов жирных кислот и сопутствующих жироподобных веществ корма (свободные жирные кислоты, спирты, альдегиды, провитамины, пигменты, эфирные масла и др.).

Сырой протеин корма – суммарное содержание всех азотистых веществ корма, определяемое по количеству общего азота, умноженному на коэффициент 6,25.

Т

Теплолюбивые рыбы – группа рыб, у которых основные жизненные функции (питание, рост, размножение) проходят при температуре выше 20 °С.

Технологические показатели качества комбикормовой продукции Показатели, характеризующие соблюдение технологии комбикормового производства. (влажность, крупность рассыпной комбикормовой продукции, наличие целых зерен, размеры гранул и крупки, крошимость гранул, водостойкость или разбухаемость гранул для рыб, металломагнитную примесь).

Токсичность корма Свойство корма, характеризующее содержание токсических веществ выше допустимого уровня, которое может вызвать отравление или гибель животных.

Токсичные элементы корма Химические элементы, превышение содержания которых в комбикормовой продукции более максимально

допустимого уровня может оказать отравляющее действие на организм животных или через продукты животноводства на человека.

Точечная проба корма – проба корма, взятая из одного места за один прием.

Трофический – термин означает «связанный с питанием».

Туводные рыбы – способные обитать в пресной и соленой воде;

У

Углеводы – наиболее дешевый источник энергии.

Удостоверение качества и безопасности комбикорма – документ, которым изготовитель удостоверяет качество и безопасность каждой партии комбикормовой продукции.

Уплотненные посадки рыб – посадка рыбы на выращивание с высокой плотностью посадки, значительно превосходящей «нормальную» посадку, рассчитанную только на естественную кормовую базу.

Уровень аминокислотного питания – отношение количества аминокислот к сырому протеину или сухому веществу корма, а также сбалансированности аминокислот относительно потребности рыб.

Уровень витаминного питания – относительное содержание витаминов в единице корма.

Уровень протеинового питания – количество сырого протеина по отношению к сухому веществу корма, выраженных в процентах.

Ф

Ферментные препараты – вещество, содержащее ферменты.

Ферменты – белки, обладающие каталитической активностью.

Фитобентос – совокупность растений, обитающих на дне водоемов. К фито- бентосу относятся водоросли и некоторые цветковые растения.

Фитомикробентос – совокупность микроскопических водорослей на дне водоема

Фитопланктон – микроскопические растения (главным образом водоросли), обитающие в толще воды и пассивно передвигающиеся под влиянием течения.

Фотосинтез – процесс, при котором водные растения на свету поглощают диоксид углерода и выделяют кислород. Поэтому днем содержание кислорода в водоемах возрастает, а ночью, когда процесс

фотосинтеза прекращается, количество растворенного кислорода снижается.

Х

Химический показатель – показатель для характеристики биологической ценности протеинов. Наиболее дефицитная незаменимая аминокислота исследуемого протеина в процентах от соответствующей аминокислоты яичного шрота.

Хирономиды – личинки некровососущих комаров-толкунцов. Бенитические организмы, населяющие иловые отложения. Личинок хирономид под названием «мотыль» широко используют для кормления рыб и как наживку в спортивном рыболовстве.

Холодолобивые рыбы – группа рыб, которые требуют для своего обитания чистую холодную воду, насыщенную кислородом. Питаются и растут круглый год; размножение и эмбриональное развитие происходят в холодные месяцы года при температуре 3–10 °С.

Ц

Цветение воды – массовое развитие фитопланктона, вызывающее изменение окраски воды, которая может быть зеленой (зеленые водоросли), сине-зеленой (зеленые и сине-зеленые водоросли), желтобурой (диатомовые водоросли), красной (водоросли багрянки) и др. В естественных водоемах в умеренных широтах цветение воды наблюдается весной и осенью.

Целые зерна – зерна культурных и семена дикорастущих растений с ненарушенными плодовыми и семенными оболочками.

Циклопы – веслоногие ракообразные, широко распространенные организмы зоопланктона пресных и солоноватых водоемов, важный компонент естественной кормовой базы рыб.

Ч

Чешуя – костные образования на теле рыб.

Членистоногие – или артроподы, самый многочисленный тип животных, насчитывающий по различным оценкам от 1 до 3 миллионов видов. Тело членистоногих сегментированное с хитиновым покровом,

конечности – членистые. Обитают в воде, воздухе, на поверхности земли и в почве.

Э

Эвгленовые – одноклеточные водоросли;

Эврибионтный – организм, способный существовать в очень разнообразных условиях;

Эвритермные рыбы – рыбы, которые приспособились к обитанию в изменяющихся условиях и могут переносить широкие колебания температуры.

