

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова»**

# **КОРМЛЕНИЕ РЫБ**

**краткий курс лекций**

**для студентов III курса**

Направление подготовки  
**35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура**

Профиль подготовки  
**Аквакультура**

**Саратов 2016**

**Кормление рыб:** краткий курс лекций для студентов III курса направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / Сост.: И.В. Поддубная// П44 ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2016.

Краткий курс лекций по дисциплине «Кормление рыб» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по вопросам полноценного кормления рыб и производстве кормов. Направлен на формирование у студентов знаний по нормированию, пищевой ценности кормов, по использованию в кормах пищевых компонентов, усвоение которых ведет к увеличению рыбопродуктивности ценных пород рыб.

©Поддубная И.В. 2016

© ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016

## **Введение**

Дисциплина «Кормление рыб» относится к вариативной части профессионального цикла. Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин: Зоология, Биология рыб, Физиология рыб, Органическая химия, Биохимия, Гидрология.

Краткий курс лекций по дисциплине «Кормление рыб» предназначен для студентов 3 курса направления подготовки бакалавров 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура». Он раскрывает новые положения кормления ценных видов рыб, выращиваемых в рыбоводных хозяйствах различных типов; дает возможность приобрести навыки по нормированию кормов, составлению рационов с учетом питательности компонентов, грамотно применять разнообразные методы кормления в зависимости от условий, в которых выращивается рыба. Курс нацелен на формирование профессиональной компетенции, необходимой для эффективного решения профессиональных задач и организации профессиональной деятельности.

## Лекция 1

# ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВАРЕНИЯ И ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У РЫБ. ОСНОВЫ ПОЛНОЦЕННОГО КОРМЛЕНИЯ РЫБ

### 1.1. Особенности пищеварения и обмена веществ у рыб

Питание одна из важнейших функций организма. За счет энергетических веществ, изученных с пищей, осуществляются все основные функции организмов: развитие, рост, (размножение и др.). Все функции организма осуществляется за счет энергетических веществ, полученных с пищей. Некоторые минеральные соли (фосфор, кальций и др.), необходимые для нормального обмена веществ организма рыб могут поступать в организм рыбы и непосредственно из водного раствора через жабры, поверхность ротовой полости и кожу.

По характеру потребляемой пищи (размерному составу и систематической принадлежности жертв) рыбы сильно отличаются друг от друга. По разнообразию потребляемой пищи рыбы стоят на первом месте среди других групп животных.

Питание в начальный период жизни - развитие в икринке и сразу после вылупления эмбриона – происходит за счет запасов желтка и жира в желточном мешке (эндогенное питание).

После перехода на внешнее питание, а также по характеру и разнообразию потребляемой пищи рыбы сильно отличаются. Приспособляемость к питанию определенными кормами не остается постоянной в течение жизни рыбы и меняется по мере роста и в связи с изменениями внешних условий обитания. Личинки практически всех видов рыб питаются зоопланктоном, и только по мере роста они переходят (за исключением зоопланктофагов) на другие пищевые объекты, т.е. спектр питания с возрастом изменяется.

По характеру питания взрослых рыб делят на хищных и мирных. Хищные рыбы (лососи, треска, щука, судак, сом) питаются в основном рыбой и в меньшей степени другой пищей. Среди мирных рыб выделяют бентофагов, планктофагов и растительноядных.

Приведенное деление в некоторой степени условно, так как рыбы, отнесенные к той или иной группе, нередко потребляют и другую пищу. Сазан (каarp) поедает как растительную, так и животную пищу, что позволяет отнести его к всеядным рыбам. Белый толстолобик помимо фитопланктона потребляет детрит (отмершие организмы гидробионтов), бактериопланктон, которого много в естественных водоемах и рыбоводных прудах.

Каждый вид рыбы приспособлен к питанию определенным кормом, его органы чувств приспособлены к отысканию этого корма, ротовое отверстие - к захватыванию, кишечник - к перевариванию.

Рыбы, питающиеся планктоном, имеют верхний рот; у рыб, потребляющих донную пищу, ротовая щель расположена в нижней части головы (нижний рот); у рыб, роющих в поиске пищи в иле водоема, рот оканчивается ротовой трубкой.

Ротовая щель у хищных рыб обычно открывается на конце рыла (конечный рот), а зубы, загнутые назад, сидят на челюстных костях или на небных костях и сошнике. Такое расположение зубов не позволяет захваченной добыче выскользнуть изо рта.

Ротовая полость может быть снабжена зубами, или зубы отсутствуют. Карповые рыбы имеют так называемые глоточные зубы, расположенные на пятой жаберной дуге, которые вместе с расположенным на нижней стороне черепной коробки «жерновком», служат для перетирания пищи.

Особое значение глоточный аппарат имеет в питании растительноядных рыб, питающихся жесткой растительностью. Водоросли и трава перетираются в волокнистую массу, которая становится более доступной пищеварительным ферментам. Слюнных желез у рыб нет.

Хищные рыбы (лососи, щука) способны заглатывать жертву размером до 25% собственной массы тела, но их питание носит нерегулярный характер. Мирные рыбы (кари, карась, линь, лещ, плотва) питаются практически постоянно и поедают за один раз гораздо меньше пищи.

Строение и длина пищеварительного тракта зависят от пищи. Хищные рыбы имеют желудок и относительно короткий пищеварительный тракт. У хищных рыб желудок состоит из мускулистого мешка, где под влиянием желудочного сока пища частично переваривается, а затем попадает в кишечник в виде измельченной жидкой массы. В кишечнике, где преобладает щелочная реакция, белки пищи расщепляются до аминокислот под действием желчи и ферментов поджелудочной железы. Углеводы превращаются в сахар, а жир – омыляется. Жидкая пищевая масса всасывается стенками кишечника в кровь и лимфу и разносится по всем органам и тканям. Мирные рыбы, питающиеся растениями или мелкими животными, могут не иметь желудка (каarp). У таких рыб переваривание пищи происходит в кишечнике, здесь же происходит и всасывание питательных веществ. На всем протяжении кишечника в него впадают мелкие протоки поджелудочной железы. Проглоченная пища быстро вступает в контакт с желчью и пищеварительными соками, превращаясь в химус.

Рыбы, питающиеся фитопланктоном и имеющие относительно длинный кишечник (белый амур, толстолобики), превосходят длину тела в 16 раз. Длина кишечника у всеядных (караль, карп)- в 2-3 раза, у хищных (окунь, щука, судак) составляет всего 0.6-1.2 от длины тела.

У осетровых рыб кишечник короткий, но сложно устроенный: трубка с толстыми стенками, внутри которой расположена складка в виде спирали (так называемый спиральный клапан), увеличивающий поверхность кишечника. Спиральная складка имеется у некоторых лососевых и сиговых рыб; число витков может достигать 40.

Главный источник кишечных ферментов — поджелудочная железа, или панкреас, которая выделяет три группы высокоактивных ферментов: протеазы (трипсин, химотрипсин, различные пептидазы), амилазу, липазу.

Большую роль в пищеварении играет печень. Ее секрет — желчь — вырабатывается клетками печени — гепатоцитами — непрерывно, но при

недостатке или отсутствии пищи она концентрируется в желчном пузыре. Желчь облегчает всасывание жиров, одновременно стимулирует секреторную функцию поджелудочной железы, а также тонус и моторику переднего отдела кишечника и препятствует развитию гнилостной микрофлоры.

В целом, у имеющих желудок хищных рыб, по сравнению с безжелудочными рыбами, шире набор протеолитических ферментов, амилазо- тических, наоборот, меньше, и их каталитическая активность ниже. Переваривание белков у хищных рыб начинается в кислой среде желудка при участии пепсина, а у безжелудочных весь процесс расщепления белков происходит в нейтральной или щелочной среде кишечника.

## **1.2. Основы полноценного кормления рыб**

Для нормального развития и роста рыбы, как и другие животные, нуждаются в определенном наборе питательных веществ. При составлении пищевых рационов необходимо учитывать пищевые потребности конкретного объекта выращивания и его физиологические особенности к усвоению компонентов, входящих в состав искусственных диет.

Кроме того, рыбы не могут синтезировать некоторые вещества и обязательно должны получать их с пищей. Короткий пищеварительный тракт рыб и низкая температура обитания препятствуют развитию обильной микрофлоры, которая у теплокровных животных в значительной мере обеспечивает организм витаминами. Необходимый для

нормальной жизнедеятельности витаминный комплекс, в том числе и витамин С, имеющий большое значение для роста и развития, рыбы получают с пищей.

Потребности рыб в питательных веществах регулируются генетически обусловленным уровнем обмена веществ.

**Питательность корма** – это оптимальное количество и соотношение питательных веществ его слагающих, необходимых для удовлетворения потребности рыбы в энергии для полноценного роста и развития.

Усвоение питательных веществ кормов зависит от условий обитания, индивидуальных особенностей метаболических процессов, возраста и сочетания в нем пищевых компонентов. В природных условиях основной пищей рыб являются в основном живые корма, в составе которых имеются все необходимые питательные и ростостимулирующие вещества для нормального темпа роста. В связи с этим, при разработке рецептов сбалансированных кормовых смесей, комбикормов необходимо учитывать спектр питания рыб в природных условиях, индивидуальные потребности рыб в питательных веществах и химический состав пищи.

Основу рациона рыб в естественных водоемах, как правило, составляют живые корма. Водные организмы, как представители естественной пищи рыб в зависимости от образа жизни делятся на две группы: население толщи воды – планктон и население дна – бентос. Животные организмы образуют зоопланктон. Основные представители зоопланктона прудов – простейшие одноклеточные организмы (амебы, инфузории), коловратки, низшие ракообразные, личинки моллюсков, личинки некоторых насекомых. Фитопланктон представлен протококковыми, диатомовыми, зелеными и синезелеными водорослями.

Бентос тоже подразделяется на зообентос и фитобентос.

К представителям зообентоса прудов относятся малощетинковые черви (олигохеты), личинки насекомых и моллюски. Особое значение имеют личинки комаров-дергунов, которые называются хирономидами. Водные беспозвоночные считаются ценной, богатой питательными веществами и витаминами пищей для рыб. Основные питательные вещества (белки, жиры и углеводы) содержатся в их теле в наиболее удачных для рыб пропорциях. О питательной ценности представителей планктона и бентоса можно судить по данным следующей таблицы 1.1.

Таблица 1.1 - Химический состав тела представителей зоопланктона и зообентоса

Наименование организмов	Содержание (% от живого веса)				
	вода	протеин	жир	углеводы	зола
Ветвистоусые рачки	90.0	5.0	0.7	0.1	1.7
Веслоногие рачки	88.5	6.7	2.0	0.1	0.8
Личинки хирономид	87.9	7.0	0.7	3.6	1.4
Олигохеты	88.0	6.8	0.6	1.2	1.1
Моллюски	61.7	6.0	0.9	1.8	29.0

Калорийность 1 г живой массы планктона составляет 0.3-0.4 ккал, а 1 г живой массы бентоса – 0.5-0.7 ккал.

### Вопросы для самоконтроля

1. Особенности пищеварения и обмена веществ у рыб в зависимости от видовой принадлежности;
2. Особенности пищеварения и обмена веществ у рыб в зависимости от возраста;
3. Понятие питательности корма;
4. Живые корма и их питательность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Скляр, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

### *Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбоведа. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 2

### ПОТРЕБНОСТЬ РЫБ В ПИТАТЕЛЬНЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВАХ. ПОТРЕБНОСТЬ В ЭНЕРГИИ, ПРОТЕИНЕ, АМИНОКИСЛОТАХ, ЖИРЕ, УГЛЕВОДАХ

#### 2.1. Потребность рыб в энергии

Для нормальной жизнедеятельности рыбы и обеспечения правильного обмена веществ необходимо обеспечить в первую очередь поступление в организм достаточного количества энергии. Обмен веществ представляет собой результат всех химических и энергетических превращений, происходящих в организме.

Все фазы обмена требуют энергии, которую рыбы могут получать только из корма, т.к. питательные вещества корма – белки, жиры и углеводы, перевариваясь, выделяют тепловую энергию. Для определения количества энергии, содержащейся в корме, используют калориметры, в которых навеску корма сжигают в атмосфере чистого кислорода и выделившуюся при сгорании тепловую энергию пересчитывают на 1 г или кг корма. Выражают энергию корма в МДж или ккал.

$$1 \text{ ккал} = 4,1868 \text{ кДж}$$

$$1 \text{ МДж} = 1000 \text{ кДж}$$

Общее количество тепла, которое выделяется при полном сгорании, корма составляет валовую энергию корма.

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

Часть энергии, поступившей с кормом, не усваивается в организме и теряется с экскрементами. Энергия корма, поступившая с кормом за вычетом энергии экскрементов составляет **переваримую энергию** корма.

**Обменная энергия** (метаболизируемая, или физиологически полезная) — разность между переваримой энергией и энергией нефекальных выделений через жабры, почки, поверхность тела.

**Чистая энергия** - обменная энергия минус энергия, затрачиваемая на переваривание и усвоение пищи. Используется на поддержание жизни, двигательную активность и процессы роста.

**Энергия роста** (энергия пластического обмена) определяется как разность между чистой энергией и энергией, расходуемой на поддержание жизни и двигательную активность.

**Энергия генеративного обмена** — величина энергии, используемой организмом для формирования половой системы и созревания половых продуктов.

В отличие от птиц и млекопитающих энергетические потребности рыб невелики. Для прироста 1 кг массы рыбы в ее пище должно содержаться 4000-5000 ккал, а для сельскохозяйственных животных требуется 7000-9000 ккал и больше. Это связано с тем, что у теплокровных много энергии уходит на поддержание температуры тела поэтому энергопротеиновое отношение комбикормов для рыб составляет 7-10 ккал на 1 г белка, а животноводстве 15-20 ккал энергии.

В составе полноценных комбикормов для рыб учитывают количество энергии (перевариваемая энергия) приведенная в таблице 2.1:

Таблица 2.1. - Потребность рыб в энергии.

Живая масса	Переваримая энергия, тыс. кДж/кг
1-100 мг	13-14
100-1000 мг	12-13
1-50 г	11-12
50-500 г и более	11-12

Нехватка корма приводит к недостатку энергии, что в свою очередь тормозит процессы пластического и функционального обмена.

Состав кормов должен включать полный набор питательных веществ, необходимых для жизнедеятельности и роста рыб: белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и витамины. При составлении рационов необходимо опираться на данные о пищевых потребностях рыб в основных питательных веществах, информацию о качественном и количественном содержании в сырье этих веществ, а также знания об их взаимодействии в организме рыб.

## 2.2. Потребность рыб в протеине и аминокислотах

Протеин - это органическое вещество корма, содержащее в своем составе азот. Средний коэффициент пересчета азота на протеин составляет 6,25. определяют протеин методом Кьельдаля. Протеин корма состоит из белков и амидов. Белки в свою очередь делятся на простые (альбумины, глобулины, проламины и др.) и сложные (гликопротеиды, фосфопротеиды, липопротеиды).

Биологическая роль белка:

1. пластическая функция(материал для построения тканей и органов)
2. энергетическая (1г белка =5,65 ккал)
3. функциональное значение (входят в состав ферментов, гормонов, которые регулируют обмен веществ)
4. транспортная функция и прочее.

Амиды - это небелковая часть протеина. К ним относятся соли-нитриты и нитраты, аммонийные соли, свободные аминокислоты. Амиды имеют практическое значение особенно для жвачных животных.

Т.о. протеин - это наиболее важная часть корма. Протеину принадлежит ведущая роль в обмене веществ, поэтому необходимо, чтобы рационы были сбалансированы по протеиновой питательности.

С точки зрения питания рыб, одной из биологических особенностей является высокая потребность в протеине, в 2-3 раза выше, чем потребность сельскохозяйственных животных, а именно:35-60% к сухому веществу рациона (для животных 15-20%). Поэтому наиболее эффективными считаются комбикорма с общим содержанием 40-65% калорий за счет белка. Усвоение рыбами белков зависит от их видовой принадлежности, возраста, температуры и солености воды, происхождения белков и их концентрации в пище.

Так, оптимальный уровень белков в кормах для молоди лососевых рыб 40-55%, а для взрослой рыбы 35-40%. Такое же количество белка должно находиться в кормах для угря. Карп нуждается в меньшем количестве белка 30-38%. В то же время стартовые кормосмеси для молоди всех видов рыб должны быть насыщены белком в максимальной степени 50-55%.

Для молоди карпа массой от 1 мг до 1г суточное содержание белка должно составлять 13-59г на 1 кг молоди. Потребность в белке карпа массой более 1г составляет 4-7 г на 1 кг массы рыбы. Уменьшение этой величины снижает потенцию роста, а увеличение приводит к повышению расхода азота на энергетические нужды.

Считается, что потребность рыб в протеине зависит от температуры воды. Если при температуре 8°C корм для радужной форели должен содержать 40-42% протеина, то при 15°C-52-55%.Эффективность утилизации белков находится в тесной связи с энергетической обеспеченностью пищи. Оптимальный уровень белка в корме зависит от вида основного источника энергии. Если это жиры, то концентрация белка, обеспечивающая максимальный рост рыбы, меньше, а если источником энергии являются углеводы, то соответственно больше. Кроме того, утилизация белка повышается по мере возрастания уровня жира в корме в пределах оптимальных значений.

Утилизация (усвоение протеина) находится в тесной связи с энергетической обеспеченностью корма. В силу физиологических особенностей, рыба до 70% протеина затрачивает на энергетические нужды. Поэтому поиск путей снижения непроизводительных затрат протеина является одной из главных задач в рыбоводстве.

Кроме того, следует помнить, что смеси протеинов разного происхождения усваиваются рыбами лучше, чем каждый в отдельности.

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, которые через слизистую оболочку кишечника поступают в кровь.

Биологическая ценность протеиновых кормов определяется в первую очередь наличием незаменимых аминокислот. Незаменимыми считаются те аминокислоты, синтез которых в организме не происходит или идет недостаточно быстро для удовлетворения физиологических потребностей. Для рыб незаменимыми считаются те же 10 аминокислот, что и для теплокровных животных: аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, метионин, лизин, фенилаланин, треонин, триптофан, валин.

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.

Некоторые из незаменимых аминокислот участвуют в образовании заменимых аминокислот. Так цистин позволяет сократить потребность в метионине. Тирозин способен на 30-50 % удовлетворить потребность рыб в фенилаланине. Усвоение изолейцина зависит от уровня лейцина, содержание которого в кормах не должно превышать 3-5%. Недостаток незаменимых аминокислот в рационе ведет к повышенному потреблению белка и, следовательно, к значительному увеличению затрат корма на единицу прироста. Причем дефицит лишь одной из незаменимых аминокислот ограничивает эффективность использования всех других аминокислот и белка в целом. В отличие от углеводов и жиров аминокислоты не резервируются в организме, но могут принимать участие в синтезе других соединений и в энергетическом обмене. Сбалансированный по аминокислотному составу комбикорм имеет решающее значение для роста рыб, а также к минимуму загрязнения воды азотом, т.к. при окислении аминокислот азот выделяется в виде аммиака.

В связи с этим при составлении рационов особое внимание следует уделять нормированию незаменимых аминокислот (общее содержание и соотношение) в соответствии с потребностями рыб для обеспечения пластического и функционального обмена.

### **2.3. Потребность рыб в жире (или липидах)**

Жиры - это эфиры жирных кислот и трехатомного спирта - глицерина. жир определяется местом его экстрагирования из корма в органических растворителях (бензине, эфире, бензоле). «сырой жир» объединяет 3 группы соединений:

1. истинные жиры или липиды, которые состоят из простых липидов - жиров и воска; и сложных липидов – фосфолипидов (лецитин, кефалин) и гликолипидов;

2. стерины - зоостерин (холестерин), который содержится в животных жирах и фитостерин (содержится в растительных жирах);

3. красящие вещества - ксантофилл, хлорофилл, каротиноиды.

Все эти вещества нерастворимы в воде, а растворимы в органических растворителях, на чем и основано их определение.

Значение жиров:

1. Жиры - это самый концентрированный источник энергии. Большая часть жира в организме расщепляется с образованием энергии и воды  $1\text{ г жира} = 9,3-9,4\text{ ккал} = 38\text{ кДж}$

2. Жир - источник незаменимых жирных кислот, линоленовой и арахидоновой.
3. Жиры способствуют усвоению жирорастворимых витаминов А, D, Е, К.
4. В организме животных являются запасным веществом и при необходимости расщепляются ферментами на глюкозу и жирные кислоты с выделением большого количества энергии

В организме рыбы жиры гидролизуются липазами и фосфолипазами и используются на энергетические нужды или присоединяются в тканях к фосфолипидам.

Характерной особенностью липидов у рыб является наличие большого количества полиненасыщенных жирных кислот, поэтому сбалансированный рацион для рыб должен содержать в основном мягкие жиры, животного и растительного происхождения, которые усваиваются на 90-95%, такие жиры обеспечивают организм энергией и способствует снижению затрат белка, освобождая его для построения массы тела. Твердые жиры, которые быстро затвердевают при низкой температуре окружающей среды, являются недостаточно хорошим источником липидов для рыб, обладают не высоким биологическим эффектом и усваиваются только на 60-70%.

Отсутствие или недостаток в пище жиров и незаменимых жирных кислот приводит к нарушению ряда физиологических функций организма, замедлению роста, ослаблению пигментации, некрозу лучей хвостового плавника, циррозному перерождению печени, освобождению тканей и снижению уровня белка и жира в теле. Отмечается повышение смертности рыб.

Для определения оптимальной жирности кормов для рыб рекомендовано учитывать связь между жиром и протеином: чем больше протеина в корме, тем больше должно быть и жира.

Изучение диет с различным уровнем жира показало, что жирность кормов для взрослого карпа должна составлять 4-8%, для форели 5-8%, для лососевых рыб 20-25% при условии что корма свежие, жиры высококачественные.

Более высокое содержание жира в корме приводит к ожирению рыбы, придает товарной продукции неприятный вкус.

При длительном хранении кормов- жиры окисляются и становятся токсичными для рыб. Скармливание таких недоброкачественных кормов вызывает у рыб снижение концентрации гемоглобина и эритроцитов, циррозное перерождение печени, дегенеративные изменения в почечных канальцах. Окисленные жиры кормов разрушают витамины, и могут оказать канцерогенное действие, которое приводит к образованию злокачественных опухолей. Одним из внешних проявлений отравления окисленными жирами у молоди лососевых рыб является побеление жабр. У карпа появляются симптомы «усыхания» спины, при котором наблюдается деформация мышц и их разрушение. Для предотвращения окисления жиров в корма вводят антиокислители: естественные антиокислители - лецитин, ксантофилл, токоферолы (витамин Е), эфир аскорбиновой кислоты, а искусственные – сантохин, дилудин, ионол.

В качестве источников жира рекомендуется использовать фосфотиды, растительные масла, рыбий жир. Нельзя применять хлопковое масло, т.к. оно содержит циклопропионовые жирные кислоты, замедляющие рост и вызывающие канцерогенное действие.

## 2.4. Потребность в углеводах

Углеводы корма состоят из углерода, водорода и кислорода. В группу углеводов входят: сахара, крахмал и клетчатка.

В теле животных организмов углеводы содержатся в очень малом количестве, не более 2% в виде глюкозы, гликогена и лактозы у млекопитающих.

Углеводы корма делятся на 2 группы: трудно перевариваемые (клетчатка) и легко перевариваемые (сахар и крахмал). В растениях на долю углеводов приходится до 70-75% от сухого веса.

«Сырая» клетчатка - сложный полисахарид нерастворимый в воде, состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы и инкрустирующих веществ. Лучше всего клетчатка переваривается у жвачных животных, у которых в рубце она сбраживается под действием целлюлозолитических бактерий до моносахаридов с выделением энергии.

У остальных животных в т. ч. у большинства рыб, клетчатка переваривается плохо, в основном за счет микроорганизмов населяющих кишечник. Поэтому для них она играет роль балласта, оказывает механическое воздействие на стенки желудочно-кишечного тракта и усиливает секрецию пищеварительных желез.

Легко перевариваемые углеводы считаются источниками энергии для живых организмов, т.к. нам на 70% потребность в энергии обеспечивается за счет легко перевариваемых углеводов - сахаров и крахмалов. Кроме того, они участвуют в построении углеродного скелета аминокислот, нуклеиновых кислот, и иммуноглобулинов.

Если содержание углеводов в кормах не превышает 25%- они являются хорошими источниками энергии для рыб.

Углеводный обмен у разных видов рыб неодинаков, поэтому и норма различна.

В стартовых комбикормах для молоди лосося должно содержаться 20-25% углеводов, в кормах взрослых особей 30-35%, для карпа 40-45%.

Если рыба длительное время получает богатую углеводами пищу, у них может развиваться симптомы перегрузки печени гликогеном. При этом наблюдается угнетение роста, повышение общей жирности тела. У лососевых рыб клетчатка практически не переваривается, а у карпа происходит довольно интенсивное расщепление клетчатки за счет ферментов поджелудочной железы и микрофлоры кишечника. Источником углеводов для рыб считаются растительные компоненты кормов.

### Вопросы для самоконтроля

1. Потребность рыб в энергии;
2. Потребность рыб в протеине;
3. Потребность рыб в аминокислотах;
4. Потребность рыб в жире;
5. Потребность в углеводах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Скляров, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляров - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

#### *Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбовода. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н.

- Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 3

### ПОТРЕБНОСТЬ РЫБ В МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ И ВИТАМИНАХ

#### 3.1. Потребность рыб в минеральных веществах

Для нормальной жизнедеятельности рыбы нуждаются в комплексе минеральных солей, которые, как неорганическая часть корма, чрезвычайно необходимы живому организму для построения структурных частей тела и тканей организма, а также как составная часть функциональных соединений.

Все минеральные элементы корма классически делятся на 2 группы:

1. Макроэлементы – Ca, P, Na, K, Mg, Cl, S.
2. Микроэлементы – Fe, Cu, Mn, Zn, Co, I.

##### **Биологическая роль макроэлементов.**

**Кальций.** 98-99% Ca содержится в костях – в скелете и зубах, т. е. участие в образовании костей - это основная функция Ca.

Ca поддерживает и регулирует процессы свертывания крови.

Ионы Ca повышают защитные функции организма: они понижают проницаемость мембраны клеток для вредных веществ и усиливают фагоцитарную функцию лейкоцитов.

Особенностью минерального обмена рыб является то, что значительную часть минеральных солей рыбы получают не только с пищей, но и с водой: через жабры, слизистые покровы ротовой полости и кожу.

Ca (а также P, Co и Cl) активнее поглощается рыбой из воды, чем усваивается из корма. Отдельные минеральные элементы воды – магний, стронций, барий, медь и цинк подавляют усвоение кальция.

Обмен Ca тесно связан в организме рыб с обменом фосфора.

**Фосфор** входит в состав нуклеопротеидов и фосфолипидов, участвует в обмене энергии (аденозинтрифосфорная кислота) – которая является универсальным аккумулятором и источником энергии. АТФ играет исключительную роль в мышечной деятельности, в процессе которой химическая энергия превращается в механическую.

В кормах для лососевых рыб наиболее благоприятным считается соотношение кальция и фосфора как 1:1. При кормлении карпа растительными и животными кормами максимальный рост карпа наблюдается при содержании в рационе 0,6-0,7% фосфора и 0,8-1,0% кальция. Следует учитывать, что фосфор костной и мясокостной муки, где он находится в форме апатита, практически не усваивается рыбой. Лучше усваивается рыбами органические соединения фосфора из мягких животных тканей. Хорошо усваиваются фосфаты калия и натрия.

**Магний** обладает сосудорасширяющим свойством, стимулирует перистальтику кишечника, активизирует деятельность рибосом, усиливает деятельность трипсина и липаз поджелудочной железы.

В 1 кг корма должно содержаться не менее 0,6 г магния. У карпа дефицит магния вызывает потерю аппетита, ухудшение роста, вялость, судороги и высокую смертность.

**Калий и натрий** считаются ведущими осморегулирующими ионами – то есть поддерживают в норме осмотическое давление внутриклеточных жидкостей.

**Сера** входит в состав серосодержащих аминокислот (метионин, цистин), а также в состав витамина B<sub>1</sub> (тиамин) и инсулина – гормона поджелудочной железы.

В состав комбикорма для рыб включают 0,75% мела, 0,75% NaCl (поваренной соли) и 2% фосфата кальция (CaHPO<sub>4</sub> × 2H<sub>2</sub>O).

##### **Биологическая роль микроэлементов.**

Микроэлементы – это обширная группа химических веществ, которые присутствуют в живом организме в чрезвычайно низких концентрациях – до 0,0001%, но характеризуются выраженными биологическими свойствами. Микроэлементы накапливаются в организме

избирательно: цинк – в половых железах и поджелудочной железе, йод – в печени, стронций – в костях, хром и марганец – в гипофизе.

Микроэлементы относятся к группе биологически активных веществ, которые выполняют роль катализаторов многих обменных процессов – они входят в состав витаминов, ферментов и гормонов.

**Железо** необходимо для синтеза гемоглобина, миоглобина мышц. В гемоглобине содержится 50% запасов железа в организме. Другая форма резервирования железа – в виде белкового соединения февритина (20%) в селезенке, печени, почках и костном мозге.

Железо является переносчиком кислорода и участвует в газообмене организма. Оно входит в состав многих ферментов цитохрома, каталазы и т.д. Недостаток железа приводит, как правило, к анемии.

**Йод** необходим для нормальной работы щитовидной железы, т.к. он входит в состав ее гормона – тироксина. У форели при недостатке йода распухает щитовидная железа и замедляется рост. Считается очень полезной концентрация йода в кормах для рыб не ниже 0,6-1,1 мг/кг.

**Медь** принимает участие в синтезе и активации ферментов, как и железо, участвует в синтезе гемоглобина.

Потребность в меди составляет в корме для рыб 0,06% или 0,006 г/кг (обычно в виде сульфата меди).

**Кобальт** оказывает влияние на кроветворение и действие гидролитических ферментов. Он входит в состав витамина В<sub>12</sub> (4,5% кобальта в составе В<sub>12</sub>). Недостаток кобальта снижает темпы роста рыбы и приводит к анемии. Отмечено, что добавка в корм кобальта повышает зимостойкость карпа.

**Цинк** входит в состав инсулина, эритроцитов, дыхательных энзимов и усиливает действие адреналина. Много цинка в половых железах – поэтому он влияет на воспроизводительные функции животных производителей. Потребность в цинке 0,1 г/кг корма.

Полное исключение минеральных веществ из диеты рыб вызывает снижение аппетита, искривление позвоночника, снижение жирности тела, неправильное формирование головы.

Считается, что потребность форели и карпа в минеральных элементах составляет 4-5% от массы корма, а для угря- 8%.

Хорошими источниками микроэлементов считаются водорослевая и хвойная мука.

### 3.2. Потребность рыб в витаминах

Витамины – это группа биологически активных органических соединений, которые являются катализаторами всех обменных процессов в организме животных.

Общим для всех витаминов является то свойство, что они не являются пластическим и энергетическим материалом, а необходимы для образования ферментов, участвующих во всех обменных процессах. Витамины поступают в организм практически только с пищей и являются незаменимыми элементами питания. Дефицит витаминов в кормах сдерживает синтез ферментов, а это приводит к нарушению обмена и усвоения питательных веществ. В результате этого замедляются рост рыб и развиваются различные заболевания.

Недостаток отдельных витаминов вызывает гиповитаминозы, которые не имеют ярко выраженной клинической картины, и проявляются в форме снижения продуктивных свойств, снижении резистентности (устойчивости к заболеваниям).

Полное отсутствие витаминов вызывает тяжелые заболевания – авитаминозы.

Наличие достаточного количества витаминов в кормах способствует нормальному развитию, росту и размножению рыб, высокой устойчивости к стрессам и болезням (таб.3.1.). Большинство витаминов не синтезируются в организме рыб и должны

поступать с пищей. Витамины поступают с основными компонентами корма, но их главным источником служат включаемые в состав кормов витаминные премиксы.

**Таблица 3.1. - Потребность рыб в витаминах на 1 кг корма.**

	Лосось (мг на 1 кг корма)	Карп (мг на 1 кг корма)	Форель (мг на 1 кг корма)	Карп (на 1 кг массы)
Витамин А, тыс. МЕ	10-15	4-20	-	100-500 МЕ
Витамин Д				
Витамин Е, мг	-	10	30-50	
Витамин К, мг	10-20	-	-	
Витамин В <sub>2</sub> , мг	-	4-10	30-50	0,11-0,33
Витамин В <sub>3</sub> , мг		30-42	10-50	0,55
Витамин В <sub>5</sub> , мг	100-1000	30	100-1000	1,0-1,4
Витамин В <sub>6</sub> , мг	-	5	5-20	0,15
Витамин В <sub>12</sub> , мг			0,01-0,05	

В основу классификации витаминов положен принцип растворимости их в воде и жире, в связи с чем все витамины делятся на 2 большие группы.

1. Жирорастворимые витамины: А, D, Е, К.
2. Водорастворимые витамины: витамины группы В, С, Н.

**Витамин А (ретинол)**, открыт в 1913 г. Нормируется в МЕ.

1 МЕ=0,35 мкг весового количества витамина А или 0,6 мкг β-каротина или 1 мг витамина А= 3300 МЕ.

В растительных кормах содержится только провитамин витамина А- каротин, который в стенках кишечника и печени под влиянием фермента липооксидазы превращается в витамин А.

Чистый витамин А содержится только в кормах животного происхождения.

Витамин А:

- Влияет на рост молодого организма (поэтому называется витамином роста).
- Обеспечивает нормальное состояние эпителия кожи, дыхательных, половых путей и пищеварительного тракта.
- Повышает устойчивость организма к инфекциям.
- Витамин А считается профилактическим средством против злокачественных опухолей.

Недостаток витамина А вызывает нарушение обмена веществ, снижает резистентность и заболеваниям, задерживается рост молодняка рыб.

Потребность лососевых в витамине А составляет 10-15 тыс. МЕ/кг корма, а карпа 4-20 тыс. МЕ/кг корма.

Обычно препараты витамина А включают в состав витаминных премиксов, например для форели рецепты премиксов ПФ-1В, ПФ-1М, которые включают в состав полноценных сбалансированных рыбных кормов.

Норма введения витамина А в состав добавочных кормов для тепловодных рыб составляет 2000 МЕ на 1 кг СВ.

В качестве препаратов витамина А применяют масляные препараты активностью 100-500 тыс. МЕ/г, сухие микрокапсулированные микровит А (гранулированный порошок) в 1 г которого от 250 до 450 тыс. МЕ витамина А.

**Витамин Д, кальциферол** (в животноводстве применяется Д<sub>2</sub> и Д<sub>3</sub>). Открыт в 1936 г.

1 МЕ витамина Д=0,025 мкг весового количества или 1 мг витамина Д= 40 МЕ.

В кормах содержится провитамин Д - стерин (или стероль), который под влиянием ультрафиолетового облучения превращается в витамин Д.

Витамин Д регулирует фосфорно-кальциевый обмен, стимулирует всасывание кальция и магния в кишечнике.

Дефицит витамина Д вызывает патологические изменения в костной и мышечной тканях.

В качестве препаратов витамина Д применяют:

- Масляные препараты витамина Д<sub>2</sub> активностью 45-55 тыс. МЕ/мл
- Видеин (провитамин Д<sub>3</sub>) сухой порошок в 1 г 180-220 тыс. МЕ.

В состав добавочных кормов для рыб включают 220 МЕ витамина Д на 1 кг СВ корма.

**Витамин Е – токоферол**, открыт в 1922 г, (греч. toko- потомство, лат. ferre- приносить, поэтому основная функция витамина Е- регулирование функций органов воспроизводства). Его называют витамином размножения. В организме рыб витамина Е обладает широким действием: он является природным антиоксидантом, предохраняет от окисления питательные и биологически активные вещества – витамин А, каротин, жирные кислоты. Регулирует белковый, жировой и минеральный обмен.

При недостатке витамина Е нарушаются функции размножения, возникает мышечная дистрофия в виде дегенерации скелетных и сердечной мышцы, отмечается оживление и некроз печени. С физиологической точки зрения при недостатке витамина Е в организме накапливаются токсические продукты живого обмена, нарушающие сперматогенез у самцов и тормозящие развитие икры у самок. Потребность карпа в витамине Е- 10 мг/кг В состав добавочных кормов для карпа включают 11 мг (или МЕ) витамина Е/кг СВ.

Препараты: масляный препарат (25%-ный), капсулит Е микрокапсулированный (22-27%-ный), гранувит Е микрогранулированный (22-27%-ный), кормовит Е однородный сыпучий порошок коричневого цвета (22-28%).

**Витамин К, филлохинон.** Участвует в образовании белка протромбина и регулирует свертываемость крови. У рыб, как и других животных, недостаток витамина К приводит к нарушению свертываемости крови и кровоизлияниям.

Богаты витамином К зеленые корма 18-22 мг/кг (особенно крапива, люцерна), травяная мука 27-33 мг/кг, рыбная и мясная мука -2 мг/кг.

Потребность лососевых в витамине К составляет 10-20 мг/кг корма. В состав добавочных кормов включают приблизительно 5 мг филлохинона на 1 кг СВ корма. Обычно применяют водорастворимый аналог витамина К – викасол, в виде порошка и водного раствора.

*Биологическая роль водорастворимых витаминов.*

**Витамин В<sub>1</sub>, тиамин.** Играет большую роль в углеводном, белковом и жировом обмене. Его дефицит лишает организм возможности эффективно использовать глюкозу, приводит к накоплению промежуточных продуктов обмена- пировиноградной и молочной кислот, которые токсически влияют на нервную ткань. У рыб, страдающих недостатком витамина В<sub>1</sub> (обычно форель, угорь, хищники, канальный сомик) наблюдаются нарушение равновесия, снижение потребления корма. Карп менее чувствителен и до 8-16 недель может обходиться без витамина В<sub>1</sub>. При недостатке витамина В<sub>1</sub> у карпа появляются судороги, мускульная атрофия, пучеглазие, учащенное дыхание. Карп плохо растет.

Хорошие источники витамина В<sub>1</sub> – дрожжи кормовые (18 мг/кг), зеленые растения (10 мг/кг), отруби (4-6 мг/кг).

В состав премиксов включают препараты: тиаминбромид, тиаминхлорид.

**Витамин В<sub>2</sub>, рибофлавин.** При углеводородном обмене – способствует образованию гликогена в печени, а также связан с белковым обменом. Например, аминокислота триптофан не усваивается в организме при отсутствии витамина В<sub>2</sub>, поэтому высокое содержание белка в корме повышает потребность в витамине В<sub>2</sub>.

Потребность карпа в витамине В<sub>2</sub> составляет 4-10 мг/кг корма, форели 30-50 мг/кг. В состав добавочных кормов для карпа включают 2-7 мг рибофлавина/кг СВ в виде

препарата «рибофлавин кормовой» (в 1 г 10 мг рибофлавина). Хорошими источниками витамина В<sub>2</sub> считаются кормовые дрожжи (25 мг/кг), травяная мука (13 мг/кг).

**Витамин В<sub>3</sub>, пантотеновая кислота.**

Имеет большое значение в жировом обмене. Рекомендуется использовать его при индустриальном выращивании рыбы. У рыб недостаток витамина В<sub>3</sub> считается самым распространенным видом авитаминоза.

Потребность в витамине В<sub>3</sub> у карпа составляет 30-40 мг/кг корма, у форели 10-50 мг/кг.

В состав добавочных кормов добавляют 7-11 мг витамина В<sub>3</sub> в виде солей пантотената кальция и натрия.

Хорошие источники - дрожжи (70 мкг), отруби (22 мг/кг), зеленая трава.

**Витамин В<sub>4</sub>, холин.** Участвует в жировом обмене. В рыбоводной практике применяют хлористоводородную соль холина-холин-хлорид в виде 70% раствора. Недостаток витамина В<sub>4</sub> приводит к избыточному накоплению жира в печени.

**Витамин В<sub>5</sub>, никотинамид.** Активизирует действие инсулина, участвует в углеводном обмене, нормализует водно-солевой обмен. Источником витамина являются дрожжи, пшеничные отруби, рыбная и мясокостная мука, подсолнечниковый жмых. При недостатке витамина В<sub>5</sub> отмечается потеря аппетита, темпа роста, отеки кишечника светобоязнь. Потребность в витамине для лососевых-100-450, для карповых 50-200 мг/кг сухого корма.

**Витамин В<sub>6</sub>, пиридоксин.** Участвует в белковом, жировом обмене. Его много в дрожжах, подсолнечниковом жмыхе, пшеничных и ржаных отрубях, травяной муке. При недостатке отмечается повышенная смертность, снижение роста, расстройства нервной системы, судороги. Лососевым рыбам необходимо 15-27, карповым-10-20 мг/кг сухого корма.

**Витамин В<sub>12</sub>, цианокабаламин.** Участвует в синтезе гемоглобина, нуклеиновых кислот, жировом обмене. Содержится в сухом обезжиренном молоке, дрожжах, кровяной муке. Недостаток снижает темп роста, аппетит, количество эритроцитов и гемоглобина в крови. Потребность лососевых составляет 0,01-0,5, карповых- 0,01-0,03 мг/кг сухого корма.

**Витамин С, аскорбиновая кислота.** Участвует почти во всех реакциях обмена, окислительно-восстановительных процессах, образовании коллагена, инактивирует яды и токсины. Недостаток витамина С вызывает нарушение роста и развития рыб. Витамина С много в травяной и сенной муке, сухом обезжиренном молоке. Потребность витамина С у лососевых и карповых рыб составляет 200-500 мг/кг.

**Витамин Н, биотин.** Входит в состав ферментов, катализирующих реакции карбоксилирования, участвует в биосинтезе липидов, углеводов.

Недостаток оказывает тормозящее действие на рост рыб, вызывает появление голубоватой слизи, мускульную атрофию, поражение кишечника и повышенную смертность.

Особенно богаты биотином дрожжи (1-1,2 мг/кг) и рыбная мука (0,3-0,5 мг/кг).

Все необходимые витамины рыба получает в основном из естественной пищи, состав которой в пищевом спектре карпа достаточно разнообразен.

Наиболее богаты витаминами ракообразные всех видов. У них найден в составе тела витамин В<sub>1</sub>, дафнии богаты витамином В<sub>2</sub> и витамином А.

Все личинки насекомых содержат 0,4-0,6 мг % (на сырую массу) витамина В<sub>2</sub>, 0,18-0,36 мг % витамина В<sub>1</sub>. насекомые и черви менее богаты витаминами, чем ракообразные.

### Вопросы для самоконтроля

1. Биологическая роль макроэлементов;
2. Биологическая роль микроэлементов;
3. Потребность рыб в макро- и микроэлементах;

4. Потребность рыб в витаминах;
5. Жирорастворимые витамины и их значение в обменных процессах рыб;
6. Витамины группы В и их значение в обменных процессах рыб;
7. Витамины С и Н и их значение в жизнедеятельности рыб.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. **Скляр** **В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

##### *Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбовода. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТОВ КОРМОВ. КОМПОНЕНТЫ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Компоненты кормов, которые используются при их приготовлении могут быть растительного и животного происхождения.

### 4.1. Компоненты растительного происхождения

Компоненты растительного происхождения делятся на 3 группы:

- 1) Компоненты, богатые крахмалом.
- 2) Компоненты, богатые белком.
- 3) Компоненты, богатые жиром.

Компоненты, богатые крахмалом - это зерна и семена злаков, в которых содержится до 75% углеводов (в основном крахмал), 8-20% белка, 2-6% жира.

**Пшеница** является одним из наиболее питательным и экономичным по белку, который из 1 кг. пшеницы карп усваивает более 500 гр. Питательных веществ. Для изготовления кормов для рыб используют пшеницу не пригодную для пищевых целей. Зерна пшеницы содержат до 11% белка. Жиры в основном представлены ненасыщенными жирными кислотами линолевой, олеиновой, линоленовой. Проросшее зерно богато ферментами. Из жирорастворимых витаминов зерно богато витамином Е. Витамины группы В находятся в основном в оболочке пшеницы.

**Ячмень** по питательности близок к пшенице, но отличается худшим использованием белка на прирост рыбы. Крахмалов в зерне содержится меньше, чем в других злаках (50%-60%) зато ячмень отличается более высоким содержанием незаменимых аминокислот – лизина, метионина и триптофана. В рыболовных хозяйствах ячмень используют в качестве заменителя пшеницы в кормах, предназначенных для карпа, канального сомика и других рыб. Ячмень положительно влияет на качество продукции, рыба имеет приятный привкус.

**Рожь** содержит много слизистых веществ (до 3%) и сильно набухает в пищеварительном тракте. Кроме того в ней содержится антипитательное вещество – алкил безорцил, которое угнетает пищеварение. В рационы млекопитающих включают в основном зерно ржи, прошедшее термическую обработку (гранулирование, экструдирование, проваривание и т.д.) или после ферментной обработки. В кормосмеси для рыб включают 8-10% зерна ржи. Оно содержит незначительное количество клетчатки (2,2%) и жира (1,7%). Белки ржи богаты лизином и бедны триптофаном. Рожь относительно богата витаминами группы В.

**Кукуруза** содержит много крахмала (55%), но бедна белком, который к тому же обладает низкой биологической ценностью, так как дефицитна по лизину и триптофану. Корма из кукурузы быстро портятся, прогорают, так как кукуруза содержит более 4% жира. В состав кормосмесей для рыб включают молотое зерно кукурузы или муку цельного зерна без очистки. При интенсивном кормлении карпа кукурузой у него появляется более светлая окраска и привкус кукурузы.

Кроме измельченного цельного зерна в комбикорм рыб применяют и продукты его переработки – отруби, мучная пыль. В целом углеводистого корма содержится 25–30% в составе комбикорма.

В доброкачественных мучных кормах не ощущается посторонних запахов, вкус – приятный. Металлопримеси не должны присутствовать, а минеральные (песок, земля) не более 0,8%, головня и спорынья 0,06%, куколь 0,25%.

**Компоненты, богатые белком.** К ним относятся зернобобовые и отходы маслоэкстракционного производства – жмыхи и шроты.

Зерна бобовых содержат в 2-3 раза белка больше злаковых. Белки богаты незаменимыми аминокислотами, а белок сои по биологической ценности близок к белку молока. Белки бобовых легко растворимы и хорошо усваиваются рыбами, но следует помнить, что в зернах бобовых содержатся ингибиторы протеолитических ферментов (вещества, подавляющие деятельность ферментов, переваривающие белки) поэтому в рационах рыб (как и в рационах других животных) ограничивают использование зернобобовых. Для снижения активности ингибиторов, бобовые подвергают термической обработке-тостуют при  $t$  не менее  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течении 30-40 минут (поджаривают, экструдуют). Семена бобовых культур включают в состав комбикорма для рыб в количестве 10–15%. Они содержат 22–33% протеинов, 35–60% углеводов, 2–4% жиров, 4–15% влаги (горох, люпин, соя, нут, вика).

*Горох* имеет наибольшее применение из бобовых в кормлении рыб. Содержание белка в горохе составляет до 20%. В состав кормосмесей включают до 10-15% гороха, который хорошо поедается и переваривается рыбами.

*Соя* ценная белковая и маслянистая культура. Соя занимает 1 место по питательности и набору аминокислот среди зернобобовых. Она содержит более 20% белка и 15% жира. Ценность белка сои определяется хорошим составом аминокислот. В кормах для рыб чаще используют жмыхи и шроты из сои (после удаления жира). В состав кормосмесей для рыб включают до 20% соевого шрота.

Люпин также используется редко (содержит алкалоид—люпинин). В ограниченном количестве используют вику и чечевицу, что связано с особенностью их состава. Так, вика содержит токсические соли синильной кислоты, поэтому плохо поедается рыбами.

**Жмыхи и шроты**—отходы маслоэкстракционного производства. Жмыхи получают при отжиме масла на прессах из предварительно очищенных, перемолотых и обработанных теплом и влагой семян масличных культур. Шроты получают при экстрагировании масла из семян органическими растворителями, поэтому в шроте масла в 3-5 раз меньше, чем в жмыхах. По химсоставу в них содержится 10-15% воды, 32-42% протеина, 35-55% углеводов, 1-9% жиров. Часто в состав комбикорма включают соевые, подсолнечниковые, льняные жмыхи и шроты. Остальные или малопродуктивны (клешевиный, конопляный, горчичный содержат много алкалоидов) или нехарактерны для нашей зоны (арахисовый, хлопковый). Соевым шротом заменяют даже половину хлебной муки.

В состав комбикормов жмыхи и шроты включают не менее 2 видов и общее количество составляет около 40%, а такие экзотические как горчичный, сурепковый, конопляный, хлопковый до 10%.

При извлечении растительного масла из перерабатываемых семян масличных культур извлекаются и **фосфатиды**. Фосфатиды могут быть жидкими, пастообразными, порошкообразными.

В состав фосфатидов входят лецитины и кефалины. К наиболее ценному веществу, входящему в состав липидного концентрата, относится лецитин, который в организме рыб регулирует обмен и синтез аминокислот и жиров.

В настоящее время промышленность выпускает кормовые — полуобезжиренные фосфатиды и они представляют собой сыпучий продукт. Рыбные хозяйства могут приобретать его в жидком или пастообразном виде.

В корма для всех видов и возрастов лососевых, осетровых, сомовых, угревых и других видов рыб вводят как добавку для обогащения их витаминами, ненасыщенными жирными кислотами — линолевой, линоленовой, арахидиновой, которые необходимы для нормального течения обмена веществ.

Для повышения витаминной части кормов в их составы вводят различную муку растительного происхождения, которая способствует повышению биологической ценности их и снижает 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. Муку производят в гранулированном или рассыпном виде. Витаминная мука в своем составе содержит много легкоокисляющихся веществ, а поэтому она не может храниться длительное время. Муку производят в гранулированном или рассыпном виде. В составы рыбных кормов разновозрастных ценных видов рыб травяная мука включается до 5 %. Оптимальная норма добавления хвойной муки в кормосмеси составляет 5-10%.

**Хвойная мука** является ценным витаминным компонентом, которая изготавливается из хвои ели, сосны и других хвойных деревьев, ее 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. Хвойная мука содержит комплекс витаминов - почти все витамины группы В, К и Е. В составы рыбных кормов разновозрастных ценных видов рыб травяная мука включается до 5 %. От такой добавки увеличивается содержание жира в теле карпа, и повышается прирост.

**Водорослевая мука** изготавливается в основном из морских и пресноводных водорослей фукуса, ламинарии (бурая), родимении (красные), филлофоры. Водоросли по питательности неодинаковые и зависит их питательность от времени года: весной — меньше, в осенний период увеличивается. Водоросли богаты белками, жирами и углеводами, содержат наиболее ценные аминокислоты (лизин, метионин, триптофан) и витамины А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>12</sub>. водоросли применяют в составе кормосмесей. Водорослевую муку в корма для ценных разных возрастов и видов рыб рекомендуется вводить до 5 % как витаминный и микроэлементный корм.