Эврифаги – животные (в т. ч. рыба), питающиеся разнообразной пищей растительного и животного происхождения.

Эвтрофикация водоемов – повышение уровня первичной продукции водоемов благодаря увеличению в них концентрации биогенных элементов, главным образом азота и фосфора. Повышение до определенного уровня первичной продукции создает основу развития более богатой кормовой базы рыбы и др. гидробионтов и способствует увеличению их численности, однако затем ухудшается качество воды, возникает ее «цветение», уменьшается прозрачность и содержание в ней кислорода. Высокая степень эвтрофикации водоемов вызывает замор рыбы и др. гидробионтов.

Эвтрофное – растение, развивающее только на богатых по плодородию почвах;

Экзогенное питание – внешнее питание личинок рыб, к которому они переходят после рассасывания желточного мешка, или незадолго до его полного использования.

Экологическая система, экосистема – совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной зависимости друг от друга и образующих систему явлений и процессов. В целом в составе экосистем выделяют: неорганические вещества; органические соединения; климатический режим; продуценты - автотрофные организмы, главным образом зеленые растения, микроводоросли и некоторые бактерии; фаготрофы - гетеротрофы, главным образом животные (в т. ч. рыбы); сапротрофы - бактерии и рыбы, разрушающие органические вещества. Экосистема способна самоподдерживаться и саморегулироваться.

Экспандированная комбикормовая продукция Комбикормовая продукция, изготовленная путем обработки в экспандере.

Экструдирование – современный способ обработки кормового сырья.

Экструдированная комбикормовая продукция – комбикормовая продукция, изготовленная путем влаготепловой обработки в экструдере.

Эмбрион – развивающийся зародыш внутри икринки. После выхода из икринки эмбрион превращается в предличинку.

Эмбриональный период – период от момента оплодотворения икринки до перехода молоди на внешнее питание. Этот период подразделяется на два подпериода: подпериод икринки (собственно, эмбриона) и подпериод свободного эмбриона (предличинки).

Энергетическая питательность корма – выражается по международной системе СИ в джоулях. Для перевода калорий в джоули следует иметь в виду, что 1 кал равна 4,19 Дж.

Энергетическая питательность корма – 1) Совокупность показателей, характеризующих возможность комбикорма удовлетворять потребности животного в энергии. 2) общее количество энергии, содержащееся в корме. Нехватка корма обозначает нехватку энергии, что тормозит процессы обмена, процессы роста и развития.

Энергетическая ценность корма (ЭЦК) – количество энергии, которое может быть получено в результате переваривания пищи и абсорбции, зависит от физиологических особенностей вида и условий среды. Энергосодержащими компонентами корма являются белки, жиры и углеводы.

Энергия валовая – энергия потребленной пищи – характеризует всю энергию, поступающую в организм за счет питательных веществ корма.

Энергия обменная – энергия функционального обмена – характеризуется разностью между валовой энергией и энергией экскрементов и роста.

Энергия обменная – энергия, физиологически максимально используемая организмом рыбы. Валовая энергия компонента, комбикорма, рациона минус энергия веществ экскрементов.

Энергия перевариваемая – энергия ассимилированной части пищи, определяется как валовая энергия непереваренной части корма и зависит от степени переваримости потребляемых кормов.

Энергия перевариваемая – энергия переваренных органических веществ корма, валовая энергия принятого корма минус энергия веществ экскрементов.

Энергия роста – энергия пластического обмена - определяется как разность между перевариваемой и обменной энергией.

Энергия, валовая – вся энергия питательного вещества, компонента комбикорма, рациона.

Энерго-протеиновое отношение – соотношение общей калорийности к протеину рациона.

Эпизоотии – одновременное распространение инфекционного заболевания среди большого числа рыб одного или нескольких видов. Например, среди рыб естественных водоемов – лигулез, тетракотилез, диграмоз, аргулез и др., в прудовых хозяйствах – краснуха карпов, оспа карпов, сапролегниоз, ихтиофтириоз и др.

Эпилимнион – слой воды в глубоких озерах, лежащий выше слоя температурного скачка, обычно хорошо прогреваемый и богатый кислородом. В мелких озерах эпилимнион занимает всю толщу воды.

Эпипланктон – планктон поверхностных слоев воды.

Эприн (БВК из синтетического этилового спирта) Аморфный порошок светло-кремового цвета с сероватым оттенком и запахом свойственным дрожжам.

Этикетка комбикормовой продукции Письменное или печатное изображение, нанесенное на поверхность упаковки или прикрепленное на упаковку комбикормовой продукции, отражающее ее качество и безопасность.

Эффективность кормления Эффективность получения рыбной продукции из затраченного корма (расход корма на единицу продукции).

Эффективность питания (ЭП) Рассчитывается: прирост массы рыбы делится на количество затраченного корма на прирост.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скляров, В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.
2. Желтов, Ю.А. Организация кормления разновозрастного карпа в фермерских рыбных хозяйствах. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 282 с.
3. Желтов, Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006.
4. Хрусталева, Е. И. Корма и кормление в аквакультуре : учебник для студентов вузов (ВПО), обучающихся по направлениям подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» уровня бакалавриата и «Водные биоресурсы и аквакультура» уровня магистратуры / Е. И. Хрусталева, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренко, К. А. Молчанова. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2017. - 386 с.
5. Александров, С.Н. Садковое рыбоводство - М.: АСТ, 2005.
6. Власов, В.А. Рыбоводство : уч. пособ. для студ. вузов, обуч. по направл. подготовки 110401 - "Зоотехния" / В. А. Власов. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 348 с.
7. Герасимов, Ю.Л. Основы рыбного хозяйства. Учебное пособие. - Самара: Изд-во "Самарский университет, 2003.
8. Гришин, В.Н. Современные проблемы пресноводной аквакультуры: Учеб. пособие. – РУДН, 2008.
9. Желтов, Ю.А. Рецепты комбикормов для выращивания рыб разных видов и возрастов в промышленном рыбоводстве.-Киев: Юкос, 2006.
10. Желтов, Ю.А., Алексеенко А.А. Кормление племенных карпов разных возрастов в прудовых хозяйствах – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006.
11. Иванов А. А. Физиология рыб: Учебник. - М.: Мир, 2003. (Учебник для студентов высших учебных заведений)
12. Козлов В.И. Справочник рыбовода-фермера. -М.: Изд-во ВНИРО. 1998. -342 с.
13. Козлов В.И., Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л. Аквакультура: учебник.-М.: Колос, 2006.- 445 с.
14. Крюков, В.И. Рыбоводство. Фермеру о выращивании карпа. Методическое пособие. – Орел: Изд-во Орёл-ГАУ, 2011. – 70 с.
15. Крюков, В.И. Рыбоводство. Методические указания к самостоятельной работе студентов по итоговому контролю знаний дисциплины. Учебное пособие для вузов. – Орел: Изд-во Орёл-ГАУ, 2011. – 445 с.
16. Крюков, В.И. Зарубин, А.В. Рыбоводство. Садковое выращивание форели в Центральной России. Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. – Орел: Изд-во «Автограф», 2011. – 32 с.
17. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство. - М.: Высш. шк., 1973.
18. Новое в кормлении рыб: краткий курс лекций для магистров 2 курса направления подготовки 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура / Сост.:И.В. Поддубная // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ».- Саратов, 2016.
19. Пономарев С. В., Лагуткина Л. Ю., Киреева И. Ю. Фермерская аквакультура: Рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007.
20. Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Индустриальное рыбоводство : уч. для студ. вузов, обуч. по спец. 110901.65 - "Водные биоресурсы и аквакультура" / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. - С-Пб.; Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 415 с.
21. Пономарев С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе: учебник.- М.: Колос, 2009.- 324 с.
22. Пономарев, Сергей Владимирович. Фермерское рыбоводство: учебное пособие / С. В. Пономарев, Л. Ю. Лагуткина. - М. : Колос, 2008. - 346 с.
23. Практикум по прудовому рыбоводству / В.Г. Саковская, З.П. Ворошила, В.С. Сыров и др. - М.: Агропромиздат, 1991.
24. Привезенцев Ю. А. Выращивание рыб в малых водоемах. — М.: Колос, 2000.