**Паста из водных (ряска, рдесты, стрелолист, молодые побеги тростника, осоки, рогоза) и наземных растений,** также листьев капусты, ботвы моркови и свеклы. Пасту готовят в день внесения в смеси, замешанную до состояния густого теста. Ряска имеет высокую пищевую ценность (все виды ряски-малая ряска, многокорневая, трехдольная) до 20-27% протеина, содержит 21 аминокислоту, богата микроэлементами - йодом, кобальтом, медью и макроэлементами S, P, Mg и Ca. При добавлении растительной пасты до 30% по весу сырой массы, затраты кормов на единицу прироста снижаются на 10-12% , а общая рыбопродуктивность значительно увеличивается.

#### 4.2. Компоненты животного происхождения

Обладают высокой биологической ценностью, так как являются источником полноценного белка и витаминов, минеральных веществ. К ним относят отходы рыбной, мясной и молочной промышленности.

Характерной особенностью для них является высокая усвояемость аминокислот, только в компонентах животного происхождения содержится витамин В<sub>12</sub>.

**Рыбная мука** считается основным и наиболее важным компонентом применяемым в рыбоводстве в качестве концентрированного источника белка и аминокислот. Она вырабатывается из непищевой рыбы и отходов рыбоперерабатывающей промышленности, содержит более 50% протеина и комплекс незаменимых аминокислот: много лизина, метианина, триптофана, валина. Более ценной считается нежирная мука, так как она лучше сохраняется. Срок хранения муки от 6 месяцев до 1 года (стабилизированная антиоксидантами). В состав комбикормов для рыб включают 3-5% рыбной муки, а в импортные (немецкие) до 25%.

По химическому составу рыбная мука содержит до 12% воды, 48-50% протеина, не более 10-12% жира. Она должна быть сухой, рыхлой, легко рассыпаться, без комков, плесени, постороннего запаха (имеет запах сушеной рыбы). Богата витаминами группы В и микроэлементами.

**Мясокостная мука** готовится из целых туш животных, непригодных для пищевых целей и из отходов мясокомбинатов. Питательность зависит от исходного сырья, но белка должно быть не менее 42%. Содержит 9% воды, протеина, 16% жира, 15% углеводов. Хороший источник Са (35 г/кг.) и Р. (19 г/кг.) В состав комбикормов для рыб включают 1% мясокостной муки.

**Мясная мука** вырабатывается из внутренних органов животных, отходов консервного производства и прочих мясных отходов, не содержащих костей. Содержит 50-60% белка, много лизина, метионина, триптофана, богата Са и Р.В отечественные комбикорма мясную муку включают редко из - за высокой её стоимости, в составе немецких гранулированных комбикормов содержится до 7% мясной муки.

**Крилевая мука** в отличие от рыбной муки содержит много каротиноидов, которые придадут мясу выращиваемых рыб специфическую розовую окраску. Её используют в основном для кормления лососевых рыб (производителей). Содержит более 60% белка.

**Крабовая мука** готовится из отходов при переработки крабов. Содержит до 25% белка 8% кальция и 10% фосфора, богата аминокислотами. В состав комбикормов для рыб включают в место рыбной и мясокостной муки.

**Куколка тутового шелкопряда** используется в качестве белкового компонента рыбных кормов. Но из-за высокого содержания жира ( до 25%) используется ограниченно, так как при ее скармливании у рыб нарушается нормальный процесс пищеварения. Используют в кормлении рыб только свежие куколки тутового шелкопряда.

**Сухое обезжиренное молоко (сухой обрат).** Является ценным компонентом для стартовых комбикормов (для молоди рыб). Оно содержит полноценный, хорошо переваримый белок, легкодоступные углеводы и много витаминов группы В. Но из-за высокого содержания в обрате лактозы-молочного сахара, который может привести к нарушению углеводного обмена, его ограничивают в кормлении рыб. В состав кормовых смесей можно включать до 8% сухого обрат.

Часто в кормлении рыб, особенно личинок и мальков лососевых используют говяжью селезенку, содержащую до 18% полноценного белка. Ее включают в разнообразные кормовые смеси, в сочетании с мучными или витаминными кормами. Для обогащения кормовых смесей для рыб можно использовать моллюски, головастики, лягушек мелкую сорную рыбу (ценные компоненты для карпа). Их пропускают через мясорубку, и полученный фарш добавляют в сухие корма. Лягушек лучше скармливать в вареном или сушеном виде. После высушивания их разламывают и вносят в кормовую смесь до 30%. Такую смесь хорошо поедают и сеголетки и двухлетки, в результате чего повышается общая рыбопродуктивность.

### Вопросы для самоконтроля

1. Компоненты растительного происхождения богатые крахмалом;
2. Компоненты растительного происхождения богатые белком;
3. Компоненты растительного происхождения богатые;
4. Компоненты животного происхождения (мясная, мясокостная, кровяная, крилевая, крабовая мука);
5. Компоненты животного происхождения(сухое обезжиренное молоко, куколка тутового шелкопряда).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. **Скляров, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляров - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.

2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

*Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбоведа. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 5

### КОМПОНЕНТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА, МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ, ПРЕМИКСЫ, АТТРАКТАНТЫ

#### 5.1. Компоненты микробиологического и химического синтеза

Проблема протеинового питания (дефицит белка в рационах обычно составляет в среднем 20-25%) решается за счет использования в кормлении различных нетрадиционных источников протеина. В современных условиях широко используются в животноводстве искусственные белковые корма, полученные путем промышленного биосинтеза (микробиологического синтеза) различных низших автотрофных организмов-дрожжей, микроорганизмов, бактерий (белок одноклеточных).

Дрожжи и микробы обладают очень высокой способностью внутреннего метаболизма, т.е. за короткий срок дают большое количество биомассы 500 кг дрожжевых микроорганизмов в сутки синтезируют 1250 кг белка.

Из биосинтезируемых ингредиентов для рыбных кормов наиболее ценными считаются дрожжи, выращенные на отходах пищевой промышленности, чем на гидролизатах древесины, стержнях кукурузных початков, нефти, т.к. содержат больше протеинов и витаминов.

**Дрожжи кормовые** подразделяются на сухие, гидролизные и белково-витаминные концентраты (БВК), полученные из парафинов нефти (паприн), а также полученные из метанола (меприн), этанола (эприн), природного газа (гаприн).

**Сухие дрожжи** получают из зерна, картофельной и меласной барды и характеризуются высокой питательной ценностью: содержат до 50% протеина, в значительном количестве все незаменимые аминокислоты (особенно лизин), витамины группы В (кроме В<sub>12</sub>). В дрожжах содержится провитамин Д (эргостерол), который под влиянием ультрафиолетового облучения превращается в витамин Д<sub>2</sub> (в 1 г от 4 до 20 тыс. МЕ витамин Д). Сухие дрожжи вводятся в комбикорма в количестве до 40% в зависимости от вида и возраста рыб.

**Гидролизные дрожжи (гиприн)** — продукт микробиологической переработки клетчатки отходов древесины, соломы, камыша, а также отходов сульфитно-целлюлозного производства. Содержание сырого протеина достигает 44-48%. Сухие кормовые дрожжи характеризуются высокой питательной ценностью: в их состав входят в значительных количествах все незаменимые аминокислоты, комплекс витаминов группы В, провитамин IX, (эргостерол), минеральные вещества, а также разнообразные гормоны и ферменты, способствующие усвоению протеинов и углеводов. В рыбные корма гидролизные дрожжи вводят в качестве белково-витаминной добавки в количестве 5-40% в зависимости от вида и возраста рыб.

**Углеводородные дрожжи (паприн, белково-витаминный концентрат - БВК).** Субстратом для культивирования этого вида дрожжей служат жидкие очищенные парафины нормального строения. По содержанию протеина (44-63%), незаменимых аминокислот и витаминов группы В. БВК превосходит белковые корма растительного происхождения и практически не уступает кормовым продуктам животного происхождения; имеет богатый набор микроэлементов и витаминов, особенно группы В. Вводится в рыбные кормосмеси в количестве 4-20% в зависимости от вида и возраста рыб.

При этом используются экономически выгодные и экологически безопасные компоненты, более дешевые и доступные, не происходит загрязнения почвы, воздушного и водного бассейнов химическими веществами.

**Углеводно-белковый концентрат (УБК).** Исходным сырьем для его получения служат яблочные выжимки, сплав ячменя, зерновые отсевы. Содержание протеина по

сравнению с исходным сырьем повышается в 2-3 раза и доходит до 40%. Норма ввода УБК в полнорационные комбикорма для рыб составляет 10-15%.

**Биокорн, сарепта, белотин, элита** — новые кормовые препараты. Сырьем для их получения служат отходы переработки зерновых культур. По своим физическим и химическим показателям эти продукты имеют много общего: порошок грубого помола, цвет — от светло-коричневого до бурого, с характерным дрожжевым запахом. Массовая доля влаги около 12%, содержание сырого протеина от 32 до 45%.

**ККЛ кормовой концентрат лизина** (незаменимой аминокислоты) содержит 21% чистого лизина.

Промышленность выпускает 2 вида *сухой* и *ККЛ-жидкий*, на основе патоки, на основе отрубей. ККЛ включают в состав кормосмесей для рыб в том случае, если корма животного происхождения заменились эквивалентным количеством по протеину шротами масличных культур.

**Кристаллический лизин** (L-лизин) получают микробиологическим синтезом; выпускается в виде монохлоргидрата. Это порошок белого или светло-желтого цвета, без запаха, с содержанием основного вещества до 95%. Препарат целесообразно использовать в кормах на основе белка растительного происхождения или микробного синтеза.

**Метионин** — кристаллический порошок белого цвета с коричневым, желтоватым или сероватым оттенком; содержание активного вещества 95-98%. Рекомендуется использовать в кормосмесях на основе белка растительного происхождения или микробиологического синтеза.

**Карбамид** — продукт химического синтеза, вещество без запаха, хорошо растворяется в воде, содержит до 46% азота. За счет него можно восполнить 12-15% белка, недостающего в рационе при товарном выращивании карпа, и до 5% — в кормах для молоди лосося.

## 5.2. Минеральные вещества

**Мел** обогащает рационы кальцием. Его вносят в смесь от 1 до 2%.

**Поваренную соль** применяют как кормовую добавку при выращивании товарной рыбы и молоди. Соль стимулирует обмен веществ, ускоряет рост рыбы. Вводится в смеси от 0,5 до 1% в зависимости от возраста рыбы.

**Известняки** используют в составах рыбных комбикормов и приготовления пастообразных кормосмесей в количествах от 1 до 2%.

**Сапропель-перегнивший** ил имеет зеленоватый оливковый или серый цвет. Он образуется на дне пресного водоема из остатков растительных и животных организмов. Сапропель богат макро и микроэлементами, содержит витамины D, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub> и др., много микроэлементов Ca, P, S, Fe, I, Co, Cu. Сапропель богат белками, жирами и углеводами. Его лучше использовать в высушенном и молотом виде в количестве до 5% к основному рациону в зависимости от потребностей рыбы в минеральных веществах.

## 5.3. Ферментные препараты

В отдельных случаях в составе рыбных комбикормов используются ферментные препараты. В технических и даже очищенных ферментных препаратах кроме основных ферментов содержатся и другие. Название каждого ферментного препарата складывается из названия основного фермента и видового названия микроорганизма - продуцента. Окончание названия фермента во всех случаях "ин". Буквами Г и П обозначается способ культивирования продуцента: Г-глубинный, П -поверхностный. Содержание фермента в препарате обозначается буквой х и числом, соответствующим кратности очистки.

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

*Протосубтилин Г3х (Bac. subtilis), Амилосубтилин Г3х (Bac. Subtilis), Пектаваморин П 10х(плесневого гриба Asperigillus awamory)*

#### 5.4. Каротиноидные пигменты

Основной функцией каротиноидных пигментов является участие в свободнорадикальном окислении в качестве регулятора. Наиболее доступным для использования в аквакультуре являются импортные препараты астаксантина и кантоксантина, кормовые препараты микробиологического, растительного каротина ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ).

Следует отметить, что введение каротиноидных пигментов в корма для форели придает мясу насыщенный цвет, улучшает физиологическое состояние рыб, жизнеспособность икры. В качестве кормовой добавки, содержащей антиоксидант естественного происхождения астаксантин, является мороженный криль.

#### 5.4. Премиксы

*Премиксы это смесь биологически активных веществ (витаминов, микроэлементов, антибиотиков) и наполнителя.* Введение премиксов в кормосмеси способствует улучшению физиологического состояния рыбы, повышению темпа роста, выживаемости и резистентности к заболеваниям, нормализации деятельности нервной, кровеносной и пищеварительной систем, предотвращает расстройства воспроизводительной функции.

В настоящее время разработаны специализированные премиксы, используемые при производстве стартовых и продукционных кормов для осетровых, лососевых и карповых рыб. Премикс ПФ-1М предназначен для форели и лосося массой до 1 г; ПФ-1В — от 1 г до товарной массы и производителей. Эти премиксы эффективны как в гранулированных, так и в пастообразных кормах.

#### 5.5. Аттрактанты

Известно, что рыбы обладают избирательным отношением к одинаково доступной пище. Как правило, привлекающими рыб веществами являются белки, амины, аминокислоты, нуклеотиды, бетаины, глюкопротеиды, липиды, некоторые органические кислоты. Так, многие карповые рыбы предпочитают корм, содержащий альдегиды и кетоны - продукты окисления жиров, растительные масла, сухой обрат и сухую молочную сыворотку, угорь - корм, содержащий глицин и аланин. Большинство продуктов животного происхождения (за исключением молочных) стимулируют пищевую активность лососевых рыб. Сильным привлекающим действием для основных культивируемых рыб отличается рыбий жир, экстракты из креветок, крабов. Некоторые проходные лососи избегают запаха растительного масла. Продукты микробного синтеза у многих рыб вызывают реакцию избегания. Кроме того, в настоящее время зарубежными фирмами производится выпуск пищевых аттрактантов, увеличивающих привлекательность сухого корма (мясной, рыбный, крабовый и др.).

#### 5.6. Антиоксиданты

Это вещества ингибирующие процесс окисления других веществ молекулярным кислородом. Наиболее опасны для здоровья рыб продукты окислительной деструкции липидов, содержащие ненасыщенные жирные кислоты (перекиси, кетоны, альдегиды). Сами продукты окисления липидов разрушают каротиноиды, витамины А, Д, Е и К.

В настоящее время в составе комбикормов и компонентов, содержащих ненасыщенные липиды, применяется уже значительное количество антиоксидантов, предохраняющих от окисления липиды и витамины. Из естественных антиокислителей традиционно применяется токоферол, аскорбиновая кислота, лецитин. Среди синтетических препаратов следует выделить сантохин (этоксихин, сантоквин), бутилокситолуол (ионол), бутилокси-анизол (бутилгидроксианизол), додецилгаллат, пропиленгаллат, дилудип, акфелан. Эти препараты обычно добавляют в кормосмеси в количестве до 0,02 %.

### 5.7. Пробиотики

Для повышения продуктивности индустриального и прудового рыбоводства особое место отводится профилактике болезней и лечению рыб. В связи с этим в последнее время применяются вещества-пробиотики. Одним из них является «Субтилис».

«Субтилис» - пробиотик нового поколения для ветеринарных целей. Представляет собой жидкую микробную массу грамположительных аэробных спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis*. Предназначен для лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний бактериальной и вирусной этиологии. Приготовлен в виде сухой кормовой добавки.

Пробиотики предназначены для профилактики и лечения, заболеваний бактериальной и вирусной этиологии, нормализации кишечной микрофлоры при дисбактериозах различной природы. Позволяют смягчать стрессы, вызываемые сменой кормов и технологическими воздействиями на животных. Служат для повышения резистентности организма и напряженности иммунитета. Увеличивают усвояемость кормов.

### 5.8. Энтеросорбенты

Минеральный энтеросорбент включает цеолит, бентонит, углекислый кальций и водорастворимые соединения кремния, которые поглощают или снижают уровень экзо- и эндотоксинов в кишечнике. Так, цеолит эффективно связывает низкомолекулярные афлотоксины, образуемые плесневыми грибами рода *Аспергиллюс*, а бентонит - высокомолекулярные, продуцируемые грибами рода *Фузариум*, причем углекислый кальций приводит к распаду крупных частиц бентонита и цеолита на более мелкие и тем самым увеличивает их общие адсорбционные свойства. Легкоусвояемые водорастворимые соединения всасываются и способствуют повышению естественной резистентности и регенерации тканей. Известно так же, что цеолит является сильнейшим адсорбентом аммиачного азота, тяжелых металлов и радионуклидов, связывает низкомолекулярные токсические вещества, снижает воспалительные процессы, обеспечивает препаратам эластичность и структурирование суспензии. Растворимый кремний улучшает работу кровеносной системы.

«Карбосил» - экологически чистый энтеросорбент, в котором токсические элементы практически отсутствуют. Не оказывает местно-раздражающего и аллергического действия.

«Пробисил» это кормовая добавка, состоящая из эффективного пробиотика нового поколения и уникального минерального энтеросорбента. Эта добавка предназначена для профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний бактериальной, вирусной и грибковой этиологии у разных видов и пород рыб, а так же при острых кишечных инфекциях, кормовых токсикоинфекциях, аллергиях, интоксикациях, включая острые отравления сильнодействующими и ядовитыми веществами, предупреждения вздутия кишечника у осетровых рыб.

### Вопросы для самоконтроля

1. Компоненты микробиологического синтеза (кормовые дрожжи);
2. Компоненты химического синтеза (кормовой концентрат лизина);
3. Минеральные вещества, используемые в питании рыб;

4. Ферментные препараты, используемые в составе рыбных комбикормов;
5. Каротиноидные пигменты в составе рыбных комбикормов;
6. Введение премиксов в кормосмеси;
7. Пищевые аттрактанты, увеличивающие привлекательность сухого корма;
8. Применение антиоксидантов в составе комбикормов и кормосмесей;
9. Применение пробиотиков и энтеросорбентов в кормлении рыб.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. **Скляр, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

##### *Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбоведа. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 6

### ЕСТЕСТВЕННАЯ КОРМОВАЯ БАЗА. ЖИВЫЕ КОРМА

#### 6.1. Естественная кормовая база

Природную кормовую базу водоемов составляет совокупность животных и растительных организмов, обитающих в толще воды, в обростах и на дне.

#### 6.2. Планктонные организмы

Организмы, которые все время содержатся в толще воды и не опускаются на дно, называются планктоном. Планктон является совокупность животных и растительных организмов, обитающих в толще воды во взвешенном состоянии. Большая часть планктона совершенно независима от твердого грунта, и лишь немногие формы временно используют его в качестве опоры. Планктонные организмы неспособны, противостоять даже слабому движению воды и переносятся течением и волнами. Некоторые водоросли и беспозвоночные образуют вокруг своего тела мощные слизистые оболочки, богатые водой, по размерам превосходящие размерам самого организма (сине-зеленые и зеленые водоросли, коловратки).

**Фитопланктон** - совокупность микроскопических водорослей, которые свободно обитают в толще воды прудов. Их размеры составляют десятые и сотые доли мм. В толще воды они удерживаются благодаря чрезвычайно малым размерам, большому содержанию в клетках воды, газов и жира. Наличие в их клетках пигмента придает водорослям различные цветовые оттенки, однако чаще всего они содержат пигмент зеленого цвета - хлорофилл. Водоросли являются той первичной продукцией, которая образуется из неорганического вещества: они перерабатывают неорганические вещества в живую материю. Первичная продукция является кормом для организмов зоопланктона, зообентоса и рыб-фитофагов, например, для белого толстолобика. С помощью солнечного света и тепла водоросли разлагают растворенные в воде  $\text{CO}_2$ , при этом кислород насыщает воду прудов, а углерод с азотом, фосфором и другими химическими веществами воды и вносимых удобрений используются на построении тканей водорослей. Различают группы водорослей: зеленые, сине-зеленые, золотистые, диатомовые и др.

При благоприятных условиях для одного или нескольких видов водорослей, они начинают быстро размножаться, вытесняя других. Усиленное размножение сине-зеленых водорослей анабены, микроцистиса, афанизамены, придающих воде голубой оттенок, дает более 90% массы фитопланктона. Планктонный период сине-зеленых водорослей относительно короткий - с июня по сентябрь. На поверхности воды водоросли образуют мощные скопления, шаровидные и в виде пленок. Биомасса этих скоплений нередко достигают  $10 \text{ кг/1 м}^3$  воды. Вода насыщена продуктами распада. Поверхностные пленки сине-зеленых водорослей усиливают испарение: оно может возрасти в период «цветения воды» на 20-30%. Мощному развитию сине-зеленых водорослей способствует 3 фактора: замедленный водообмен, накопление взвешенных и растворенных веществ, уменьшение содержания кислорода у дна при глубине не более 10-15 м. Таким образом, в прудах, дно которых очень заилено, начинают быстро размножаться сине-зеленые водоросли, на которых не влияет низкое содержание кислорода в воде, а оптимальным для их вегетации содержанием фосфора является от 0,002 до 0,02 мг/л и азота от 0,06 до 0,2 мг/л. «Цветение» зеленых водорослей хлореллы, сценодесмуса, вольвокса, эвглены - полезны для водохранилища.

**Зоопланктон** состоит из мелких животных, обитающих в толще воды, которые являются основной пищей для планктоноядных рыб и молоди многих рыб. Зоопланктон имеет плохо развитые органы движения, размеры тела от 40 микрон до 10 мм.

После таяния льда быстро размножаются и заселяют различные участки прудов коловратки и циклопы.

**Коловратки** - это организмы с длиной тела от 40 мк до 2 мм., живут в водоемах, за которые дают 2-3 генерации. Хорошо размножаются в водоемах с высоким содержанием органических веществ.

**Ветвистоусые рачки** имеют размеры от 0,25 до 10 мм. Их развитие с учетом 3-4 линек происходит в течение 8-14 суток. Партеногенетическое потомство самки дают через каждые 3-4 суток. Питаются они мелкими формами фитопланктона, хотя есть среди них и хищники. Кладоцеры являются индикаторами чистоты водоема. В загрязненных прудах они гибнут.

**Веслоногие ракообразные** имеют длину тела 1-5 мм и размножаются только половым способом. В зависимости от способа питания они делятся на две группы: мирные формы-диатомусы, которые потребляют механически захватывая бактерии, фитопланктон, органический детрит.

Хищные циклопы - активно потребляют коловраток, личинок, хирономид, олигохет, а также поедают икру и личинок рыб. Среди циклопов встречается и каннибализм. Веслоногие живут в прудах на протяжении всего года и составляют до 20-30% от массы зоопланктона.

### 6.3. Обросты и бентосные организмы

Обросты — это пестрая колония живых микроорганизмов находящихся на подвижной части растений, столбах и камнях. Их охотно поедают рыбы.

**Бентос**-совокупность растительных и животных организмов населяющих дно водоемов.

**Фитобентос** состоит из ряда водорослей-харовых, зеленых и синезеленых, а также макрофитов:водяная гречиха, рдесты, камыш, тростник, осока и др.

**Зообентос** - это животные организмы которые на дне водоема, в грунте. На 80% зообентос состоит из личинок хирономид - это личинки двукрылых насекомых (комара-дергуна). Они являются излюбленным кормом для сеголетков и двухлетков карпа. Личинки тонкие и имеют четко выраженную головку. Многие виды, особенно обитающие в иле, где имеется дефицит кислорода, окрашены в красноватый цвет. Питаются отмершими остатками растительного и животного происхождения, грибами, дрожжами, бактериями. Личинки хирономид быстро населяют дно, т.к. за лето дают по 6 генераций.

Излюбленной пищей рыб являются поденки - это одни из самых красивых насекомых с сетчатыми крыльями с очень красивым узором туловище заканчивается двумя или тремя хвостами. Во взрослом состоянии поденки живут всего 1 день пищеварительная система развита хорошо, но рта у них нет. Поденки не питаются и в единственный день своей жизни только кружатся в брачном танце, успевают отложить яйца в ручейки либо на подводные камни и палки. Из отложенных яиц выводится личинки, которые развиваются в воде до 3 лет. Рыбы съедают как взрослых особей, так и личинок, которые считаются лучшей приманкой для рыб. Большое значение в качестве пищи для рыб имеют личинки ручейников.

Личинки коретры (Corethrinae) являются планктонными. Они полностью прозрачны, как стекло. Личинки отлично приспосабливаются к любой плотности воды, у них есть передний и задний газовые пузырьки, и поэтому в воде они находятся горизонтально, не погружаясь, или быстро передвигаются взад-вперед. Это хищники, питающиеся мелкими рачками.

Иногда они полностью исчезают из водного пространства, зарываясь в ил. В этот период им не требуются ни пища, ни воздух.

Личинки ручейника получили свое название от футляра, который они строят из частей листьев, песка, камешков, ракушек или панцирей. В этом футляре личинка, похожая на

гусеницу, скрывается наполовину. Личинки строят домики из стеблей растений в виде трубочек. Личинки ползают по дну в месте с домиком- трубочкой длиной 25-35 мм.

Личинки ручейников избегают загрязненных участков, т. к. они требовательны к кислородному режиму. Живут они в чистой прохладной воде. Личинки до превращения в насекомых живут около года в воде, затем окукливаются и через 2 недели из домиков выползают темно-коричневые бабочки, похожие на крупную моль.

Многие моллюски являются кормом для рыб - беззубки, перловицы.

Заметное место в фауне пресных водоемов занимают тонкие, малощетинковые черви - олигохеты, которые питаются детритом и сами служат кормом для пиявок и рыб. Чаще всего в прудах встречается представители олигохет – трубочник.

Водяные беспозвоночные являются ценной и богатой питательными веществами пищей. Калорийность 1 г бентоса равняется 0,5- 0,7 ккал.

#### **6.4. Живые корма, используемые при искусственном разведении рыб**

Практика искусственного разведения ценных пород рыб показала, что жизнеспособность выращиваемой молодежи зависит от степени обеспеченности кормами, адекватными ее пищевым потребностям, особенно в период перехода на активное питание. До сих пор, к сожалению, не существует полноценного искусственного корма, который обеспечил бы быстрый рост личинок и высокую выживаемость на первых этапах постэмбрионального развития. Поэтому использование живых кормов, содержащих целый комплекс аминокислот, витаминов, микроэлементов, жирных кислот, ферментов и др., по-прежнему актуально.

При производстве посадочного материала осетровых одной из основных проблем является перевод личинок на питание искусственными кормами. В настоящее время повсеместно используется традиционная технология перевода личинок на искусственные корма, предусматривающая обязательное использование кормовых беспозвоночных на первых этапах.

Артемия— жаброногий рачок, наиболее часто применяемый в рыбоводстве кормовой объект. Благодаря малому размеру, мягкому и тонкому наружному скелету и высокой пищевой ценности его с успехом используют для кормления личинок большинства видов рыб уже в первые дни жизни. Способность покоящихся яиц артемии сохранять жизнеспособность в течение длительного времени позволяет получать стартовый живой корм в заданные сроки в требуемом количестве. Науплиев и метанауплиев артемии, а также ее декапсулированные яйца применяют для выкармливания личинок как морских, так и пресноводных видов рыб и ракообразных. Артемия — галофильный вид, широко распространенный в соленых водоемах разных континентов; диапазон солености среды обитания — от 10 до 340 г/л. В ультрагалинных водоемах (при солености 70 г/л и выше) при отсутствии хищников и пищевых конкурентов артемия практически развивается в монокультуре; ее плотность контролируется лишь количеством пищи (водоросли, бактерии, детрит). На территории России ареал артемии охватывает соленые водоемы Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов, Западной Сибири, Дальнего Востока, а также Средней Азии. В водоемах России при благоприятных природно-климатических условиях ежегодно можно добывать до 1.5-2.0 тыс. тонн (в основном это водоемы Алтайского края и Курганской области). Температурный диапазон обитания артемии весьма широк — 5-42 °С; оптимум для инкубации покоящихся яиц — 25-27 °С. Условия хранения покоящихся яиц артемии оказывают большое влияние на их качество. Сухие яйца с влажностью менее 10% (желательно 2-5%) должны храниться в темном прохладном сухом помещении в водо- и воздухонепроницаемой упаковке. Такие яйца могут храниться месяцами. При хранении на открытом воздухе они гидратируются, вследствие чего может произойти разрыв оболочек.

Усиление пищевой привлекательности стартовых кормов за счёт включения в их состав компонентов, обладающих аттрактивным действием, одним из которых является гидролизат гаммаруса. Гаммарус — представитель семейства Gammaridae.

Многие виды гаммарусов развиваются в массовых количествах и являются важными кормовыми организмами для ценных видов рыб. В последние годы гаммарусы стали объектами промысла. В Азовском море промысловым объектом является понтогаммарус, биомасса рачка колеблется от 16 до 327 г/м<sup>2</sup>, численность — от 1744 до 95975 экз/м<sup>2</sup>. Пищевая привлекательность стартовых кормов отмечается уже при включении 5% гидролизата гаммаруса. Гидролизат из гаммаруса в количестве 10% в составе старта способствует повышению эффективности использования различных групп органических, минеральных веществ и энергии корма на рост рыб.

### Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика естественной кормовой базы;
2. Планктонные живые корма растительного происхождения;
3. Планктонные живые корма животного происхождения;
4. Бентосные живые корма
5. Использование артемии в кормлении молоди рыб;
6. Включение гидролизата гаммаруса в состав комбикормов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Скляр** **В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

#### *Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М.: Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбоведа. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 7

# КОМБИКОРМА И КОРМОСМЕСИ ДЛЯ РЫБ. СПОСОБЫ ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ

### 7.1. Состав и питательность комбикормов

Комбикорм—это однородная смесь очищенных и измельченных кормовых средств и биологически активных добавок, составленная по научно—обоснованным рецептам.

В составе комбикормов для рыб должны быть разнообразные корма, и чем они разнообразнее, тем выше их питательная ценность. Лучшие отечественные и зарубежные рыбные комбикорма включают не менее 9–12 компонентов, не считая добавок и витаминов, ферментов, минеральных солей. В этом и состоит одно из достоинств комбикормов – недостаток питательных веществ в одних компонентах компенсируется их наличием в других.

В 40-е годы прошлого столетия были созданы первые рецептуры комбикормов. Корма представляли собой сухие дробленые смеси или пасту, замешанные на воде и предназначались как дополнение к естественной кормовой базе. В 1963 году была образована первая лаборатория кормов и кормления рыб.

Производство комбикормов осуществляют как государственные предприятия, так и межхозяйственные и внутривладельческие цехи и заводы.

В настоящее время на базе результатов комплексных исследований научных учреждений ВНИИПРХа, ГосНИОРХа, ВНИРО, АГТУ создано более 50 рецептур комбикормов и нормативная техническая документация по их использованию.

При этом учитывают потребность рыб в энергии, протеине, аминокислотах, минеральных веществах и витаминах. Кроме того, рецепт комбикорма зависит от половозрастной группы и породы рыб.

Для прудовых и карповых рыб (согласно инструкции по приготовлению комбикормов) отводятся следующие номера рецептов С 110 по 119

В пределах установленного десятка номеров , рецептам присваивают порядковые номера по половозрастным группам ( например, рецепт 110–1 – для сеголетков карпа, 111–1 — для двухлетков карпа.)

При недостатке чисел используют буквенные литеры, например, рецепт комбикормов с – 112 – лат—стартовый комбикорм, предназначенный для выращивания лососевых рыб, точнее для радужной форели массой до 5г (лат—лосось атлантический).

Комбикорм скармливают только тем видам и группам рыб, кому он предназначен по рецепту. Скармливание его другим видам не дает требуемого эффекта.

### 7.2. Характеристика комбикормов. Приготовление

Корма для рыб выпускаются в рассыпном виде, гранулированном и брикетированном пастообразном виде.

**Пастообразный корм** готовят непосредственно в кормоцехе хозяйства. Влажные корма можно использовать для кормления практически всех объектов аквакультуры. Для сокращения потерь питательных веществ от экстрагирования в результате размывания кормов в их состав необходимо вводить связующие вещества: льняной жмых, технический крахмал, рисовую муку и др. Приготовление тестообразного корма непосредственно в хозяйствах позволяет максимально использовать местные сырьевые ресурсы (фарш из малоценных рыб, отходы переработки рыб, скота, птиц и др.). Применение пастообразных кормов, однако, имеет ряд существенных недостатков. Они плохо хранятся, могут служить источником разнообразных инфекций, быстро

размываются в воде, что ведет к потере питательных веществ и ухудшению гидрохимического и газового режима воды

**Брикетированные комбикорма.** Для брикетирования используют рассыпные комбикорма, приготовленные на комбикормовом заводе, и различные местные отходы, пасту из зеленых трав, отходы пищевой промышленности. Количество добавок к рассыпному комбикорму составляет 15-20%. Влажность брикета перед прессованием рекомендуется не более 24 %, а на выходе из пресса составляет 15—16 %, при температуре 50—60 °С. После охлаждения влажность брикетов не должна превышать 14,5 %. При такой влажности брикеты можно хранить в складах, но лучше их сразу скармливать рыбе.

Длина брикета 140 мм, ширина 52 мм, высота 25-40 мм, площадь 80 см<sup>2</sup>, масса 220-400 г. Технологический процесс брикетирования следующий. Рассыпной комбикорм и корма местного значения подаются в измельченном виде в бункер, затем поступают в смеситель, заливаются водой и увлажненная кормосмесь подается на пресс.

Скармливание рыбе брикетированных комбикормов показало, что экономия корма по сравнению с комбикормами сухого прессования и тестообразных кормов составляет 12-18 %. Вымываемость питательных веществ из брикетов в воде в 2 раза меньше, чем из тестообразных комбикормов.

**Комбикорма, приготовленные способом накатывания.** Сущность этого способа заключается в том, что рассыпной комбикорм доводится до влажности 41-42 % и подается на дисковый гранулятор с углом наклона тарелки 30-55 градусов, начинается ее движение при определенном числе оборотов и происходит накатывание комбикорма в форме шариков. С помощью этого способа можно получать гранулы диаметром 3—35 мм с различной прочностью, которая достигается в результате изменения наклона, высоты борта и скорости вращения тарелки.

Недостатком этого способа является то, что компоненты рецепта комбикорма необходимо доводить до тонкого помола и гранулы в процессе накагивания при этом получаются разного размера, поэтому их сложно сортировать и сушить.

Экономия корма при скармливании их рыбе по сравнению с гранулами сухого прессования составляют 6 %, а с тестообразным — 12 %. Водостойкость шарообразных гранул корма составляет 10—24 часа и набухают они более 2 часов.

**Гранулированные комбикорма** Применение гранулированных комбикормов считается наиболее эффективным методом, так как в отличие от рассыпных комбикормов которые самосортируются по величине, плотности и парусности при загрузке и разгрузке, они сохраняют гомогенность смеси, снижается распыление россыпи на 0,2%, сокращаются затраты труда на обработку корма при кормлении, упрощается технология ввода в комбикорм жидких ингредиентов-жиров, потоки жидкого лизина, улучшается процесс сохранения. Кроме того, в процессе гранулирования изменяется состояния крахмала, белков и активных элементов, благодаря чему питательные вещества комбикормов становятся более доступными для микроорганизмов и ферментов. Размеры гранул зависят от вида рыб и их живой массы.

Гранулированные комбикорма производятся не только промышленным способом, их можно изготавливать непосредственно в хозяйствах. Для этого необходимо иметь электромясорубку, сушилку и набор сит с разной ячейей.

Предварительно все компоненты, входящие в состав рецептуры, необходимо смолоть и просеять так, чтобы размер частиц не превышал для стартового и производственного корма соответственно 0.3 и 0.6 мм (с остатком на сите до 10%). Затем согласно рецептуре составляют смесь сухих компонентов.

После добавления премикса смесь тщательно перемешивают и добавляют воду — 25-30% массы всех компонентов. Влажную смесь пропускают через электромясорубку. Кормосмесь после мясорубки имеет вид цп цилиндрических нитей диаметром от 3 до 7 мм. Разрывая вручную нити, получают гранулы цилиндрической формы — соотношение длины к диаметру не более 1.5.

Влажные гранулы помещают в сушильную установку. Гранулы сушат теплым воздухом, используя для этого нагревательный прибор с продувкой воздуха. Сушат гранулы при температуре воздуха 55-65 °С. Полностью высушенные гранулы представляют собой готовый продукт; их можно скармливать рыбам непосредственно после приготовления (предварительно добавив жир согласно рецептуре) или хранить в специальной таре.

Для приготовления крупки, предназначенной для молоди массой до 5 г, предварительно получают сухие гранулы диаметром 5 мм. Затем их дробят на электромясорубке, на которую вместо мелкой матрицы и ножа устанавливают зажимное кольцо. Полученную после дробления смесь крупки разного размера с помощью сит разного диаметра разделяют по фракциям.

**Комбикорма влажного гранулирования** (предл. ВНИИПРХ). В смеситель установки одновременно подается комбикорм, строго дозированное количество вод и раствор микродобавок. Влажность гранул должна составлять 28-30%. В реакторно-смесительных установках частицы комбикорма перетираются шнеками, измельчаются и смешиваются. Белковые вещества образуют клейковину. Измельченные частицы комбикорма при прессовании заполняют пустоты, а клейковина связывает их. Гранулы приобретают прочность и водостойкость. Для хранения гранулы охлаждают и просушивают до влажности 12-14%. Крошимость гранул влажного прессования не менее 2% (сухого-19%). Экономия комбикорма влажного прессования на 25% выше тестообразных и на 18%-сухих гранул.

**Комбикорма сухого гранулирования со связующими веществами.** Поскольку комбикорма сухого гранулирования имеют много недостатков (быстро набухают, из них много вымывается питательных веществ)- ВНИИ комбикормовой промышленности постоянно занимается вопросами повышения водостойкости гранулированных комбикормов для рыб. Изучалось повышение водостойкости гранул при введении связующих веществ - декстрина, сухой молочной сыворотки, патоки, фосфатидного концентрата, бентонитовых глин, миносulfатов, крахмала. Водостойкость комбикормов значительно повышается.

**Комбикорма сухого гранулирования, покрытые защитной пленкой.** В качестве пленкообразующих веществ применяют поливиниловый спирт, суспензию из бентонина натрия и говяжьего жира. Оказалось, что при этом повышается водостойкость гранул, экстрагирование питательных веществ за 2 часа не более 10%, набухаемость в воде 5-10 минут.

**Экструдированные комбикорма.** Отраслевые комбикормовые заводы выпускают для выращивания рыбы плавающие гранулы комбикормов, которые изготавливаются по технологии экструдирования. В основе экструдирования используется три процесса: температурная обработка комбикормов или компонентов под давлением, механическое деформирование продукта, «взрыв» продукта во фронте ударного разрежения. При этом происходит глубокая термическая обработка (120-200 °С) под давлением (3—5 МПа). После такой обработки из экструдера выходит вспученный, пористый продукт, который легче воды. Кроме этого, происходят изменения в питательных веществах, например, крахмал расщепляется до декстринов и Сахаров, протеины подвергаются денатурации и в связи с этим значительно возрастает переваримость углеводов и протеина кормов, происходит нейтрализация некоторых токсинов и гибель их продуцентов, что очень важно при раздаче корма в воду и для улучшения экологии воды.

Для рыбоводства экструдированные плавающие гранулы комбикормов выпускают специальные отраслевые комбикормовые заводы по следующей технологии. Рассыпные комбикорма обрабатывают паром и водой, пропускают через экструдер. Температура — 90-110 °С, давление — до 100 атм. При выходе из экструдера гранулы корма вспученные, пористые и имеют влажность 26 %, затем проходят сушку нагретым в камере воздухом, подающимся вентилятором, при 140-170 °С, а при выходе гранул температура нагретого

воздуха снижается и составляет 100—150 °С. Диаметр плавающих гранул — 4-10 мм и более.

Скармливание рыбе экструдированных плавающих гранул, по сравнению гранулами, полученными сухим способом, показало снижение затрат корма на прирост массы рыбы до 20 % и повышение рыбопродуктивности до 15 %.

Комбикормовые заводы при изготовлении плавающих гранул для рыб экструдировать составы комбикормов в целом и не отделяют растительные компоненты от животных. Однако, как показали исследования, лучшего эффекта по использованию питательных веществ рыбой можно достигнуть за счет экструдирования только компонентов растительного происхождения и дальнейшего смешивания их с компонентами животного происхождения с последующим гранулированием сухим способом прессования.

**Микронирование гранул комбикормов и компонентов.** Микронирование — один из способов тепловой обработки гранул комбикормов, выработанных сухим или влажным способами прессования. Обработку гранул комбикормов проводят инфракрасными лучами, которые получают специальными лампами или нагревом керамических плит, а также сверхвысокочастотными (СВЧ) лучами. В результате глубокой обработки гранул комбикормов происходят изменения и сторону улучшения питательных свойств кормов. Комбикорм приобретает приятный запах в результате образования декстринов, содержания сахара при этом увеличивается на 22—43 % переваримость комбикормов и компонентов, снижаются затраты кормов на прирост массы до 30 % и увеличивается рыбопродуктивность.

Обработка гранул СВЧ-лучами значительно уменьшает обсемененность комбикормов бактериями. Например, при обработке комбикормов СВЧ-волнами в течение 5 минут количество бактерий уменьшается в 4 раза, а после 10 минут в 50 раз, а содержание дрожжевых и микромицетных колоний после 10-минутной обработки полностью отсутствует.

**Экспандирование.** Принципиально новым элементом современных линий производства кормового сырья для рыб являются экспандеры нового поколения, работающие по гибкой технологии, позволяющей получать корма повышенной усвояемости с улучшенными санитарно-биологическими показателями и с заданными физическими свойствами. Процесс экспандирования предусматривает влаготермическую обработку кормосмеси.

Технология экспандирования позволяет:

- исключить расслоение комбикорма — каждая частичка экспандата содержит все составляющие компоненты и не подвержена расслоению;
- полностью уничтожить колибактерии, кишечную палочку, плесневые грибки и сальмонеллу;
- создать в экспандере условия (влажность, температура, давление), при которых эффективно идет расщепление крахмала, что позитивно сказывается на усвояемости получаемых кормов.

Однако процесс экспандирования весьма сложен. С одной стороны, новая технология повышает усвоение рыбой питательных веществ, с другой — оказывает многофакторное воздействие на показатели качества кормов, особенно жиров (фракционный, жирнокислотный состав, содержание витаминов, продуктов гидролиза и окисления).

Экспандирование позволяет также повысить энергетическую ценность корма. Это достигается увеличением введения жидких компонентов в кормосмесь в экспандере и последующим доведением содержания жира в омасливателе до 20-30%.

### Вопросы для самоконтроля

1. Состав и питательность комбикормов;
2. Характеристика и приготовление пастообразных кормов;

3. Характеристика и приготовление брикетированных комбикормов;
4. Характеристика и приготовление комбикормов способом накатывания;
5. Характеристика и приготовление комбикормов влажного гранулирования;
6. Характеристика и приготовление комбикормов сухого гранулирования со связующими веществами;
7. Характеристика и приготовление комбикормов сухого гранулирования, покрытые защитной пленкой;
8. Характеристика и приготовление экструдированных комбикормов;
9. Микронирование гранул комбикормов и компонентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Скляр, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

### *Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбовода. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 8

### ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СУХИХ КОМБИКОРМОВ И КОРМОСМЕСЕЙ. ХРАНЕНИЕ КОМБИКОРМОВ

#### 8.1. Требования, предъявляемые к качеству гранулированных комбикормов

На основании опытных данных А.П. Сиверцовым и О.П. Калиновской были составлены требования к качеству гранулированных комбикормов (таб.8.1.).

Таблица 8.1. - Требования к качеству гранулированных комбикормов

Форма гранул	Цилиндрическая или овальная
Размер гранул: диаметр,мм длина	1-5 1,5-3 диаметра
Время набухания гранулы, мин	15-20
Экстрагирование питательных веществ в воде за 2 часа,%	Не более 10
Водостойкость (сохранение формы набухаемых кормов), ч	3 и более
Крошимость (общая при изготовлении, перегрузках, хранении, транспортировании), %	Не выше 5
Плотность, г/см <sup>3</sup>	Больше 1
Влажность, %	Не выше 14,5
Цвет гранул	Должен соответствовать цвету смеси кормов или быть немного темнее
Запах гранул	Специфический для рассыпного комбикорма или соответствует цвету печеного хлеба
Срок хранения, мес.	Не менее 6
Освоение рыбой лечебных препаратов (1% фенасала) при скармливании гранул, %	100

Контроль качества комбикорма осуществляется СЭС по данным лабораторий, аккредитованных на данный вид деятельности.

При получении новой партии комбикормов необходимо ознакомиться с нормативной документацией и сертификатом качества. Качественные характеристики комбикормов должны соответствовать виду рыб. Кроме того, для каждого вида потребности в питательных веществах изменяются в зависимости от возраста, массы тела и физиологического состояния рыб, а также условий их содержания. Помимо питательной ценности комбикормов, определяют показатели их токсичности и безопасности. Корма могут быть загрязнены: остатками пестицидов, которые применяются для обработки кормовых культур; токсичными элементами, выбрасываемыми в окружающую среду промышленными предприятиями; а также мико- и фитотоксинами, нитратами и нитритами. В связи с этим постоянный контроль качества кормов осуществляют государственные органы санитарного и ветеринарного надзора.

#### 8.2. Хранение комбикормов

Комбикорма нужно хранить в сухих, хорошо проветриваемых помещениях, без щелей в стенах и крыше. Пол должен быть изолирован от грунтовых вод, что достигается асфальтированием или бетонированием, двери должны плотно закрываться. Складское помещение оборудуют отдельными отсеками для раздельного хранения корма различных рецептов. На отсеках устанавливают таблички с информацией о рецепте корма, дате поступления и количестве. Запрещается хранение на складе других материалов, особенно горюче-смазочных. При хранении корма контролируют температуру воздуха и корма, его

влажность, запах, наличие вредителей. Температура воздуха и его влажность определяется через каждые 2-3 дня. Нельзя допускать, чтобы в комбикормах начался процесс самонагревания, их комкования, слеживание, загнивание, размножение вредителей. Рассыпные корма во избежание нагрева 1—2 раза в месяц перелопачивают. Мешки с кормом перекаладывают.

Нестойкие при хранении комбикорма, особенно животного происхождения, а также кормосмеси и комбикорма, имеющие в своем составе рыбную и мясокостную муку и другие быстропортящиеся компоненты, используются в кормлении рыб в первую очередь.

Хранение кормов осуществляют не только на складах, но и в бункерных хранилищах (типа металлических силосных башен), устанавливаемых на дамбах или берегах прудов, что позволяет производить загрузку кормораздатчиков без лишних перевозок и перегрузок кормов. Вместимость бункеров от 25 до 50 т (ОНК-1,5-1 и ОНК-1,5-2). С учетом допустимой длительности хранения периодически проверяют доброкачественность корма по липидному окислению, в частности по показателю перекисного числа.

### Вопросы для самоконтроля

1. Требования, предъявляемые к качеству гранулированных комбикормов;
2. Хранение комбикормов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

4. **Скляр, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
5. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
6. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

#### *Дополнительная*

5. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
6. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбовода. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
7. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
8. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 9

### МЕХАНИЗМЫ (КОРМОРАЗДАТЧИКИ) ДЛЯ РАЗДАЧИ КОМБИКОРМОВ И КОРМОСМЕСЕЙ РАЗНОВОЗРАСТНЫМ ВИДАМ РЫБ

Для кормления рыб применяются различные способы. Существует два метода кормления рыб: ручное и автоматическое. Для автоматизации кормления применяют различные кормораздаточные механизмы (передвижные и стационарные).

#### 9.1. Кормление "дорожкой" на отдельных точках и с аэрокормушек

Первый способ кормления - "дорожкой" - наиболее прост. Рыбовод с лодки, плывущей медленно вдоль берега, высыпает совком или лопатой корм в пруд на глубину 50-70 см. Если корм пылевидный, его предварительно замачивают прудовой водой в этой же лодке. Режим кормления: 1-2 раза в сутки.

Второй способ - кормление на отдельных точках (на 1 га 20-30 точек). С этой целью в дно пруда на глубине 60 см втыкают шест, обозначающий кормовое место. Корм высыпается у шеста, и лучше не в воду, а в подъемную кормушку. Используют деревянные столики-кормушки, которые закрепляются стационарно на дне водоема (рис. 9.1.).

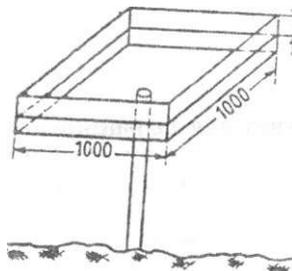
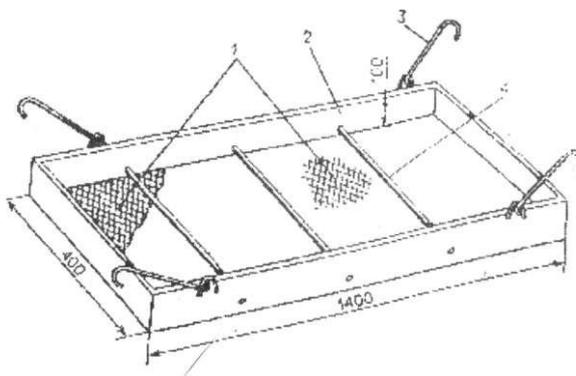


Рисунок 9.1. Деревянный кормовой столик

Установка столиков-кормушек зависит от глубины и возраста рыбы. Можно устанавливать целый ряд столиков на расстоянии друг от друга 10-15 м.

Для раздачи пастообразных кормосмесей и мелких фракций комбикормов рекомендуется использовать аэрокормушку.

Аэрокормушка (рис. 9.2.) подвешивается над поверхностью воды садка или бассейна и удерживается кронштейном или укрепляется на поплавках густой пастообразный корм, который помещен на сетку, должен обеспечивать провисание между нитями решетчатого дна. Одна аэрокормушка рассчитана на 20—25 тыс. мальков рыб массой 1—5 г, а крупных двухлетков форели массой 15-200 г — 15 тыс. экз.



9.2. Аэрокормушка для раздачи пастообразного корма: 1 – металлическая сетка или капроновая латексированная дель; 2 — рама; 3 — крючья для подвешивания; 4 — поперечные танки, предотвращающие провисание сетки

## 9.2. Автоматическое кормление

Автоматическое кормление необходимо для исключения риска перекармливания и перерасхода корма и для кормления в нерабочие часы.

Передвижные кормораздатчики применяют в основном на больших водных площадях - в прудовых рыбоводных хозяйствах. При выращивании в бассейнах и садках используют в основном стационарные кормораздатчики.

В прудах при кормлении применяют *самоходные кормораздатчики*, с помощью которых кормораздача производится по «дорожке» или на кормовых точках. С помощью плавающего кормораздатчика КР-4М раздача корма производится непрерывно ("дорожка") на обе стороны агрегата за счет гравитационных сил. Кормораздатчик состоит из катамарана, бункера с раздающим устройством, двигателя, пулевого управления, механизма реверса, воздушного движителя. Кормораздатчик отличается высокой маневренностью. Благодаря применению оригинального движителя не травмируется рыба. Плавающий кормораздатчик КР-4М производит Техрыбвод Украины. Существуют механизмы, с помощью которых раздача корма производится с берега.