25. Привезенцев Ю.А. Власов В.А. Рыбоводство.- М: Мир, 2004, 456 с.
26. Привезенцев Ю.А. Власов В.А. Интенсивное прудовое рыбоводство.- М: Агропромиздат, 1991.
27. Привезенцев Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству: Учеб.пособие.- М.: Высш. шк., 1982.
28. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси / Кончи В.В., Мамедов Р.А., Костоусов В.Г., Воронова Г.П. и др.- Мн.: Минсельхозпрод РБ, 2008.
29. Сорвачёв, К.Ф. Основы биохимии питания рыб. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. – 247 с.
30. Стикни Р. Принципы пресноводной аквакультуры.Пер. с англ. М.: Агропромиздат, 1986.
31. Технологическая инструкция по применению стартового корма для личинок карповых рыб / В.Н.Столович [и др.]. – Мн: РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», 2004. – 10 с.
32. Уголев, А. М., Кузьмина, В.В. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. – 239 с.
33. Шербина А.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре.- М.: ВНИРО, 2006. – 360 с.
34. Журнал «Рыбное хозяйство» <http://tsuren.ru/publishing/ribhoz-magazine/>
35. Журнал «Рыбоводство и рыбное хозяйство» <http://panor.ru/magazines/rybovodstvo-i-rybnoe-khozyaystvo/>
36. Журнал «Русская рыба. Вчера, сегодня, завтра» <http://rusfishjournal.ru/>
37. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
38. Аквакультура в России <http://aquacultura.org>
39. Российский агропромышленный портал/Разведение карпа <http://agro365.ru/razvedenie-karpa.html>
40. Росагропортал/Кормление рыбы https://rosagroportal.ru/article/current/215/kormlenie_ryby
41. Рыбоводство и рыборазведение <https://rybovodstvo.com/>
42. Большой словарь рыбовода на сайте Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки Российской академии сельскохозяйственных наук <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0015/RA.shtm>
43. Комбикорма для рыб <http://74oz.ru/mir-rybolova/kombikorma-dlya-rybyi-sostav-i-komponentyi.html>
44. Искусственные водоемы » Корма для рыб <http://www.aquaristics.ru/pond/forage>
45. Корма и кормление рыбы в промышленных условиях <http://biblio.arktfish.com/index.php/1/1587-korma-i-kormlenie-ryby-v-industrialnykh-usloviyakh>
46. Кормление рыб в прудах <http://hitagro.ru/kormlenie-ryb-v-prudax/>
47. Основы кормления карпов <http://xn--80abjdoczp.xn--p1ai/nauka-i-praktika/tehnologii-i-innovacii/395-osnovy-kormleniya-karpov.html>
48. Выращивание рыб в малых водоемах <http://www.bibliotekar.ru/4-1-64-prud-dlya-ryby/index.htm>
49. Рыбоводство <http://www.bibliotekar.ru/7-rybovodstvo/index.htm>
50. Кормление прудовых рыб <http://zoovet.info/vet-knigi/111-kormlenie-zhivotnykh/kormlenie-zhivotnykh-2/8660-glava-22-kormlenie-prudovykh-ryb>
51. Искусственные корма в выращивании рыб <http://akwa-as.ru/iskusstvennye-korma-v-vyrashhivanii-ryb/>
52. Корма для рыбы <http://www.fishsearch.ru/rybovodstvo/223791.htm#.XA-UhiQzbcc>

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| Раздел 1. ОЦЕНКА ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОЛНОЦЕННОГО КОРМЛЕНИЯ | 5 |
| Тема 1. Оценка питательности корма по химическому составу | 5 |
| Тема 2. Протеиновая питательность кормов | 13 |
| Тема 3. Углеводная питательность кормов | 22 |
| Тема 4. Липидная питательность кормов | 27 |
| Тема 5. Минеральная питательность кормов | 32 |
| Тема 6. Витаминная питательность кормов | 39 |
| Тема 7. Оценка питательности кормов по переваримым питательным веществам..... | 45 |
| Тема 8. Оценка общей (энергетической) питательности кормов | 52 |
| Раздел 2.КОРМА | 59 |
| Тема 9. Понятие о кормах, их классификация | 59 |
| Тема 10. Зеленые корма | 64 |
| Тема 11. Зерновые корма | 68 |
| Тема 12. Корма животного происхождения | 76 |
| Тема 13. Отходы технических производств и кормовые продукты микробного синтеза | 82 |
| Тема 14. Кормовые добавки..... | 88 |
| Тема 15. Комбинированные корма | 100 |
| Раздел 3. НОРМИРОВАННОЕ КОРМЛЕНИЕ РЫБ | 110 |
| Тема 16. Основные элементы системы нормированного кормления рыб | 110 |
| Тема 17. Система нормированного кормления карпа | 122 |
| Тема 18. Система нормированного кормления лососевых рыб | 164 |
| Тема 19. Система нормированного кормления сомовых рыб | 171 |
| Тема 20. Система нормированного кормления осетровых рыб | 180 |
| Тема 21. Особенности кормления других видов рыб | 181 |
| КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ | 186 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 219 |

Учебное издание

Мясников Георгий Георгиевич

КОРМА И ТЕХНОЛОГИЯ КОРМЛЕНИЯ РЫБ

Курс лекций

Редактор *Е. П. Савиц*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 23.12.2020. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 13,02. Уч.-изд. л. 11,61.
Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.