Принцип работы кормораздатчика гранулированных кормов РГК-700 состоит в следующем. В бункер кормораздатчика из склада загружают 700 кг гранулированного корма, который самотеком поступает в элеватор, расположенный под бункером. По скребковому транспортеру корм направляется в кормушки, из которых выдается в садок с рыбой.

*Стационарные кормораздатчики подразделяются на автоматические и самокормушки.* Автоматические кормораздатчики выдают корм по заданной программе (определенное количество, через определенные промежутки времени), используются для раздачи корма в садках, бассейнах, силосах. При использовании самокормушек (автокормушек) рыба может потреблять корм в любое время суток, в соответствии с ее физиологической потребностью. Такой вид кормораздатчиков используется как на прудах, так и на садковых линиях и в бассейнах.

Сотрудниками ВНИИПРХ разработана *клапанная кормушка* (рис. 9.3.). Принцип действия этой кормушки заключается в дозирующем устройстве. Оно состоит из грибообразного клапана, прикрывающего нижнее отверстие бункера, и стержня (маятника), жестко соединенного с клапаном. На конце стержня, находящегося в воде, прикреплена приманка, напоминающая по форме гранулу. При отклонении рыбой маятника клапан отодвигается в сторону, давая высыпаться определенной части корма. Величину разовой выдачи корма регулируют с помощью винта вертикального положения клапана.

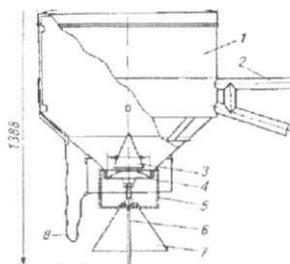


Рисунок. 9.3. Кормушка клапанная: 1- бункер; 2-кронштейн; 3- разгрузочный конус; 4- грибовидный клапан; 5- кожух; 6- стержень; 7- отражатель; 8- привязь

**Маятниковые автокормушки (самокормушки)** приводятся в действие без использования электроэнергии и дозируют корм в том случае, когда рыба дотрагивается до маятника. Шнек, находящийся в толще корма сбрасывает его маленькими порциями. В зависимости от потребности рыбы можно заполнять бункер большим количеством корма (на несколько дней). Количество корма можно регулировать путем настройки. При использовании таких кормораздатчиков потери корма от размывания полностью исключаются. Существует множество конструкций таких самокормушек.

В рыбоводстве широко используются самокормушки типа «Рефлекс». В их основе лежит дозирующий корм механизм, разработанный В. В. Лавровским (МСХА). Он надежен в работе, выдает разные по размеру гранулы. Выдающий механизм состоит из столика-диска диаметром большим, чем отверстие бункера, и кольцевого сбрасывателя, жестко соединенного с маятником. Корм с диска сбрасывается в воду небольшими порциями под действием кольцевого сбрасывателя, являющегося продолжением рычага маятника. Количество выдаваемого корма регулируется изменением зазора между диском и нижним краем бункера. На базе этого механизма выпускается серия автокормушек как плавающих, так и стационарных

Кормушка «Рефлекс-Т» имеет маятниковое устройство с бункером для хранения и раздачи корма. Нижнее отверстие конусообразного бункера открыто, а высыпанию корма препятствует специальный конус, образующийся на опорном диске. Корм с диска сбрасывается в воду небольшими порциями под действием кольцевого сбрасывателя, представляющего продолжение верхней 8-образной части рычага маятника, подвешенного на поперечной планке при помощи шаровой опоры. Кольцевой сбрасыватель удерживается в толще конуса корма над диском при помощи ограничительного штыря. Кожух с вырезом для регулировки и чистки выдающего механизма защищает корм, находящийся на диске, от воздействия внешних условий.

Установка кормушки происходит с помощью крючков на специальном кронштейне. Уровень воды должен быть ниже поперечной планки с таким расчетом, чтобы вода при кормлении не попадала на выдающий механизм. Известны несколько типов таких кормушек.

Автокормушки «Рефлекс», модели АКМ-25, АКМ-35 (с одним маятником) и АКМ-25М (с четырьмя маятниками) предназначены для кормления рыб в садках, бассейнах. Изготовлены из ударопрочного полистерола (рис. 9.4).

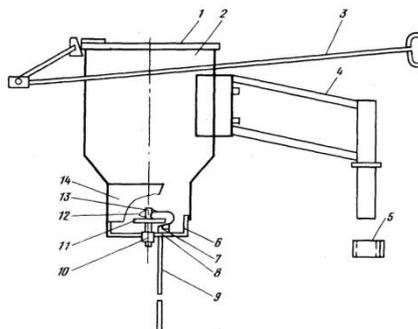


Рисунок. 9.4. Автокормушка «Рефлекс»

1 - крышка; 2- бункер; 3- тяга для открывания крышки; 4- кронштейн; 5- опорный стакан; 6- поперечина; 7-винт; 8- шаровая опора; 9- маятник; 10-гайка; 11- столик; 12-петлеобразный сбрасыватель гранул; 13- оградительный штырь; 14- влагозащитный кожух.

Все конструкции самокормушек рассчитаны для кормления рыбы гранулированным комбикормом с разным размером гранул.

Выработка условного рефлекса на режим и место кормления у маятника у годовалых рыб (форели и карпа) в садках происходит очень быстро - от 0,5 до 2 ч. Гораздо сложнее приучить к пользованию автокормушками пугливую молодь. Так, молодь карпа начинает подходить к одиночному маятнику на 3-й день, устойчивый пищевой рефлекс при постоянной подкормке вручную вырабатывается у нее на 7-8-й день.

Для производственных хозяйств, где работают сотни автокормушек, такие сроки выработки и закрепления условных рефлексов неприемлемы. Поэтому была сконструирована многомаятниковая универсальная автокормушка "Рефлекс МТ-У" для кормления молоди и товарной рыбы. Данное устройство обеспечивает надежный контакт рыбы и маятников выдающего гранулы механизма. Расстояние между маятниками должно быть в 3 раза больше толщины выращиваемой рыбы, чтобы она не пугалась и могла свободно проплывать между ними.

Многомаятниковая автокормушка "Рефлекс Т-1500", предназначена для раздачи гранулированных кормов в нагульных прудах. Ее загружают при помощи моторных кормораздатчиков СКР-1,5, СКР-3 и др. либо вручную с моторных лодок.

Автокормушка "Рефлекс Т-1500" состоит из двух бункеров, вмещающих по 750 кг гранулированного корма, установленных над водой на двух герметичных понтонах цилиндрической формы. На дне корытообразного бункера имеется щель, через которую гранулированные корма высыпятся на опорную планку-швеллер, подвешенную под ней. На планке при помощи петлеобразных головок подвешены 20 маятников длиной до 1,5 м, которые могут отклоняться в любую сторону под воздействием рыбы. Изменяя при помощи винтов расстояние между опорной планкой и нижним краем бункера, можно регулировать скорость высыпания корма. Сбрасывание корма в воду происходит только под воздействием кормящейся рыбы. При этом шнек, находящийся в толще корма, сбрасывает его очень маленькими порциями, которые на лету подхватываются кормящейся рыбой. Потери гранулированного корма от размывания практически исключаются. Устанавливают автокормушки на двух якорях на глубине 1,2-1,3 м так, чтобы маятники не доходили до дна на 20 см. Если автокормушку установить на один якорь, ее отнесет от кормового места ветром и выработка условного пищевого рефлекса задержится или он не образуется. После того как рыбы привыкнут получать корм из автокормушки, ее не только можно устанавливать на одном якорю, но и перемещать на более глубокие участки прудов.

***Кормораздатчики могут быть вибрационные, механические, электрические.***

***Кормораздатчик Е2000 (ЕМФ) вибрационного типа.*** Управление кормлением осуществляется путем настройки продолжительности и интервалов кормления на устройстве управления. Подходит для гранулированного и измельченного комбикормов (0-7 мм). Емкость бункера 10, 20, 40, 60 кг.

Для кормления осетровых наиболее часто используются ***механические кормораздатчики (с часовым механизмом)***, которые приводятся в действие без использования электроэнергии. Они идеально подходят для кормления личинок п молоди, легко чистятся и обслуживаются. Изготавливаются из пластика, все винты выполнены из нержавеющей стали, подходят для морских условий эксплуатации. Емкость бункера 2 и 3 кг.

***Автоматические кормораздатчики марок ЭВОС и ИКВ для кормления личинок.*** Кормораздатчик необходимо монтировать так, чтобы его распределительный диск располагался у поверхности воды для того, чтобы корм размещался по всему бассейну. Количество распределяемого корма может регулироваться в пределах от 5 до 50 г/мин. К одному блоку управления можно подсоединять одновременно до 50 кормушек и варьировать количество корма, подаваемого каждой кормушкой. Распределительный диск кормораздатчика вращается со скоростью 1/6 мин-1. Это дает возможность даже очень малое количество корма распределять в течение длительного периода времени, предотвращая его потери. Как правило, кормораздатчик ЭВОС подвешивается на стенку бассейновой ванны. Он может работать лишь в том случае, если подсоединен к блоку управления. С помощью блока интервалы времени между кормлениями и продолжительностью этого процесса можно варьировать в пределах от 0,2 до 3,0 ч. ***Автоматический кормораздатчик ИКВ*** предназначен для раздачи гранулированного

корма в бассейне площадью до 4 м<sup>2</sup>. Он применяется для кормления личинок, мальков и молоди.

Линия состоит из кормораздатчиков ИКВ и блока управления ИЭА. Кормораздатчики устанавливаются по одному на каждый бассейн. Они состоят из бункера, питателя и скребков, укрепленных на бункере. Кормораздатчики оборудованы электродвигателями. Регулировка дозы корма каждого кормораздатчика индивидуальная. Загрузка бункера осуществляется вручную.

Блок ИЭА представляет собой шкафной щит, в котором размещена электроаппаратура управления. В блоке управления предусмотрены автоматический и ручной режимы работы. При автоматическом режиме выдача команд на кормораздатчики происходит с блока управления. При ручном режиме происходит выдача одной непрерывной команды. Количество кормораздатчиков ИКВ в линии - 40 шт. Количество блоков ИЭА в линии - 1 шт. Производительность линии 40-1600 г/мин. Производительность кормораздатчика ИКВ 1-40 г/мин, емкость бункера 4,5 л, скорость вращения питателя 0,2 об/мин. Длительность рабочего цикла блока управления ИЭА составляет 8-16 ч., интервал между командами 0,2-4 ч., длительность команды 0,2-4 мин.

**Кормораздатчики ИКФ и ИКХ** предназначены для раздачи кормов по заданной программе в рыбоводные силосы при выращивании молоди в промышленных установках с замкнутым циклом водоснабжения. Принцип действия кормораздатчика основан на использовании технологической вибрации.

Работа кормораздатчика осуществляется в автоматическом режиме командами с блока-управления Н17- ИЭВ или командами с АСУ ТП, а также в ручном режиме - нажатием кнопки управления.

**Линия раздачи гранулированных кормов в бассейны Н 17- ИКЦ I.** Предназначена для автоматизированной по заданной программе выдачи гранулированного корма при выращивании товарного карпа и форели, применяется в рыбоводных хозяйствах, оснащенных бассейнами.

Загрузка кормов в пневмокормораздатчик осуществляется с помощью мобильных транспортных средств.

Выдача доз корма в бассейны происходит в автоматическом режиме по команде с пульта управления или команде с АСУ ТП, в ручном режиме нажатием кнопки управления. Производительность линии не более 1,2 т/ч. Емкость бункера - 40 м. Масса корма в пневмокормораздатчике - 10 кг.

#### **Линия раздачи гранулированных кормов в садки Н-17-ИКМ**

Предназначена для приема, хранения и автоматизированной выдачи корма по заданной программе в садки.

Корм из бункера шнековым питателем подается в приводную установку, откуда канатно-дисковым конвейером через отверстие кормопровода заполняет объемные дозаторы, из которых корм разбрасывается по площади садка.

Линия может работать как в ручном, так и в автоматическом режимах. В автоматическом режиме управление осуществляется с программного блока или с АСУ ТП и в ручном режиме.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Кормление «дорожкой» и на кормовых столиках;
2. Принцип работы клапанной автокормушки;
3. Маятниковые автокормушки. Устройство и принцип работы;
4. Вибрационные, механические кормораздатчики. Принцип работы и применение;
5. Автоматические кормораздатчики для кормления личинок, мальков и молоди.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Скляр** **В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

### *Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбоведа. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## РЕЦЕПТЫ КОМБИКОРМОВ. СОСТАВ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ

### 10.1. Рецепты комбикормов

Основной тезис — комбикорма должны быть сбалансированными, т.е. содержать все необходимые питательные вещества в нужном количестве и оптимальном сочетании и обеспечивать реализацию потенциальных способностей организма рыб к росту, нормальное развитие и хорошее физиологическое состояние. Последнее является необходимым условием для быстрой адаптации рыб к изменяющейся среде и стрессам рыбоводной или технологической природы.

Составление рецептур комбикормов базируется на результатах научных работ по питанию рыб. В основе лежит принцип соответствия содержания и соотношения отдельных питательных веществ в сумме подбираемого сырья физиологическим потребностям определенной стадии развития рыб. При этом учитываются сведения о химическом составе и специфических свойствах кормового сырья, особенностях его переваривания в организме рыб. Кроме того, принимается во внимание, что на питательные свойства кормов могут оказывать влияние способы подготовки сырья и технологии их изготовления. Кроме того, учитывается их гранулометрический состав и физико-механические характеристики (крупность помола компонентов, показатели водостойкости, размываемости и крошимости).

В зависимости от стадий развития рыб или целей их выращивания (посадочный материал, производители, товарная продукция) комбикорма подразделяются на следующие типы.

I. **Стартовые.** Корма предназначены для личинок, мальков и ранней молодежи. К их составу, качеству и привлекательности предъявляются наиболее строгие требования. Они должны быть не только концентратами всех питательных веществ, необходимых для обеспечения интенсивного обмена, но и содержать их в форме, доступной для развивающейся пищеварительной системы молодежи. Это обусловлено тем, что карпы относятся к рыбам с коротким циклом эмбрионального развития и переходят на внешнее питание при слабо сформированных пищеварительных органах.

II. **Ростовые** — это производственные комбикорма для старшей молодежи. Корма должны обеспечивать нормальное развитие, рост и физиологическое состояние молодежи.

III. **Производственные.** Комбикорма — для возрастных групп, предназначенные для выращивания товарной продукции. Корма должны обеспечивать быстрый рост, нормальное здоровье рыб, а также высокое качество получаемой продукции и экономическую эффективность ее производства.

IV. **Репродукционные.** Их назначение — кормление ремонтно-маточного стада и производителей. Они должны способствовать хорошему росту рыб, нормальному развитию и функционированию воспроизводительной системы; обеспечивать высокую жизнеспособность потомства.

Качество исходных компонентов и технология изготовления корма во многом определяют питательную ценность производимых комбикормов.

Согласно ГОСТам, сырье, включаемое в комбикорма, должно быть доброкачественным и отвечать требованиям соответствующих ТУ. В комбикорме рецептов серий ВБС-РЖ, ВПК-4, КРС-В и КРС-0 (стартовый и репродукционные корма) должна включаться свежая доброкачественная и стабилизированная антиокислителями рыбная мука с перекисным числом жира не более 0,3% йода. Дополнительное введение антиокислителей, помимо содержащихся в сырье, при изготовлении комбикормов не рекомендуется.

Комбикорма должны изготавливаться в соответствии с требованиями государственных стандартов и правилами организации и ведения технологических процессов на комбикормовых предприятиях. Их приготовление должно проводиться по утвержденным рецептам. По желанию потребителей или в зависимости от наличия сырья на предприятии, в них могут вноситься изменения. Однако основные показатели содержания питательных веществ и качества изготовления должны соответствовать показателям качества, указанным в табличных материалах. Прочность и водостойкость гранул должна быть такой, чтобы потери их массы после погружения в воду на 1 ч, составляли не более 10-12%.

При поступлении в хозяйство каждой партии комбикормов рыбовод должен ознакомиться и занести в журнал следующие сведения: 1) набор компонентов, содержание(%) основных групп питательных веществ (сырой протеин, сырой жир, клетчатка, сырая зола) и валовой энергии; 2) тип комбикормов (рассыпной, брикетированный, гранулы) с указанием способа изготовления (сухое, влажное прессование, экструдирование); 3) гранулометрический состав (диаметр и длина гранул, крупность частиц исходного комбикорма, % крошки, % пылевидных частиц); 4) срок годности; 5) адрес изготовителя.

## 10.2. Нормирование комбикорма

Суточная потребность рыб в питательных веществах и энергии в период роста складывается в основном из потребностей на поддержание жизни, движение, переваривание пищи, а также на построение новых тканей (в нашем случае — продукции). Поэтому правильное нормирование должно обеспечивать не только потребности рыб в пище, но и экономное расходование комбикормов, а также способствовать поддержанию нормальных гидрохимических условий.

Обоснованная система нормирования комбикорма построена на зависимости суточных рационов рыбы от их массы, температуры воды и среднесезонных изменений естественной кормовой базы водоема (если рыбы выращивается в естественных водоемах). Кроме того, при расчетах суточных норм комбикорма учтены неизбежные потери, которые обусловлены его механическим рассеиванием и экстракцией при погружении в воду, а также распылением в процессе питания рыбы.

Для расчета суточных норм кормления рыб используются табличные методы. Как правило, в таблицах указаны эмпирически рассчитанные величины суточных норм кормления в зависимости от массы тела рыб и температуры воды. Кормовые таблицы составляются индивидуально для определенного вида рыб и комбикорма. С увеличением массы рыб суточные нормы снижаются, а при повышении температуры воды до оптимальных значений - повышаются. Эти изменения связаны с видовой принадлежностью рыбы.

**Суточный рацион** это количество корма, задаваемое рыбе в течение суток. Он выражается в весовых единицах или в процентном отношении к массе рыб.

Если калорийность комбикорма отличается от указанной в кормовой таблице, суточная норма может быть скорректирована. При низкой калорийности комбикорма суточную норму увеличивают, при высокой - снижают относительно величин указанных в таблицах. Для расчета следует использовать формулу

$$X = \frac{a \times b}{c}$$

X - искомая суточная норма кормления кормом с калорийностью, не соответствующей оптимальному уровню, % к массе тела рыбы;

a - оптимальная калорийность корма, ккал/кг;

в - суточная норма кормления, определенная кормовой таблицей, % к массе тела рыбы;

с - калорийность корма, предназначенного для использования (не соответствующего оптимальному уровню), ккал/кг.

Эффективность использования корма существенно зависит от частоты кормления: чем мельче рыба, тем чаще ее следует кормить.

Система предусматривает корректирование норм кормления рыб в зависимости от кислородного режима воды, а также качества и агрегатного состояния комбикорма.

Избыточное кормление приводит к нерациональным тратам кормов, а недостаточное к снижению темпа роста рыб и эффективности выращивания.

**Нормой кормления** принято называть количество питательных веществ и энергии пищи, удовлетворяющие потребности организма. При нормированном кормлении используют понятия уровня протеинового, аминокислотного, витаминного питания.

**Уровень протеинового питания** показывает количество сырого протеина по отношению к сухому веществу корма (в %), **уровень аминокислотного питания** отражает отношение количества аминокислот к сырому протеину или сухому веществу корма, а также сбалансированное и. аминокислот. Уровень витаминного питания характеризуем содержанием основных витаминов в корме.

Весьма важным термином является **кормовой** рацион, он характеризует состав и количество кормом, питательность которых соответствует установленным нормам кормления. Когда рацион полностью соответствует потребностям рыб по содержанию питательных веществ и энергии, то он называется сбалансированным.

Промышленностью комбикорма выпускаются в виде крупки (стартовые корма) или гранул (продукционные корма). **Размер кормовых частиц должен соответствовать размеру выращиваемой рыбы.** При использовании гранул или крупки неподходящего размера, эффективность кормления снижается. Кроме того, у рыб может наблюдаться травмирование пищевода, что приводит к увеличению смертности.

Затраты кормов обязательный ежедневно фиксируемый показатель выращивания рыб.

**Кормовые затраты** — это общее количество корма внесенное в емкость для выращивания.

**Кормовой коэффициент** — это число, показывающее, какое количество корма в весовых единицах (мг, г, кг) надо скормить, чтобы получить одну весовую единицу прироста выращиваемой продукции, т.е. он показывает количество съеденного рыбой корма на единицу прироста рыбы за вегетативный период, сверх прироста за счет естественной пищи.

Кормовой коэффициент зависит от состава (пищевого качества) корма, содержания в нем протеинов (белков), жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ.

Величина кормового коэффициента всегда будет ниже по сравнению с кормовыми затратами, т.к. некоторая часть корм в процессе кормления теряется по различным причинам.

## Вопросы для самоконтроля

1. Типы комбикормов;
2. Принцип нормирования комбикормов;
3. Суточный рацион. Понятие, характеристика;
4. Норма кормления. Понятие, характеристика;
5. Кормовые затраты и кормовой коэффициент. Определение, от чего зависит величина.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

4. **Скляр, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
5. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
6. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

*Дополнительная*

5. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
6. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбовода. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
7. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
8. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 11

### **ТЕХНИКА КОРМЛЕНИЯ КАРПА В ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ. ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРМЛЕНИЯ РЫБ.**

Карп — основной объект рыбоводства в нашей стране; он неприхотлив к условиям содержания, легко адаптируется к питанию разнообразными кормами как естественными, так и искусственными. Потенциал скорости роста у карпа весьма велик: при оптимальных условиях к концу первого года выращивания способен достигать массы 1.0-1.5 кг, второго — 2-3 кг. Для товарных хозяйств установлен следующий стандарт по массе: двухлетки - 400-500 г, трехлетки - 1000-1200 г.

Карпа выращивают на промышленных предприятиях (в садках и бассейнах) и в прудовых хозяйствах. При интенсивном выращивании в прудах получают по 2-3 т рыбы и более с 1 га водной площади. При садковом и бассейновом выращивании на теплых водах продукция может достигать 150-200 кг/м<sup>3</sup>. К кормам для выращивания рыб в садках и бассейнах, где, в отличие от прудовых условий, они не имеют доступа к естественной пище, предъявляются повышенные требования.

#### **11.1. Техника кормления карпа**

Широкая практика кормления карпа искусственно приготовленными кормами основана на том, что карп способен хорошо усваивать растительную пищу. При недостатке в задаваемом корме каких-либо питательных веществ карп восполняет их за счет имеющейся в пруду физиологически полноценной естественной пищи в виде организмов планктона и бентоса.

Наиболее приемлемым подходом к нормированию кормления карпа является взаимоувязывание общего количества потребляемой пищи и комбикорма с их массой, температурой воды, кислородным режимом пруда, сезонными изменениями доли естественной пищи в рационе. Кратность кормления зависит от объема рациона: чем он больше, тем более дробно его нужно скармливать, что прямо связано с механизацией кормления. При выращивании рыбы на естественной кормовой базе продуктивность ее составляет 2-3 ц с 1 га. Применение искусственных кормов позволяет увеличить рыбопродуктивность в несколько раз. Кормление рыбы дополнительными кормами является наиболее эффективной формой интенсификации прудового карпового хозяйства.

При кормлении тщательно следят за температурой воды и гидрохимическим режимом. Так, максимальный суточный рацион карп поедает при температуре 23-29°C. При падении температуры до 18-22°C – рацион сокращается в 1,5 раза, а при 15-17° уменьшается в 2,5-4 раза. При оптимальных температурах суточный рацион карпа составляет примерно 3-4% от веса карпа, а в конце вегетационного периода 1,5-2%. При низкой температуре скорость переваривания незначительна, а при 0 С этот процесс практически останавливается. Даже небольшие колебания температуры влияют на интенсивность питания рыбы.

Кормить карпа следует ежедневно и лучше всего рано утром, в 6-7 часов, когда потребность в пище особенно велика, а при благоприятных температурных условиях и второй раз, за 4-6 часов до наступления темноты.

Результаты опытов по изучению сравнительной эффективности одно-, двух- и трехразового кормления карпа показали, что трехразовое кормление более эффективно: повышает продуктивность прудов и снижает затраты корма.

В течении суток рыбы питаются с разной интенсивностью. Отсутствие желудка у карповых рыб позволяет захватывать одновременно только небольшие порции пищи. Часы активного питания у них сменяются почти полным прекращением его, что зависит от пола, возраста рыб.

Месячную порцию корма делят на количество дней в месяце. В случае резкого понижения температуры воды, когда карп хуже потребляет и усваивает пищу, суточную норму уменьшают или вовсе не дают корма, создавая резерв для увеличения рациона при оптимальных условиях (t).

Задают корм строго в одни и те же часы (по распорядку). Карп привыкает к часам кормления и сам подходит к кормовым местам.

Корм вносят на специальные кормовые места, площадью 2кв.м., хорошо очищенные от ила, утрамбованные и произвесткованные из расчета 250-300г. извести на 1 кв.м.

На кормовых местах устанавливают прямоугольные или квадратные кормушки с размером 1-2кв.м. с высотой 5-8см. К площадке крепится шест, забиваемый в дно пруда.

По мере роста рыбы осваивают более глубокие участки пруда и корм приближают к новым местам ее наибольших скоплений. Очень удобен кормовой столик, погружаемый на первый период кормления (до августа) на 0,6-0,8м., а затем при увеличении веса и размера карпа и понижении температуры воды – несколько глубже, на 1,3м. При этом рыба затрачивает меньше энергии на поиски корма. Преимущество кормового столика перед данной кормушкой заключается в том, что его можно погрузить на необходимую глубину и переставить в другое место. Донные кормушки переставлять трудно, особенно после затопления пруда водой. Кроме того донные кормушки отмечают вешками, а кормовые столики, шит которых поднимается или опускается по колу, заметен по выступающей над водой верхней части кола.

Перед установкой кормовых столиков наблюдают за концентрацией рыбы в тех или иных участках пруда, а затем устанавливают их в местах наибольшего ее скопления, лучше в одну линию с промежутками между столиками не менее 3м. В крупных прудах столики размещают в две линии, что облегчает раздачу корма с лодки. Перед дачей новой порции корма кормовой столик поднимают и проверяют, съеден ли ранее заданный корм и в зависимости от этого задают свежий. При полном поедании корма суточный рацион увеличивают, а при плохом поедании уменьшают. Корм, не съеденный в предыдущую дачу, можно оставить еще на один день, после чего его убирают и заменяют новой порцией.

Карп привыкает к корму. И если сразу заменить один вид корма другим – карп перестает брать новый. Поэтому корм заменяют не сразу, а постепенно, подмешивая к старому все больше нового, чтобы приучить к нему карпа.

Кормовые места постепенно загрязняются, во-первых, экскрементами, во-вторых, разлагающимися остатками не съеденного или частично упавшего в воду и осевшего на дно пруда корма. Кроме того, на загрязненных местах развиваются сине-зеленые водоросли, которые сильно обедняют воду кислородом, так же как и процессы разложения остатков и экскрементов.

Поэтому кормовые места следует систематически очищать, собирая сачками остатки корма и экскременты.

В 90гг. стали применять автокормушки, которые приводятся в действие самой рыбой и не требуют электропитания.

На небольших прудах корма можно вносить с берега. Для этого используют навесные пневмокормораздачники, позволяющие разбрасывать корм на расстояние 20м. от берега.

## 11.2. Подготовка корма к скармливанию

Эффективность использования кормов во многом зависит от способов его приготовления. Хорошо приготовленный корм облегчает работу пищеварительного тракта, создает благоприятные условия для воздействия пищеварительных ферментов.

Самый доступный способ подготовки – измельчение зерна, в результате которого разрушаются поверхностные оболочки и улучшается поедаемость, перевариваемость корма и всасываемость питательных веществ.

Сеголетки карпа лучше используют питательные вещества зерна при мелком помоле (0,5-1мм.). Однако, в целях снижения потерь в воде мелких фракций корма целесообразно применять средний помол (1,0-1,8мм.) для молоди массой до 5г. и крупный помол 1,8-3мм. Для сеголетков более 5г.

Шелушение зерна или освобождение от пленки, особенно овса, ячменя, позволяет снизить в корме до минимума содержание клетчатки, что обеспечивает лучшую его поедаемость, перевариваемость.

Бобовые корма – горох, сою, чечевицу и люпин – обязательно пропаривают или проваривают в течении 30-40мин. для инактивации корма от ингибиторов протеолитических ферментов.

Кроме того, в бобовых изменяется молекулярная структура белка и такой корм лучше поедается карпом. С такой же целью зерновые экструдируют. Под влиянием высокой температуры до 150-160°C и давления 39атм. Зерно превращается в гомогенную массу и вспучивается. Получаются пористые гранулы, в которых часть крахмала расщепляется до декстринов и даже сахаров. Корм имеет сладковатый вкус, хорошо переваривается и усваивается.

Часто при подготовке корма его измельчают в муку, затем замешивают в виде тестообразной массы, дают рыбе. В первый же час такой корм после погружения в воду, теряет до 30% питательных веществ. Считается, что лучше вносить корм в виде гранул. При этом меньше вымывается питательных веществ из корма, пруды меньше загрязняются остатками корма и это способствует сохранения благоприятного режима. Эффективность использования корма повышается на 25-30%. Наиболее водостойкими считаются гранулы на подсолнечниковом жмыхе и шроте (сохраняет форму более суток).

Для прудовых рыб часто используют в составе кормосмеси зеленые и другие сочные корма. Свежую зеленую растительность (для карпа – ряска, роголистник, рдесты) измельчают на кормодробилке и готовят пастообразную массу.

Пасту замешивают с основными кормами в количестве до 30% (к весу сырой массы). В конце летнего периода, когда водная растительность отмирает в кормовую смесь включают зеленую ботву моркови, свеклы (не более 20-25% по весу сырой массы).

## 11.3. Влияние абиотических и биотических факторов на эффективность кормления рыб

Существует связь между *температурой воды*, скоростью роста и количества белка в корме карпа. Так, высокое содержание белка в корме существенно ускоряет рост сеголетков и двухлетков карпа только в зоне оптимальной температуры (25-30° С), при ее снижении преимущества белковой пищи уменьшается.

Большое влияние на эффективность кормления рыб оказывает *концентрация кислорода в воде*. Когда концентрация кислорода в воде становится ниже критического уровня то резко снижается интенсивность переваривания пищи, замедляются все физиологические процессы, тормозится рост рыбы. Следует иметь в виду, что понижение содержания кислорода в воде часто сопровождается изменением значений других параметров, например увеличение концентрации аммиака, мочевины и нитратов, которые подавляют рост.

*Активная реакция среды рН* в пределах 6-8 при выращивании рыб не вызывает отрицательных явлений хотя оптимальный уровень обычно ограничивают величиной 6,5-7,5. в более кислой или щелочной среде рыба хуже использует кислород. Пределы рН ниже 5 или выше 8,5.

Количество съедаемого карпом корма зависит от выпадения осадков, от ветра, атмосферного давления. С приближением ненастья (резкое снижение атмосферного давления), при обложных дождях – реакция рыбы на корм снижается и потребление его сокращается, а перед и в период ливневых дождей с грозами – возрастает. Наилучшие условия для потребления корма – постоянное или медленно снижающееся атмосферное давление.

*Влияние света и солености* на эффективность кормления изучено недостаточно. Свет обычно действует как направляющий фактор, его естественная периодичность вызывает выделение гормона роста и анаболических стероидов, а также может влиять на двигательную активность, стимулируя одновременно деятельность щитовидной железы. Продолжительный и особенно удлиняющийся день, воздействуя в течение продолжительного времени, стимулирует рост рыб.

При расчетах норм комбикорма, прежде всего, необходимы сведения о возрасте, массе и количестве выращиваемых рыб, а также о состоянии естественной кормовой базы прудов

**Определение массы питающихся рыб.** Для этого перед началом кормления и далее в конце каждой декады по результатам контрольных обловов устанавливают среднюю массу рыб. 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 нормативным табличным данным, по тактическому рыбоводному планшету ВНИИПРХ [Баранов и др., 1979]. После контрольного облова массу рыб уточняют и вновь планируют на следующую декаду. Расчеты ведут по следующей формуле:

$$M = M_1 + m_1$$

где  $M$  — планируемая масса рыб на каждый день очередной декады, г;  $M_1$  — средняя масса рыб на день последнего контрольного облова, г;  $m_1$  — ожидаемый прирост на день кормления, г.

**Число питающихся рыб** определяют, исходя из количества рыб, посаженных в пруд, за вычетом нормативного и учтенного отхода к началу каждой декады. Согласно Рыбоводно-биологическим нормам... [1985], выживаемость сеголеток карпа, выращенных из подрощенных личинок, принимается равной 65%, из неподрощенных 30-35%. Отход к началу кормления — 20% от подрощенных личинок и 40% от неподрощенных личинок. Далее, для подрощенных личинок он распределяется равномерно по месяцам по 5%, если не наблюдается их массового отхода по каким-либо причинам. Таким образом, принимается, что количество питающихся рыб в июле меньше, чем посажено, на 20%. В августе оно сокращается на 25%, в сентябре на 30%, в октябре на 35%.

**Состояние естественной кормовой базы.** В соответствии естественной динамикой развития кормовой базы прудов, а также сезонной и суточной ритмикой потребления рыбами искусственного корма и естественной пищи, период подкормки карпов комбикормами делится на три неравных промежутка(начальный, основной, заключительный). Каждый из которых имеет свои качественные особенности состава компонентов рационов (таблица 11.1.)

#### 11.4. Нормирование кормов в зависимости от поликультуры

При выращивании карпов совместно с растительными рыбами комбикорма следует рассчитывать только на карпов. Продукция растительных рыб в количестве

7-16 ц/га может быть обеспечена за счет естественной кормовой базы при регулярном удобрении прудов, и детрита, образующегося из отмершего фито- и зоопланктона, распыленного комбикорма и экскрементов рыб.

Таблица 11.1. Усредненные сведения о среднесезонной динамике относительного содержания комбикорма (Дк) в рационах сеголеток и двухлеток карпа при выращивании в прудах, % сухого вещества пищи от массы рыб\*

Показатели	Периоды кормления		
	начальный	основной	осенний
Возможная продолжительность периода в зависимости от зоны рыбоводства и декады кормления (по порядку от начала)	1-3	2-8	7-12
<b>Сеголетки</b>			
ДК, % общей массы съеденной пищи	30-40	90*	50
<b>Двухлетки</b>			
ДК, % общей массы съеденной пищи	60	90*	50-60

\*Количество сухого вещества в естественной пище составляет приблизительно 5-10% (зоопланктон), 14-20% (зообентос), 3-15% (детрит).

\*Данные при трех-, четырехразовом кормлении; при двухразовом — доля комбикорма может сократиться до 70%, при однократном — до 50%.

Внесение дополнительных количеств комбикормов на растительноядных рыб не целесообразно, так как помимо увеличения затрат кормов на прирост карпов это снижает мелиоративный эффект поликультуры и вызывает ухудшение гидрохимического режима прудов. В конечном итоге, это приводит к торможению роста всех видов рыб.

В то же время, в отдельных случаях, при резком изменении рекомендованных ранее соотношений плотностей посадки карпа и белого амура в пруды (например, 1-1,5 тыс/га годовиков карпа и около 1 тыс/га амура), а также и при выедании ими растительности, расчет комбикорма надо вести с учетом биомассы амура, по нормам для карпа, но меньшим на 25-30%.

### Вопросы для самоконтроля

1. Типы комбикорма в зависимости от стадий развития рыб или целей их выращивания (посадочный материал, производители, товарная продукция);
2. Суточная потребность рыб в питательных веществах. Зависимость от внешних факторов среды;
3. Норма кормления. Определение;
4. Уровень протеинового, аминокислотного, витаминного питания;
5. Суточный рацион. Расчет;
6. Кормовые затраты. Кормовой коэффициент.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. **Скляров, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляров - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с.

*Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбоведа. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 12

### НОРМИРОВАНИЕ КОРМЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП КАРПА

#### 12.1. Кормление личинок

При естественном нересте производителей в нерестовых прудах следует учитывать, что пищевые ресурсы в нерестовом пруду быстро исчерпываются и длительное пребывание личинок в них – нежелательно. Поэтому сроки облова нерестовых прудов зависит от состояния кормовой базы, но длительность пребывания молоди в них обычно не превышает 10-14 суток. Как правило, после начала активного питания при достижении личинками массы 12 мг, их отлавливают и пересаживают в выростные или мальковые пруды. Нельзя допускать голодания личинок, так как это приводит к большому отходу рыбы. Залогом успешного выращивания личинок является хорошее развитие зоопланктона, что обеспечивается внесением от 3 до 10т/га навоза и компоста.

При подращивании личинок часто применяют и другие методы интенсификации, например, вносят готовые, искусственно выращенные естественные кормовые организмы (дафнии, моины).

Однако применение зоопланктона в рыбоводстве сопряжено с существенными финансовыми и трудовыми затратами. Поэтому при крупномасштабном промышленном производстве посадочного материала особую актуальность приобретают технологии выращивания личинок и молоди с использованием стартовых кормов.

Выращивание личинок на стартовых кормах является одной из наиболее трудоемких операций в рыбоводной практике. Проведенные исследования позволили разработать ряд рецептов стартовых комбикормов для личинок и молоди карповых рыб (таб.12.1).

Таблица 12.1. Рецепты комбикормов (%) для личинок и молоди карпа

Компоненты	Личинки	Молодь
Мука рыбная	39.5	37.7
Дрожжи кормовые	9.7	9.7
Обрат сухой	-	-
Пшеница мелкого помола	10.8	14.5
Шрот соевый	7.8	4.7
Витазар	29.7	30.0
Жир рыбий	1.5	2.4
Премикс ПФ-1В	1.0	1.0
Содержание основных питательных веществ, %		
Сырой протеин	45.2	42.1
Сырой жир	9.8	10.2
БЭВ	24.1	26.0
Сырая клетчатка	3.4	2.2
Лизин	2.2	2.2
Метионин+ цистин	1.2	1.1

Высокоэффективные стартовые комбикорма рецепта «Эквизо» и РК–С в настоящее время не выпускаются. Это связано с прекращением производства их главных компонентов – продуктов микробиологического синтеза паприна, эприна и гаприна.

Кормить личинок стартовым кормом следует с самого начала питания, даже в случае их подкормки науплиями артемии салины или зоопланктоном, это необходимо делать для приучения личинок к сухому корму. В период перехода личинок на активное питание

корм нужно давать ежечасно (в светлое время суток); суточная норма — 50% массы тела личинок. После перехода личинок на плавание суточную дозу корма увеличивают до 75-100% массы тела. Корм следует вносить не менее 4 раз в час на протяжении светлого времени суток (при искусственном освещении — круглосуточно). Использование кормораздатчиков различного типа существенно сокращает трудовые затраты.

Суточную норму корма нужно распределять равномерно. При раздаче кормов вручную их следует медленно рассыпать в местах скопления личинок. Постоянно нужно следить за тем, чтобы личинки не испытывали недостатка в корме, так как даже кратковременное голодание вызывает массовую гибель рыб.

В таблице 12.2. приведены суточные нормы внесения корма для личинок и молоди карпа, выращиваемых при разной температуре воды.

Таблица 12.2. Суточная норма кормления личинок и мальков карповых рыб, % массы тела

Масса личинок и мальков, мг	Температура воды, °С		
	20-25	25-28	29-32
< 3.0	50	50	50
3-10	50	60	75
11-50	70	90	80
51-100	50	70	80
101-300	25	30	40
301-1000	25	30	40

Размер крупки должен строго соответствовать массе личинок и молоди карпа (табл. 12.3).

Таблица 12.3. Оптимальные размеры крупки

Масса личинок и молоди, г	Размер крупки, мм
< 0.012	< 0.2
0.012-0.050	0.2-0.4
0.051-0.090	0.4-0.6
0.091-0.150	0.6-1.0
0.151-1.000	1.0-1.5
1.100-10.000	1.5-2.5

Указанные нормативы кормления личинок и молоди ориентировочны и подлежат корректировке в зависимости от местных условий. При соблюдении всех перечисленных требований за 30 сут. выращивания масса молоди карпа увеличивается с 1.0-1.5 мг до 1.0-1.2 г при выживаемости не менее 60%.

## 12.2. Кормление сеголеток

Основная задача выращивания и кормления молоди в выростных прудах — это получение сеголетков определенной массы (рыбоводные нормативы для карпа — 25-30г.) и упитанности (2,7-2,9), обеспечивающих благоприятный исход зимовки и хороший прирост массы на второе лето.

Комбикорма, являясь для рыб искусственной пищей, в силу специфичности своего состава, недостаточно полноценны. Они не могут полностью удовлетворять потребности карпов в высокопитательных белках и жирах, в частности незаменимых аминокислотах, а также в биологически активных веществах (витаминах, ферментах, микроэлементах). Молодь рыб, выращиваемая в прудах, должна получать все это с естественной пищей. Специальные исследования, выполненные сотрудниками ВНИИПРХ, показали, что степень обеспеченности молоди, помимо комбикормов,

зоопланктоном и зообентосом влияет не только на интенсивность роста в течение сезона, но и оказывает четко выраженное последствие на обмен веществ и выживаемость годовиков при зимнем голодании, а также далее в период нагула рыб на втором году жизни. В практической деятельности рыбовода важен подбор плотностей посадок сеголеток в пруды в соответствии с их обычной продуктивностью и реальной возможностью стимуляции развития естественной кормовой базы.

Плотности посадок сеголеток в выростные пруды влияют на физиологическое состояние и выживаемость годовиков после зимовки опосредованно через количество естественной пищи в их летних рационах. Согласно исследованиям ВНИИПРХ, проведенным при плотностях посадок неподрощенных личинок от 30 до 120 тыс/га, при стандартной биотехнике выращивания, оптимальные результаты были получены при их выходе 30-45 тыс/га.

Важным условием является проведение комплекса интенсификационных мероприятий: удобрения прудов и кормления рыбы. В первую половину вегетационного периода, когда молодь нуждается в пище с высоким содержанием протеина, наличием в ней незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ, необходимо достаточное количество естественной пищи.

Увеличить естественную кормовую базу выростных прудов в 1,5 раза можно путем интродукции поликультуры планктонных и донных ракообразных (дафния магна и гаммариды).

Дафнию магна заселяют в частично залитый пруд перед зарыблением неподрощенными личинками за 5-7 дней, и подрощенными личинками за 10-14 дней. Не реже 1 раза в 10 дней контролируют развитие естественной кормовой базы.

При кормлении сеголеток необходимо применять корма, приближающиеся по питательности к естественной пище. Как молодь подрастет, достигнет 3-4г. и сможет эффективно использовать корм – его целесообразно вносить в пруды.

В начальный период кормления (2-3 недели), при достижении молодь массой не менее 0,5-0,8 г, наилучший эффект дает применение «ростовых» комбикормов рецептов ВБС-РЖ-1 (с массы 0,5 г) и ВБС-РЖ-2 (с массы 1,0 г). Они способны проявлять высокую эффективность при очень слабом развитии естественной кормовой базы, как в начальный, так и в основной периоды кормления. Их использование экономически целесообразно до массы сеголеток 8-10 г. Затем возможна замена на менее питательные и более дешевые корма рецептов ВБС-РЖ-3 и ВБС-РЖ-4 или К-110, а также ПКС-2000. Однако корма можно применять и далее в основной период с целью получения физиологически полноценных сеголеток повышенных кондиций. Затраты на прирост единицы веса рыб первого рецепта в среднем около 1,1-1,5 ед., второго — 1,4-1,9.

По сравнению с комбикормами серии К-110 и даже ВБС-РЖ-3 и ВБС-РЖ-4 они обеспечивают повышенную активность питания, и рост молоди, а также ее более высокую продукцию. После зимовки отмечается лучшая (на 20-40%) выживаемость и более высокий (на 10-15%) прирост при сокращении смертности на втором году жизни.

В течение всего вегетационного периода даже в условиях обедненной естественной кормовой базы, хороший рыбоводно-биологический эффект дает комбикорм ВБС-РЖ-3. Он предназначен для выращивания молоди и сеголеток карпа массой от 1 до 25 г и более. По сравнению с комбикормами К-110 и ПКС-2000 эффект выражается в сокращении затрат корма на производство продукции (на 25-30%), при обеспечении хорошего физиологического состояния сеголеток и перезимовавших годовиков, а также их повышенной жизнестойкости и более высокой продукции двухлеток.

*Рецепт ВБС-РЖ-4* также предназначен для мальков и сеголеток массой от 1 до 25 г и более. Отличается от предыдущего уменьшенным количеством сырого протеина (26%). В то же время при хорошем развитии в прудах естественной кормовой базы и без нарушений технологии кормления продуктивные свойства этих комбикормов достаточно близки к ВБС-РЖ-3.

*Рецепты ПКС-2000 и К-110*, предназначены для мальков и молоди, начиная с массы 1 г. Дают наиболее высокую эффективность при стимуляции развития естественной кормовой базы. Их применение рекомендуется на протяжении всего сезона вегетации. В первый период выращивания целесообразна их замена (на две - три недели) на корма повышенной питательности.

Между содержанием кислорода в воде и ростом карпов существует прямая зависимость. Так, максимальный рост карпов в прудах при 25 °С происходит при 70%-ном насыщении воды кислородом (более 6 мг/л). Снижение его содержания до 4 мг/л сокращает рост рыб на 25%, а при 3 мг/л — до 50%; при 1,6 мг/л рыбы прекращают расти.

Поэтому обеспечение нормального кислородного режима прудов и необходимость его поддержания любыми способами (путем установления проточности, принудительной аэрации с использованием установок различного типа, разумного планирования плотностей посадки рыб, их конечной массы, а также норм кормления) является залогом получения высокой рыбопродуктивности и хорошего качества посадочного материала.

*Частота раздачи корма* зависит от температуры воды, а также способности рыб к насыщению пищей и времени восстановления у них аппетита. Для сеголеток рекомендуется следующая минимальная кратность раздачи комбикорма:

Температура воды, °С	13-15	18-21	23-25
Кратность внесения, раз/сут.	1	1-2	2-3

Одноразовое кормление при температуре воды выше 20 °С не допускается.

В начальный период кормление проводят обычно один раз в сутки. В основной период (июль — август) комбикорма следует задавать не менее двух раз в сутки. Это необходимо в целях оптимизации их расходования и поддержания в прудах нормального кислородного режима, вне зависимости от температуры воды. Первую порцию, равную половине количества, внесенного в пруд накануне, задают утром, примерно около 7-9 ч, вторую и последующие — после 13-14 ч, когда измерена температура, проверена поедаемость и произведены уточнения. При сильном обеднении естественной кормовой базы (концентрация зоопланктона менее 10-5 мг/л) кратность кормления следует увеличить до 3-4 раз. На каждое кормовое место комбикорм следует задавать порционно из кормораздатчика или вручную.

Осенью, в заключительный период, сеголеток кормят один раз в сутки в 10-12 ч. При снижении температуры воды до 10-8 °С внесение комбикормов прекращают, так как потребность рыб в пище, а следовательно и их суточные рационы, резко сокращаются. Сеголетки перестают брать комбикорма и практически полностью переходят на питание кормовой базой (в основном детритом). 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.

При выращивании сеголеток карпа следует отказываться от применения чисто растительных комбикормов, предназначенных для старших возрастных групп карпа, а также зерна различных злаков в течение всего периода выращивания. Их применение особенно неблагоприятно в малопродуктивных прудах без стимуляции развития естественной кормовой базы. Отрицательное действие оказывают и высокобелковые корма повышенной жирности, с истекшими сроками хранения, которые предназначались для форели, так как жиры в них подверглись окислению.

Сеголетков в летних прудах в осенний период кормят до начала спуска прудов. При длительном повышении температуры воды в зимовальных прудах с 6 до 15 градусов и при плохой упитанности сеголетков необходимо кормить. При температуре воды выше 10 градусов количество корма не должно превышать 1-1,5% массы тела, при температуре

ниже 10 градусов -0,5%. Во избежании сильного загрязнения прудов остатками пищи и экскрементами необходимо тщательно контролировать потребление корма.

### 12.3. Кормление двухлеток

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.

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, и, прежде всего, 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. Комбикорма в этот период служат в основном энергетической подкормкой и лишь частично восполняют потребность рыб в белках. До тех пор пока на комбикорма в рационе 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.

При выращивании двухлеток необходимо выполнение всех рыбоводно-технологических мероприятий, которые способствуют развитию естественной кормовой базы. Хороший эффект для стимуляции развития естественной кормовой базы прудов дает ранне-весеннее разовое внесение удобрений в нагульные пруды. Минеральные удобрения могут вноситься с талыми водами из расчета 50 кг/га аммиачной селитры и 50 кг/га суперфосфата. Рекомендуется также внесение органических удобрений за 10-14 дней до посадки годовиков. В этом случае перед заливом прудов навоз от различных животных из расчета 1-2 т/га площади пруда раскладывается на откосы дамб немного выше планируемого уровня воды. В течение нескольких дней он должен подсохнуть, после чего уровень воды постепенно поднимают. Таким образом, зоопланктон и зообентос получают значительное количество органических веществ, способствующих наращиванию их биомассы, а годовики с момента пересадки в нагульные пруды получают необходимое количество естественной пищи. В течение лета требуется также проводить регулярное удобрение прудов.

Для двухлетних карпов применяются в кормлении комбикорма, имеющие шифры К-111, ПК.111, ПК-Вр, СБС-РЖ, МБП, МБЯ и их различные модификации. Выбор рецепта осуществляется с учетом цели выращивания (товарная рыба или посадочный материал для трехлетнего оборота) в зависимости от естественной рыбопродуктивности прудов и планируемых мероприятий по стимуляции естественной кормовой базы.

Выбор рецептов осуществляется с учетом цели выращивания (товарная продукция или посадочный материал для трехлетнего оборота) в зависимости от естественной рыбопродуктивности прудов и планируемых мероприятий по стимуляции естественной кормовой базы, а также с учетом финансового положения хозяйства.

*При двухлетнем обороте и нормальной упитанности посадочного материала* в удобряемых прудах при плотностях посадок годовиков до 2,5-3,5 тыс/га, сообразуясь с конъюнктурой рынка, можно применять комбикорма любых рецептов, показатели

качества которых, соответствуют требованиям. Однако в настоящее время наиболее эффективными признаны комбикорма серий СБС-РЖ, МБП и МБЯ. При соблюдении описанной выше технологии кормления, как правило, они способны во всех зонах рыбоводства обеспечить нормативную и более высокую рыбопродуктивность карпа и выращиваемых совместно с ними растительноядных рыб. Применяются в течение всего вегетационного периода. Начиная с третьей декады августа, возможна сначала частичная, а далее полная замена их зерном пшеницы и ячменя. Затраты на 1 кг прироста двухлеток карпа в среднем 2,6-2,7 кг (пределы от 2,1 до 3,4 кг).

При низкой плотности посадок годовиков (2-2,5 тыс/га) экономически предпочтительно использование комбикормов К-111, при 3-3,5 тыс/га — серий МБП и МБЯ, основными компонентами которых являются зерна пшеницы и ячменя.

При более высоких плотностях посадок (до 5 тыс/га) или выращивания двухлеток повышенных кондиций, целесообразно применение комбикормов СБС-РЖ-1 и СБС-РЖ-2, а далее переход на комбикорма серий МБП или МБЯ, К-111.

В условиях благоприятного температурного режима при соблюдении оптимальной технологии выращивания и кормления рыб возможно достижение рыбопродукции в монокультуре 34-38 ц/га при затратах комбикормов на 1 кг прироста рыб 2,5-2,8 кг.

Начало кормления годовиков в весенний период следует определять по температуре воды и состоянию естественной кормовой базы. При ее нормальном развитии и плотности посадки годовиков до 3,5 тыс/га кормление можно начинать при температуре 17-18 °С, а при оскудении кормовой базы или в случае посадки годовиков свыше 5 тыс/га — при 15-16 °С.

В первые дни количество задаваемого корма должно составлять около 0,5-1,0% от массы рыб в пруду. По мере привыкания рыб к корму и хорошего поедания, его следует довести до нормы, соответствующей температуре.

Нормы комбикормов для двухлеток рассчитывают, как и для сеголеток, по трем периодам (таб.12.4.)

Таблица 12.4. Суточные нормы гранулированных комбикормов СБС-РЖ, МБП, МБЯ для двухлеток карпа, выращиваемых в прудовых хозяйствах, % массы рыб [Н. Рекубратский цит. по Щербине, Киселеву и др., 1988]

Т воды, °С	Средняя масса двухлеток карпа, г									
	25	50	75	100	150	200	300	400	500	>700
Начальный период (май — июнь); при хорошем развитии естественной кормовой базы (более 20 мг/л зоопланктона) нормы можно применять в начале основного периода										
15	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3			
17	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8			
19	3,3	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,4			
21	4,1	3,6	3,5	3,4	3,2	3,1	2,9			
23	4,9	4,4	4,3	4,1	3,9	3,7	3,4			
25	5,7	5,2	4,9	4,7	4,5	4,3	4,0			
>26	6,2	5,6	5,3	5,1	4,9	4,7	4,4			
Основной период (июль — август)										
16		3,1	3,1	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9
17		3,6	3,5	3,3	3,2	3,1	2,9	2,6	2,4	2,2
19		4,6	4,4	4,1	4,0	3,9	3,6	3,3	3,1	2,9
21		5,6	5,4	5,1	4,9	4,7	4,4	4,1	3,9	3,7
23		6,6	6,4	6,1	5,9	5,5	5,2	4,8	4,6	4,4
25		7,8	7,5	7,1	6,8	6,3	6,0	5,6	5,4	5,2
>27		9,1	8,7	8,2	7,8	7,3	6,9	6,5	6,3	6,1
Заключительный период (сентябрь — октябрь)										

10				0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
11				1,0	0,9	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5
13				1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5
15				1,3	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6
>17				1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8

\*Для рецептов серий К-111, 112-1, нормы увеличивают на 10%, умножая на 1,1.

#### 12.4. Кормление производителей и ремонтно-маточного стада

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. Весьма важным становится соблюдение нормативных плотностей посадки рыб в маточные пруды и проведение в них мелиоративных и удобрительных мероприятий. Для кормления производителей в весенний период обычно используют комбикорма для сеголеток рецептов серий К-110 и ВБС-РЖ. Однако наиболее эффективны специализированные комбикорма: ВПК-4 — предназначенный для всего вегетационного периода, КРС-В — репродукционный для самок в преднерестовый период и КРС-0 — для самок в осенний период года, предшествующего нересту. Подробная характеристика этих кормов и их влияние на репродуктивные свойства самок дана в разделе 1.3.2.

Приучение рыб к комбикорму следует начинать на 3-4-й день после их вылова из зимовалов, бонитировки и пересадки в нерестовые пруды. Обычно, в это время температура воды достигает 8-10 °С. Комбикорма вносят кучно на кормовые места, которые устанавливают из расчета: одно кормовое место на 20-25 производителей. Активно брать корм они начинают при 14-15 °С.

В период приучения рыб к комбикорму его норма должна составлять около 0,5% от общей массы рыб в пруду. При повышении температуры количество задаваемого корма увеличивают под контролем поедаемости. Для специализированных кормов полезно руководствоваться зависимостью:

Т, °С	11-15	16-17	18-19	20-21	22-23	>24
Норма, % массы рыбы	0,3-0,4	0,5-0,75	0,8-1,0	1,2-1,4	1,6-1,8	2,0

При достижении дозы 1% корм следует задавать два раза в светлую часть суток (9 и 16 ч). Максимальные нормы до начала нереста 2%.

После получения потомства и пересадки производителей для нагула в летние маточные пруды кормление начинают сразу же после посадки первых партий из расчета норм комбикорма 1-2% от массы. После комплектации всего пруда до нормативной плотности посадки норму кормления с повышением температуры 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 10-8 °С. Специализированные корма КРС-В (для весеннего) и КРС-0 (для осеннего) преднерестовых периодов следует применять в соответствии с рекомендациями ВНИИПРХ.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Кормление личинок;
2. Кормление сеголеток;
3. Кормление двухлеток;
4. Кормление производителей и ремонтного молодняка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Скляр** **В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Щербина, М.А.** Практика кормления карповых и осетровых рыб в хозяйствах различных типов. / М.А. Щербина, И.Н. Остроумова, Н.В. Судакова – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 161с.

### *Дополнительная*

1. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М.: Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
2. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбовода. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## Лекция 13

### ТЕХНИКА КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНЫ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ОСЕТРОВЫХ РЫБ

В индустриальном осетроводстве используют следующие корма:

1. Живые организмы
2. Влажные комбикорма.
3. Сухие комбикорма

Качество и полноценность комбикормов в наибольшей степени определяются правильным подбором кормовых ингредиентов, а именно — их питательными свойствами и доброкачественностью.

Все осетровые рыбы по типу питания относятся к плотоядным и хищникам и поэтому имеют небольшую длину желудочно-кишечного тракта. В связи с этим для изготовления осетровых комбикормов используют в основном высокобелковое сырье животного и микробиального происхождения, а также высокобелковые ингредиенты растительного происхождения с низким содержанием клетчатки (до 10-15%).

Для изготовления рыбных комбикормов на заводах используют следующие основные технологические способы: сухое и влажное прессование, экспандирование с последующим прессованием, сухую и влажную экструзию и другие.

Для наиболее полного устранения избытка или дефицита различных элементов питания, особенно незаменимых аминокислот, в кормовую смесь целесообразно включать 9-12 компонентов, не считая добавок биологически активных веществ.

Для осетровых рыб отечественные заводы выпускают комбикорма по рецептам серий ОСТ и ОТ в гранулированной и экструдированной форме, а также в виде крупки.

В состав рецептов наряду с традиционными источниками сырья (рыбной мукой, шротами, зерновыми, сухим молоком, дрожжами) - введены такие компоненты, как витазар, рыбный гидролизат, кукурузный глютен, а так же продукты переработки ракообразных. Все эти компоненты обладают высокими питательными свойствами благодаря наличию широкого спектра витаминов и биологически активных веществ.

Первые специализированные витаминные и витаминно-минеральные премиксы для осетровых рыб, разработаны совместно НТЦ «Астаквакорм» и НПЦ «БИОС» и выпускаются промышленностью под индексами ВП ПО-1, ВМП-ПО-3, ВМП-ПО-4, ВМ-ПО-5.

#### 13.1. Кормление личинок

Кормление осетровых начинают с момента завершения резорбции желточного мешка у 60-70% личинок при массе 20-40 мг.

Одной из главных особенностей химического состава естественной пищи молоди осетровых является белок. В отличие от белков тела рыб, высших животных и растений в кормовых организмах молоди зоопланктона белки в значительной мере представлены водными растворами, которые легче подвергаются расщеплению пищеварительными ферментами личинок.

Химический состав крупного и мелкого зоопланктона и олигохет различается не только по уровню протеина, но и по его качеству. В мелком зоопланктоне содержание протеина в пересчете на сухое вещество составляет 59%, в крупном — 54%, а наиболее низкое содержание белка — 35% имеют олигохеты. Следует обратить внимание и на то обстоятельство, что наибольшее содержание водорастворимого белка по отношению к общему количеству сырого протеина характерно для мелкого пресноводного зоопланктона (73%) и науплиев Артемии салины(71,2%), а наименьше — для олигохет (44,3%). Из этого следует, что при выращивании предличинок и личинок с недоразвитой

пищеварительной системой, необходимо использовать мелкий зоопланктон и науплий Артемии. По мере роста молоди в состав ее пищи надо постепенно вводить хирономид и гаммарид, и только позднее, когда будут сформированы все отделы желудочно-кишечного тракта, использовать в качестве корма олигохет.

Важную роль в питании молоди играют и содержащиеся в планктонных организмах липиды, которые имеют в своем составе незаменимые для рыб высоконенасыщенные жирные кислоты линоленового ( $\omega$ -3) и линолевого ( $\omega$ -6) рядов.

К настоящему времени экспериментально определено, что оптимальными по протеину для личинок и мальков осетровых являются корма, содержащие не менее 410-420 г/кг переваримого протеина. Эта величина соответствует уровню сырого протеина в комбикормах в пределах 48-53% и зависит от его аминокислотного состава, который определяет его полноценность.

Однако кормить рыб только живым кормом не рекомендуется. Несмотря на то, что на данном этапе этот прием позволяет повысить сохранность личинок, в дальнейшем при переходе на искусственный корм может наблюдаться повышенный отход молоди. Оптимальным является сочетание живого и искусственного кормов.

При разработке стартовых комбикормов учтен состав питательных веществ естественной пищи молоди осетровых рыб, отличающийся наличием протеина с низкой молекулярной массой, а также высоким содержанием незаменимых жирных кислот линолевого ряда. В состав стартового комбикорма входят: рыбная мука, гидролизагты из рыбы, дрожжи, витаминизатор, поливитаминный премикс и другие компоненты.

Среди рецептов *стартовых* комбикормов, наиболее успешными являются рецепты под шифрами: Ст-ОБ-1Аз(АзНИИРХ), Ст-ОБ-1Аз(АзНИИРХ), Ст-07 (КаспНИРХ), ОСТ-5 (Астаквакорм, БИОС), ОСТ-6 (АГТУ). Корма готовятся в гранулированном и экструдированном виде и дробятся на крупки, соответствующих размеров.

В первые сутки из-за низкой пищевой активности происходит потеря части комбикормов, поэтому суточная норма должна быть увеличена до 50% массы рыб. При выращивании личинок наряду со стартовыми кормами в течение первых 2-3 сут. целесообразно использовать живые корма (дафний, декапсулированные яйца и науплии артемии) — до 15-20% рациона. Отечественные стартовые комбикорма выпускаются в виде крупки. В виде микрогранул производятся в основном импортные корма.

Размер крупки должен соответствовать размеру ротовой полости и глотки рыб. Поскольку рост отдельных личинок также, как и все биологические процессы, происходит неравномерно, переход на более крупный размер корма нужно осуществлять постепенно, путем добавления более крупной фракции к мелкой. Как правило, живые корма задают личинкам в течение первых 10-15 сут., после чего применяют только стартовые комбикорма. Для ускорения выработки и сохранения пищевого рефлекса у личинок корм необходимо задавать в определенное время. Это облегчает приучение молоди к искусственному корму и позволяет избежать его больших потерь на данном этапе.

В первые 5 сут. после начала кормления, наряду с естественной пищей, в бассейнах постоянно должен присутствовать искусственный корм (имеется в виду свежезадаваемый). Поскольку у личинок отсутствует врожденная пищевая реакция на комбикорм, за это время они адаптируются и перестают воспринимать его как что-то чужеродное и опасное. Живой корм личинки начинают потреблять сразу. Искусственный корм рекомендуется давать в светлое время суток через каждые 30 мин. (25 раз в сут.), а живой корм — не менее 5 раз в сут. (через 3 ч).

В последующие 10 сут. при массе личинок 0,1 - 0,5 г, комбикорм можно задавать с интервалом в 1 ч, т.е. 13 раз в светлую часть суток, а живые корма — с интервалом 4 ч (3 раза в сут.). После этого (через 15 сут.) живые корма исключаются из рациона, и далее в бассейны вносятся только искусственный корм. В данном случае речь идет о полнорационном сбалансированном стартовом комбикорме для осетровых рыб. В случае отсутствия сбалансированной кормосмеси кормление живыми кормами желательно

продлить еще на 5-7 сут. К искусственному корму в этом случае необходимо добавлять мелкоизмельченных белых энхитреев или калифорнийских червей, витаминные препараты, то есть готовить пастообразный корм, который можно скармливать в виде небольших комочков, кусочков или лепешек.

На 15-е сут. кормления при массе личинок около 0,5 г кратность раздачи комбикорма снижают до 7 раз в светлое время суток, т.е. вносят через каждые 2 ч.

После месяца кормления (при массе мальков около 3 г), при ручной раздаче корма молодь переводят на 5-ти разовое кормление через каждые 3 ч.

Кратность кормления личинок и мальков и оптимальный размер крупки приведены в табл. 13.1.

Таблица 13.1. Кратность кормления и размер крупки стартового комбикорма

Масса рыб, мг	Кратность кормления, раз в сутки	Размер крупки, мм
<60 мг	20-25	0.1
<120 мг	10-13	0.2

Суточные нормы кормления осетровых рыб разной массы гранулированными кормами при выращивании в условиях оптимального температурного режима приведены в табл.13.2.

Таблица 13.2. Суточные нормы кормления молоди осетровых рыб стартовыми комбикормами в промышленных хозяйствах, % от массы рыб [Гамыгин, цит. по Щербине, Гамыгину, 2006]

Температура воды, °С	Масса рыб, г				
	до 0,1	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-1,5	1,5-3,0
12	14	12	11	8	6
14	16	14	13	9	7
16	18	16	15	11	8
18	21	19	16	12	10
20	23	21	18	14	12
22	25	23	20	16	13
24	27	25	22	17	14
26	30	27	24	17	14
28	27	24	21	15	12

При соблюдении указанных норм кормления личинки осетровых за 50 сут. выращивания достигают малькового периода развития и массы 300-1300 мг при выживаемости 68% и более; затраты кормов в зависимости от видовых особенностей составляют 1.8-2.5.

### 13.2. Кормление молоди первого года жизни массой свыше 3 г

Осетровые рыбы массой свыше 3 г, как правило находятся в стадии малька. Подросшая молодь в конце первого сезона выращивания носит название сеголетка. При достижении молоди осетровых 3 г, ее можно кормить только продукционными кормами. *Продукционные* комбикорма предназначены для молоди массой более 3- 5 г; они вырабатываются в виде гранул и тонущих экструдатов.

Для интенсивного роста необходима высокобелковая и калорийная пища. Поэтому для рыб первого года жизни мы выделяем особый вид кормов. Это продукционные, так называемые «ростовые» комбикорма. Они имеют большее содержание водорастворимого протеина, меньшее количество клетчатки и зольности по сравнению с традиционными продукционными кормами для взрослых осетровых рыб. Рецепты продукционных

комбикормов ОТ-6 и ОТ-7 имеют набор сырьевых компонентов, сходный со стартовыми, а именно: рыбную и кровяную муку, соевый шрот, витазар, пшеницу, кормовые дрожжи, рыбий жир и витаминно-минеральный премикс ВМП-ПО-5. По сравнению с кормами для лососей, осетровые комбикорма содержат меньшее количество липидов. Качественные показатели «ростового» продукционного корма для молоди следующие: протеин — 43-47 %, жир — 9-14 %, БЭВ — до 30 %, зола — до 9 %, клетчатка — до 3 %.

Наблюдения показали, что при повышении температуры воды за пределы оптимальных значений более высокое количество жира в комбикормах может привести к ухудшению результатов выращивания рыб, поэтому в такой ситуации следует применять комбикорма с пониженным до 6-8% уровнем жира.

В случае изготовления непосредственно в хозяйствах влажных пастообразных или гранулированных кормов желательно, чтобы они содержали большее количество фарша из калифорнийского червя, олигохет и меньшее — зерновых. Периодичность раздачи корма на всем протяжении выращивания — 5 раз в светлое время суток (через 3 ч) при ручном кормлении или 12-часовая зарядка автоматического кормораздатчика. Корм вносится в место подачи воды. Суточные нормы кормления рыб сухими гранулированными кормами в усредненном виде составляют от 8 до 2-3% в сут. (к концу сезона выращивания)(таб.13.3.)

Таблица 13.3. Суточные нормы кормления сеголеток амурского осетра продукционным комбикормом 12-80 М при выращивании в садках на теплых водах, % от массы рыб [Рачек, Свирицкий, Скирин, 2004]

Температура воды, °С	Масса рыб, г			
	10-20	20-50	50-100	100-150
5-10	2,0	1,7	1,4	0,8
10-15	3,3	2,4	2,1	1,6
15-18	7,8	6,2	5,0	3,5
18-21	10,0	8,0	6,3	3,8
21-24	12,0	10,0	7,0	4,2
24-26	11,0	9,5	6,5	3,8
26-29	8,0	7,0	5,0	3,58
29-32	6,0	5,0	4,0	3,0

Нормы влажных кормов составляют около 5% от общей массы тела рыб в сутки.

### 13.3. Кормление осетровых рыб на втором году выращивания и старше

Для кормления осетровых на втором и последующих годах выращивания используются два варианта, которые в России распространены приблизительно в одинаковой степени. Это кормление пастообразными и полнорационными сухими комбикормами. В практике отечественного осетроводства, и не только, получило распространение изготовление кормов непосредственно на хозяйствах из свежего фарша и рассыпного комбикорма, наиболее доступного по цене, а также приобретение готовой продукции у зарубежных производителей. Оба эти варианта имеют свои достоинства и недостатки.

*Нормы кормления товарных рыб* сухими гранулированными кормами следует снижать со второго года выращивания с 2% и более в начале, до 1% от массы тела — в конце. В среднем они колеблются около 1,2-1,5%, но не более 2%. Кормовые коэффициенты при этом достигают 1,2-1,5 ед.(таб.13.4.)

Таблица 13.4. Суточные нормы кормления осетровых рыб продукционными комбикормами [Гамыгин, цит. по Щербине, Гамыгину, 2006]

Масса	Суточная норма, % в зависимости от температуры воды
-------	---

тела, г	12-17	17-20	20-24	24-27
3-50	8-6	10-5	10-8	8-6
50-100	4	5-4	5	3-4
150-200	3	5-4	5	3-4
200-250	3	4-3	4	3-2
250-300	3	4-3	4	3-2
350-400	2	4-3	4	3-2
450-500	2	3	4	3-2
500-800	1,5	2	3	1
800-1500	1,5	2	3	1
Более 1500	0,5-1,0	1	1,0-1,5	0,5-1,0

Нормы должны уточняться в зависимости от вида осетровых рыб, качества корма и условий рыбоводных хозяйств.

При кормлении влажными пастообразными кормами их вносят в количестве приблизительно 3% общей биомассы выращиваемых рыб. В этом случае кормовые коэффициенты обычно возрастают до 3 ед.

Нормы кормления осетровых рыб продукционными комбикормами, которые предлагаются зарубежными фирмами, менее детализированы по массе рыб, но имеют существенно более низкие значения и более изменчивы в зависимости от питательности корма, в частности, содержания и качества сырого протеина и жира

Для кормления *производителей и ремонтно-маточного стада* осетровых рыб во ВНИИПРХ был создан и прошел испытания рецепт репродукционного комбикорма АК-9ПО. В его состав входит рыбная мука, витазар, кукурузный глютен, сухой обрат, рыбий жир. За счет высокого содержания рыбной муки, а также ввода витазара и кукурузного глютена уровень протеина в диете доведен до 50%. Однако рыб, содержащихся в маточном стаде, предпочтительнее кормить влажными пастообразными кормами или использовать совместно (чередую кормления) сухие и влажные корма.

*Нормы кормления производителей* в течение года в зависимости от температуры и физиологического состояния рыб колеблются в пределах 0,4-3,0% от их массы. При определении среднего значения за год с учетом зимних и ряда других периодов, когда рыб не кормят вообще, получается около 0,6-0,8% в сут.

*Рыб ремонтно-маточного стада* кормят аналогично товарным, кормами, которые имеют улучшенный качественный состав протеина, липидов и обогащены биологически активными веществами.

### Вопросы для самоконтроля

1. Кормление личинок;
2. Кормление сеголеток;
3. Кормление двухлеток;
4. Кормление производителей и ремонтного молодняка.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. **Скляров, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляров - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.

3. **Щербина, М.А.** Практика кормления карповых и осетровых рыб в хозяйствах различных типов. / М.А. Щербина, И.Н. Остроумова, Н.В. Судакова – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 161с.

*Дополнительная*

1. **Гамыгин, Е.А.** Корма и кормление рыбы // Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. / Е.А. Гамыгин - М.: Агропромиздат, 1987. – 82с.
2. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
3. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбовода. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
4. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
5. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

## ТЕХНИКА КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНЫ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

На пищеварительную активность лососевых рыб влияют качество кормов, количество в кормах протеина, жира и других ростостимулирующих веществ. Их изготовление растительного происхождения, имеется в виду экструзия, качество помола компонентов, термическая обработка зерновых компонентов, входящие в составы комбикормов, обогащение витаминно-минеральным комплексом, физических свойств гранул и крошки комбикормов. Отклонение в производстве гранулированных комбикормов приводит к понижению прироста массы лососевых рыб и повышению затрат корма на прирост массы.

В составы комбикормов и кормосмесей для выращивания разновозрастных групп лососевых рыб в обязательном порядке вводятся рыбий жир и растительные масла в количестве 11—23 % для повышения калорийности кормов и одновременно обеспечения жирными кислотами. Жиры для кормления форели, лососей и сигов должны быть высокого качества. При увеличении жира в кормах в количестве с 7 до 16 % увеличивается масса рыб и содержание жира в тканях. 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. Такие гранулы обладают желаемой механической стойкостью, почти не происходит их крошения при перевозке. Поедаемость такого корма увеличивается, вымываемость питательных веществ и витаминов весьма слабая, пористая поверхность хорошо связывает жир, и к тому же гранулы могут медленно погружаться в воду, что способствует увеличению времени кормления рыб. Снижаются потери корма, медленное погружение в воду гранул корма позволяет точно следить за поедаемостью рыбой кормов, что дает возможность избежать излишнего количества скармливаемых кормов.

Размер гранул и крупки сухих гранулированных и экструдированных кормов должен соответствовать средней массе разных возрастных групп лососевых рыб и рекомендуется следующее соотношение (таб.14.1):

Таблица 14.1. Соответствие размера гранул и крупки сухих гранулированных и экструдированных кормов средней массе разных возрастных групп лососевых рыб

Средняя масса рыбы, г	Размер крупки, мм
Стартовые комбикорма	
до 0,2	0,4-0,6
0,2-1,0	0,6-1,0
1,0-2,0	1,0-1,5
2,5	1,5-2,5
Продукционные комбикорма	
5,0-15,0	3,2
15,0-50	4,5
50,0-200	6,0
более 200,0	8,0

Лососевые, как хищные рыбы, нуждаются в корме, состоящем из компонентов животного происхождения — рыбной муки, мясокостной муки и других и их в составе комбикормов и кормосмесей должно быть до 50 % и более.

Нормирование и техника скармливания кормов форели при ее выращивании должны отвечать этапам ее постэмбрионального развития и соответствовать периодам кормления личинок, мальков, сеголеток, годовиков, товарных двухлеток и производителей.

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.

#### 14.1. Кормление личинок лососевых рыб

Кормление лососевых рыб следует начинать с личиночного периода развития, при рассасывании желточного мешка на 30- 50% от начальной величины. Личинки к этому времени поднимаются на плав, проявляют положительный фототаксис и пищевой поисковый рефлекс. Кормление следует проводить стартовыми гранулированными комбикормами (табл. 14.2).

Таблица 14.2.Рецепты стартовых комбикормов для лососевых рыб

Компоненты	РГМ- 6М	РГМ- 8М	ЛС-НТ	С-112- Лат	ЛК-5С	ЛК-5П
Мука рыбная	48	48	65	42	50	42
Мука крилевая	-	-	5	-	-	-
Мука мясокостная	5	5	-	-	13	13
Мука кровяная	5	5		8	10	7
Витазар	-	-	10	-	-	-
Мука водорослевая	1	1	3	5	-	-
Шрот соевый	16	16	-	-	-	7
Сухой обрат	5,5	5,5	4	7	10	10
Дрожжи	6,0	6,0	3	10	7,8	9,8
Мука пшеничная	5,3	1,3	-	7,2		
Жир рыбий	7,0	11,0	7	7,0	4,0	5,0
Премикс ПФ-ЗВ	1	1	3	2	2	1
Холин-хлорид	0,2	0,2	-	0,2	0,2	0,2
Минеральная добавка	-	-	-	0,6	0,2	0,2
Линетол	-	-	-	-	3,0	3,0
Мел	-	-	-	-		1

Стартовые комбикорма РГМ-6М и С-112-лат предназначены для выращивания молоди стальноголового лосося, радужной форели и форели Дональдсона до массы 5 г; ЛК-5С - для личинок и молоди атлантического лосося до массы 2 г; ЛК-5П — для атлантического лосося массой от 2 до 30 г; РГМ-8М - для атлантического лосося от личинки до смолта; РГМ-9М, ЛС-НТ - для выращивания тихоокеанских лососей до стадии смолта.

Также для форели используются комбикорма АК-1ФГ, АК-6ММ для выращивания до массы 10-15 г. Комбикорм ЛК -1ФС состоит из следующих компонентов: Мука рыбная, муки кровяная, витазар, рыбий жир, премикс ПФ-ЗВ; АК-6ММ: Мука рыбная, мука кровяная, шрот соевый, дрожжи, пшеница, рыбий жир, премикс ПФ-ЗВ. Показатели качества этих кормов представлены в таблице 14.3.

Таблица 14.3. Показатели качества стартовых комбикормов

Показатели	ЛК-1ФС	ЛК-6ММ
Обменная энергия не менее, ккал/кг	3800	3650
Сырой протеин не менее, %	53	50
Лизин не менее, %	3,3	3,2 1
Метионин+цистин не	2,0	1,8

менее,%		
Сырой жир не менее,%	13	12
Клетчатка не более,%	1,5	2,0
Фосфор не менее,%	0,8	0,8
Зола не более,%	10	10

Сухой корм раздается 10 — 12 раз в сутки в светлое время.

Из зоопланктона в этот период выращивания используют мелких ракообразных или кормосмесь, состоящую из протертой через сетку с ячейей 1 мм говяжьей селезенки, рыбной муки, пшеничной муки, фосфатидов, кормовых дрожжей, премикса. Густая кормосмесь намазывается на вертикальные специальные кормушки 6—8 раз в день. Суточные нормы сухих гранулированных комбикормов для выращивания личинок, мальков, сеголеток, товарной форели устанавливаются для каждого этапа их выращивания в зависимости от температуры воды, массы тела и питательности комбикормов.

На основании собственных данных применительно к нашим условиям выращивания форели Канидьев и Гамыгин разработали уточненные суточные нормы кормления лососевых с учетом массы рыбы и температуры воды, которые представлены в таб.14.4

Таблица 14.4. Суточная норма кормления лососевых рыб (радужная форель, стальноголовой лосось, кижуч), % от массы тела (По Канидьеву А.И. и Гамыгину Е.А.)

t, воды, °C	Стартовые			Продукционные							
	Масса рыб, г										
	До 0,2	0,2-2	2-5	5-12	12-25	25-40	40-60	60-100	100-150	150-200	200 и выше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2,7	2,3	1,8	1,5	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
3	2,9	2,4	1,9	1,6	1,3	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
4	3,2	2,6	2,1	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
5	3,4	2,8	2,3	1,9	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
6	3,7	3,5	2,5	2,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
7	4,0	3,3	2,7	2,3	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
8	4,4	3,6	2,9	2,6	2,0	1,6	1,5	1,3	1,2	0,1	1,0
9	4,7	3,9	3,2	2,8	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
10	5,1	4,4	3,4	3,0	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
11	5,6	4,7	3,8	3,3	2,5	2,0	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3
12	6,0	5,0	4,1	3,5	2,7	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4
13	6,5	5,5	4,4	3,8	2,9	2,4	2,2	1,9	1,8	1,6	1,5
14	7,0	5,9	4,7	4,2	3,1	2,5	2,3	2,1	2,0	1,7	1,6
15	7,5	6,3	5,1	4,6	3,4	2,8	2,5	2,2	2,1	1,8	1,7
16	8,0	6,7	5,4	5Д	3,9	3,1	2,7	2,4	2,2	2,1	1,9
17	8,6	7,1	5,8	5,5	4,1	3,4	2,8	2,6	2,3	2,2	2,1
18	9,1	7,6	6,2	6,0	4,4	3,5	3,0	2,7	2,4	2,3	2,2
19	9,6	8,1	6,6	6,1	4,6	3,6	3,1	2,7	2,6	2,4	2,3
20	10,1	8,4	7,1	6,3	4,7	3,7	3,2	2,8	2,6	2,5	2,4

Кормление форелей необходимо проводить по соответствующим нормам, согласно разработанным потребностям для выращивания личинок и мальков. Кормление молоди форели по поедаемости сухих комбикормов нецелесообразно, так как она может заглатывать корма значительно больше и в связи с этим влияет на эффективность пищеварения и усвоения питательных веществ. При этом отмечается, что эффективность пищеварения снижается в связи с большим потреблением (заглатыванием) сухих комбикормов. Поэтому необходимо рассчитывать точную норму суточного кормления

рыбы с учетом массы рыбы, температуры воды, содержания в комбикорме протеина и энергии в нем.

Установленную абсолютную норму корма рекомендуется скармливать личинкам и малькам форели в зависимости от их массы: до 0,2 г — 12 раз; 0,2—1 г — 10 раз; 1-2 г — 9 раз; 2-5 г — 8 раз.

Суточные нормы кормления молоди форели сухими гранулированными комбикормами составлены из расчета кормового коэффициента — 1—2 кг корма на 1 кг прироста массы форели.

При кормлении сухими гранулированными комбикормами необходимо учитывать сроки приспособляемости форели к нему, которые зависят от температуры воды и могут составлять до 10 суток, это также будет влиять на адаптацию пищеварительных ферментов протеазы, липазы и амилазы. Сухой гранулированный корм можно раздавать вручную или с помощью механических кормораздатчиков путем разбрасывания по поверхности воды небольшими порциями. Эффективность использования корма существенно зависит от частоты раздачи: чем мельче рыба, тем чаще ее следует кормить. Необходимо ориентироваться на следующую частоту раздачи:

масса рыбы, г	количество кормлений в сутки
до 0,2	12
0,2-1,0	10
1,0-2,0	9
2,0-5,0	8
5,0-15,0	8
15-50	6
более 50	4

#### 14.2. Нормы кормления и рационы при выращивании сеголеток форели

Сеголеток форели выращивают в основном с использованием сухих гранулированных комбикормов с диаметром крупки 1,0—3,2 мм. Сеголеток обычно выращивают до массы от 5 до 30г. 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 % (таб.14.5).

Таблица 14.5. Составы и питательная ценность комбикормов для выращивания сеголеток форели сухими гранулированными комбикормами типа РГМ и Германии, %

Компоненты	Рецепты комбикормов	
	РГМ-5В	Германия
Мука: рыбная	45	36
мясокостная	8,6	
кровяная	3,0	
пшеничная	16,8	10
ячменная		10
овсяная		10
травяная	4,2	8
водорослевая	1,0	
Шроты: соевый	6,6	
Сухое молоко обезжиренное	7,0	10
Дрожжи кормовые	3,0	10
Отруби пшеничные		5
Масло растительное	3,8	
Премикс	1,0	1
В 100 г корма содержится, г:		

Сырой протеин	41,0	36,8
Сырой жир	8,0	4,7
Углеводы	27,0	39,8
Зола	6,0	11,3
Энергия общая: ккал/кг	4320	4342
МДж/кг	18,1	18,1

Для выращивания сеголеток форели налажено производство сухих гранулированных комбикормов шведскими, датскими, финскими фирмами, которые по содержанию протеина и энергии несколько выше.

Суточные нормы скармливания комбикормов при выращивании сеголеток форели комбикорма типа РГМ указаны в таблице 14.6

Таблица 14.6 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
3	1,6	1,3	1,0
4	1,8	1,4	1,2
5	1,9	1,5	1,3
6	2,2	1,7	1,5
7	2,3	1,8	1,5
8	2,6	2,0	1,6
9	2,8	2,1	1,8
10	3,0	2,3	1,9
11	3,3	2,5	2,0
12	3,5	2,7	2,2
13	3,8	2,9	2,4
14	4,2	3,1	2,5
15	4,6	3,4	2,8
16	5,1	3,9	3,1
17	5,5	4,1	3,4
18	6,0	4,4	3,5
19	6,1	4,6	3,6
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. Кроме того, проводить чистку водоемов.

При соблюдении требуемых норм биотехники и нормированного кормления за 120—150 дней кормления выращиваемая сеголетка может достигнуть не меньше 20 г, а отход ее не должен превышать 25—30 %.

### 14.3. Нормы кормления и рационы при выращивании годовиков и товарной форели

Для выращивания годовиков и товарной форели используют гранулированные и пастообразные кормосмеси, которые составлены с учетом возрастных особенностей обмена веществ форели в этот период ее развития. 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 разновозрастной 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. Составы комбикормов представлены в таблице 14.7.

Таблица 14.7. Составы производственных сухих гранулированных комбикормов, %

Компоненты	Рецепты	
	РГМ-5В	РГМ-8 В
Мука: рыбная	45	19,6
мясокостная	8,6	2,0
кровяная	3	2
водорослевая	1	1
травяная	4,2	
Сухое молоко обезжиренное	7	2
Дрожжи кормовые	3	8
Пшеница (мука)	16,8	7,6
Шроты: соевый	6,6	26,0
подсолнечный		25
Рыбий жир или растительное масло	3,8	-
Фосфатиды или растительное масло	-	5,8
Премикс ПФ-1В	1	1
В 100 г комбикорма содержится, г:		
Сырого протеина	41,0	39
в том числе животного	35	15
Сырого жира		8
Углеводов	26	32
в том числе клетчатки	3	6
Энергия общая: ккал/кг	4275	4430
МДж/кг	17,9	18,5

Кормление годовиков форели до товарной массы проводят по специальным нормам и зависят они от питательности комбикормов. необходимо строго соблюдать суточную норму кормов и после каждого кормления, примерно через один час после кормления, определить его поедаемость (табл. 14.8). Абсолютную суточную норму корма скармливают за 3-6 приемов.

При соблюдении всех рыбоводных нормативов по форелеводству и эффективному кормлению можно достичь массы 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 %.

Каждая фирма определяет для разработанных и внедренных в производство комбикормов наиболее эффективные нормы кормления годовиков и двухлеток форели на период ее выращивания.

Таблица 14.8 Суточные нормы кормления годовиков и товарной форели продукционными 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
3	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
4	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
5	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
6	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
7	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
10	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
11	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3
12	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4
13	2,2	1,9	1,8	1,6	1,5
14	2,3	2,1	2,0	1,7	1,6
15	2,5	2,2	2,1	1,8	1,7
16	2,7	2,4	2,2	2,1	1,9
17	2,8	2,6	2,3	2,2	2,1
18	3,0	2,7	2,4	2,3	2,2
19	3,1	2,7	2,6	2,4	2,3
20	3,2	2,8	2,6	2,5	2,4

Для кормления форели массой свыше 10-15 г используют продукционные экструдированные корма РГМ-1ФЭМ, РГМ-1ФП, а для рыбы массой свыше 50 г - РГМ-2ФП (табл. 14.9). Размер гранул комбикормов - от 3 мм и выше.

Таблица 14.9. Показатели качества продукционных кормов

Показатели	РГМ-1ФЭМ	РГМ-1ФП	РГМ-2ФП
Обменная энергия не менее, ккал/кг	3730	3780	3570
Сырой протеин не менее, %	42	45	40
Лизин не менее, %	2,4	2,4	2,1
Метионин+иистин не менее, %	1,3	1,3	1,2
Сырой жир не менее, %	14	14	13
Клетчатка не более, %	3,0	2,0	3,0
Фосфор не менее, %	0,8	0,8	0,8
Зола не более, %	10	10	10

#### 14.4. Нормы кормления и рационы при выращивании ремонтных групп и производителей форели

Основой при выращивании ремонтной молодежи 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 воздействует в целом на организм и в частности на формирование половых органов и их продуктов. Недокорм и перекорм не допустим.

В период выращивания ремонтной группы и производителей рекомендуется использовать высококачественные составы сухих гранулированных комбикормов. Сухие гранулированные полноценные комбикорма изготавливаются комбикормовыми заводами

по специальным рецептам для производителей и ремонта. Размер гранул: диаметр — 4—8 мм, длина — 8—15 мм и суточный рацион составляет в количестве 1-3% от массы и зависит от температуры воды и массы рыбы. Нормирование количества корма можно производить по таблицам.

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 Канидьева А.Н., 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. При содержании производителей в соленой воде за три месяца до нереста дача количеств корма уменьшается до 0,5—1,5 % к массе тела. За 1,5 месяца до начала нереста кормление также прекращается и производители питаются только естественной пищей. Рекомендуется в пруд, где содержатся производители форели, выпускать мелкую рыбу, моллюсков, креветок, гаммарусов, лягушек.

Для выращивания ремонтной молоди и подготовки производителей к нересту, а также после нерестового периода применяются сухие гранулированные комбикорма, которые изготавливают комбикормовые заводы, диаметры крупки и гранул которых составляют 3,2—8,0 мм, содержание протеина определено не менее 25-40 %, жира — не более 9 %, углеводов — не более 25 % и обогащенные витаминными премиксами. Особое внимание уделяется качеству компонентов, которые должны быть свежими, хорошо измельчены без различных нежелательных примесей.

### Вопросы для самоконтроля

1. Кормление личинок;
2. Кормление сеголеток;
3. Кормление двухлеток;
4. Кормление производителей и ремонтного молодняка.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Скляр, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.

#### *Дополнительная*

1. **Гамыгин, Е.А.** Корма и кормление рыбы // Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. / Е.А. Гамыгин - М.: Агропромиздат, 1987. – 82с.
2. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
3. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбоведа. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.
5. **Желтов, Ю.А.** Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах. / Ю.А. Желтов – Киев: «Фирма ИНКОС», 2006. – 221 с.

## Лекция 15

### ТЕХНИКА КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНЫ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП СИГОВЫХ РЫБ

Выращивание личинок, мальков и сеголетков сиговых рыб (пелядь, чир, муксун и др.) основывается на применении сухого гранулированного корма, отвечающего потребности рыб в питательных веществах на различных стадиях развития.

#### 15.1. Кормление личинок, мальков и сеголеток сиговых рыб

Наиболее высокие требования предъявляются к комбикормам для личинок сиговых, не обладающих достаточным количеством и активностью пищеварительных ферментов при начальной массе тела 7-15 мг.

После выклева из икры и по мере рассасывания желточного мешка личинку, а впоследствии малек начинают кормить мельчайшим естественным кормом (науплесовая стадия рачков) размером 0,05-0,3 мм, которые отлавливаются из естественных водоемов. Минимальный дневной расход в первую пятидневку на одну рыбу составляет 40, во вторую — 80, а в третью — 150 науплей. Установлено, что общая потребность для выращивания 2 млн экз. молоди сиговых рыб (сиг, пелядь) длиной 10—30 мм составляет около 1 млрд планктонных организмов в день, это 5 кг сухой биомассы или 100 л концентрированного зоопланктона. Однако при промышленном выращивании молоди сигов и пеляди требуется большое количество мелкого, среднего и крупного зоопланктона, который, как показали производственные условия, отловить и размножить весьма сложно.

По завершению личиночного и наступлению малькового периода жизни в возрасте 20-30 суток при массе тела 25-50 мг появляется возможность применять стандартные комбикорма для проходных лососевых рыб. Стартовый комбикорм для личинок сиговых рыб отличается своеобразным качественным составом. Его протеин имеет повышенную доступность (табл. 15.1).

Таблица 15.1. Стартовый комбикорм для личинок (РГМ-СС) и молоди (РГМ-ПС) сиговых рыб, %

Компоненты	РГМ-СС	РГМ-ПС
Мука рыбная	19-30	31,5-50
Крилевая	0-10	0-10
Пшеничная	0-5	5-13
Водорослевая	-	1-2
Обрат сухой	5-8	5-10
Дрожжи этаноловые	0-50	5-15
Кормовой рыбный белок (КРБ), гидролизат		
Метионин	1,5	-
Жир рыбный	7	7-10
Премикс ПФ-1М	1,5	1,5
Показатели качества		
Протеин не менее	50	45
Жир	9	8
Минеральные вещества	12	13
Энергия, МДж/кг	12-13	11-12

С начала личиночного периода следует использовать комбикорм РГМ-СС на протяжении 25-50 суток выращивания, затем применяют стартовый комбикорм РГМ-ПС.

Известны корма ГосНИОРХ: ЛС-01 (для личинок) и МС-84 (для мальков и сеголетков). Для выращивания молоди сиговых можно использовать комбикорма для выращивания форели РГМ-5В, РГМ-8В.

Стартовый комбикорм для сиговых рыб производят в виде крупки (частиц многоугольной формы). Размер крупки должен соответствовать массе выращиваемой рыбы (табл. 15.2).

Таблица 15.2. Размер крупки и гранул в зависимости от массы тела молоди сиговых

Масса молоди, г	Размер частиц корма, мм		Номер крупки и гранул
	крупка	Гранулы	
до 0,02	0,1-0,2	-	1
0,02-0,2	0,2-0,4	-	2
0,2-1	0,4-0,6	-	3
1-3	0,6-1	-	4
3-7	1-1,5	-	5
7-10	1,5-2,5	-	6
10-20	-	3,2	7
более 20	-	4,5	8

Периодичность кормления личинок и ранних мальков сиговых - через 0,5-1,0 ч в светлое время суток. Корм вручную или с помощью механических кормораздатчиков разбрасывается на поверхности воды. Суточный рацион кормления сиговых рыб рассчитывается как и для форели и зависит от температуры воды и массы рыбы: при температуре воды 10-15 °С, масса до 0,2 г — 12-16 раз; 0,2-1,0 — 10-12 раз; 1-2 г - 8-10 раз; 2-5 г — 6-8 раз; 5-15 г — 6—8 раз; более 15 г — 6 раз и меньше.

Активность питания и активный пищевой рефлекс в начале кормления низкий. Личинки захватывают частицы корма, находящиеся только в непосредственной близости к головной части.

При массе тела 10-12 мг личинки плавают сформировавшейся стаей, активность питания увеличивается. Частоту раздачи суточной нормы корма можно уменьшить до 10-12 раз.

Кормление личинок, мальков и сеголеток следует производить по определенным нормам в зависимости от массы тела и температуры воды. Первые 10 дней пищевая реакция личинок еще низкая и потери комбикорма велики. Суточную норму в этот период следует увеличить на вероятную величину потерь, которая составляет до 30% раздаваемого корма.

Это избыточное кормление, компенсирующее потери, требует соответствующего повышения затрат, однако эти затраты оправданы повышением скорости роста и выживаемости молоди.

По завершению личиночного периода развития суточную норму снижают до предусмотренной в кормовой таблице. Для повышения эффективности кормления личинок, особенно в первые дни, можно добавлять организмы зоопланктона в количестве 20% основного рациона (науплии артемии салина, моины, босмины, коловратки).

При выращивании молоди сиговых в сетчатых садках можно привлекать кормовые организмы с помощью подводных источников электрического света (60 ватт на 4 м<sup>2</sup>). Таким путем можно сократить расход комбикорма на 20- 25% в зависимости от количества и видового состава зоопланктона в водоеме и массы выращиваемой молоди.

По достижению малькового периода развития в возрасте 15- 25 суток отмечается максимальная активность питания и утилизация корма. Время наступления этого периода зависит от температуры воды, видовой принадлежности сиговых, условий выращивания и питательности корма (таб.15.3)

Таблица 15.3 Суточная норма кормления личинок, мальков и сеголеток сиговых рыб сухим гранулированным кормом, % к массе тела

t, °C	Масса молоди, г									
	до 0,02	0,02-0,05	0,05- 0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	0,5-1,0	1-2	2-5	5-12	более 12
2	14,0	9,4	7,8	5,2	3,9	2,7	2,3	1,8	1,5	0,9
3	15,2	10,1	8,4	5,6	4,2	2,9	2,4	1,9	1,6	1,0
4	16,7	11,2	9,3	6,2	4,6	3,2	2,6	2,1	1,8	1,2
5	17,8	11,9	9,9	6,6	4,8	3,4	2,8	2,3	1,9	1,3
6	19,4	13,0	10,8	7,2	4,9	3,7	3,1	2,5	2,2	1,4
7	21,1	14,0	11,7	7,8	5,4	4,0	3,3	2,7	2,3	1,5
8	22,7	15,1	12,6	8,4	6,3	4,4	3,6	2,9	2,6	1,6
9	24,3	16,2	13,5	9,0	6,7	4,7	3,9	3,2	2,8	1,8
10	26,5	17,6	14,7	9,8	7,3	5,1	4,4	3,4	3,0	1,9
11	28,6	19,1	15,9	10,6	7,9	5,6	4,7	3,8	3,3	2,0
12	30,8	20,5	17,1	11,4	8,5	6,0	5,0	4,1	3,5	2,1
13	33,5	22,3	18,6	12,4	9,3	6,5	5,5	4,4	3,8	2,4
14	36,2	24,1	20,1	13,4	10,1	7,0	5,9	4,7	4,2	2,5
15	38,9	25,9	21,6	14,4	10,8	7,6	6,3	5,1	4,6	2,8
16	41,6	27,7	23,1	15,5	11,5	8,0	6,7	5,4	5,1	3,1
17	44,8	29,9 <sup>H</sup>	24,9	16,6	12,4	8,6	7,1	5,8	5,5	3,4
18	47,5	31,7	26,4	17,6	13,2	9,1	7,6	6,2	6,0	3,5
19	50,2	33,5	27,9	18,7	13,9	9,6	8,1	6,6	6,1	3,6
20	53,5	35,6	29,7	19,8	14,9	10,1	8,4	7,1	6,3	3,7

### Вопросы для самоконтроля

1. Кормление личинок;
2. Кормление мальков;
3. Кормление сеголеток.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. **Склярв, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Склярв - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.

#### Дополнительная

1. **Гамыгин, Е.А.** Корма и кормление рыбы // Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. / Е.А. Гамыгин - М.: Агропромиздат, 1987. – 82с.
2. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М. : Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
3. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбовода. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

5. **Желтов, Ю.А.** Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах. / Ю.А. Желтов – Киев: «Фирма ИНКОС», 2006

## Лекция 16

### ТЕХНИКА КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНЫ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОВОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП КАНАЛЬНОГО СОМИКА

Сом – хищная рыба, питается лягушками, головастиками, водными насекомыми, сорной рыбой. В рыбоводных хозяйствах его можно выращивать совместно с карпом в качестве добавочной рыбы для уничтожения конкурентов в питании.

Канальный сом является перспективным объектом разведения в прудовых и индустриальных хозяйствах (использующих теплую воду электростанций и промышленных предприятий). Вывезен из водоемов Северной Америки. Ценность канального сомика как объекта рыбоводства определяется его хорошим ростом, эффективной оплатой корма, способностью приспосабливаться к различным условиям выращивания, в том числе к высокой плотности посадки, а также отличными вкусовыми качествами. Канальный сомик созревает в возрасте 2-3 лет, но для получения потомства целесообразнее использовать рыбу в возрасте 4-5 лет, массой не более 5-6 кг.

По характеру питания канальный сом – полифаг. В естественных условиях личинки и мальки питаются зоопланктоном, а более взрослые рыбы – поденками, ручейниками, хирономидами, моллюсками. Сомы размером более 30 см способны поедать мелкую рыбу.

При интенсивном выращивании, при высоких плотностях посадок канального сома в условиях прудов, бассейнового или садкового хозяйства этих рыб можно содержать от выклева до товарной массы на искусственных кормах, т.к. уже к началу внешнего питания у сома сформирован желудок и быстро формируется структура кишечника, хорошо обеспеченная пищеварительными ферментами.

Для рыб разного возраста и размера разработаны рецепты комбикормов, сбалансированных по всем питательным веществам, т.к. сом отличается требованиями к высококачественному протеину и витаминам.

Из растительных компонентов в эти корма включены соевый и подсолнечный шроты, пшеница, травяная мука. В качестве заменителя рыбной муки можно использовать кормовые дрожжи. В качестве витаминно-минеральных добавок рекомендуется использовать различные премиксы. Используют гранулированные и экструдированные корма для данного вида, а также с успехом применяют форелевые корма для подращивания молоди (таб. 16.1)

Таблица 16.1. Рецепты комбикормов для канального сома, %

Компонент корма	СБ-1	СБ-3
Мука:		
Рыбная	18	11
Мясокостная	-	3
Кровяная	-	5
Дрожжи специальные	45	15
Шрот:		
Соевый	11	-
Подсолнечный	12	14,85
Пшеница	2,8	28
Горох	10	22
Премикс ПФ-2В	1	1
Холинхлорид 50 %-ный	0,2	0,15

Потребность молоди сома в сыром протеине составляет не менее 40-45%, Для кормления товарных рыб используют комбикорма, содержащие 24% сырого протеина.

## 16.1. Нормы кормления и рационы при выращивании личинок, мальков, сеголеток

Мальков канального сома массой менее 1,5 г кормят 12 раз в сутки, а затем число кормлений сокращают до 4<sup>x</sup> раз в день. Для кормления используют науплии артемии, отловленный из прудов зоопланктон, пастообразный корм (селезенку), стартовый корм. Размер комбикорма-крупки и гранул должен соответствовать массе рыбы. Через 40-45 суток выращивания долю живого корма уменьшают до 20%, основными компонентами рациона становятся стартовый и пастообразный корм. Объем суточной дачи рациона зависит от массы рыбы и температуры воды. 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 % (таб.16.2.)

Таблица 16.2. Суточные нормы кормления личинок, мальков канального сома, % от массы тела

Температура воды, °С	Масса тела, г			
	до 0,1	0,1-0,6	0,6-2,0	2-5
15	8	6,2	5,5	4,4
18	10,1	8	6,3	5,1
21	16	10	8	6,2
24	22	15,5	11	8,3
27	28	22,4	16	11,7
30	25	21	20	15

Промышленностью выпускается стартовый комбикорм АК - 1СС, который предназначен для выращивания канального сома до массы 3-5 г. Комбикорм содержит не менее 45% протеина, не менее 9% жира, не более 2% клетчатки. Энергетическая ценность - 3450 ккал. В состав рецептуры комбикорма АК -1СС входят следующие компоненты: рыбная мука, кровяная мука, соевый шрот, дрожжи, пшеничная мука, витаминизатор, рыбий жир, премикс ПФ-ЗВ.

По достижении молодой массы 3-5 г ее переводят на производственные комбикорма АК- 1КЭ, АК-2КЭ (таб16.3).

Таблица 16.3. Рецепты производственных плавающих (экструдированных)

Компоненты	АК-1КЭ (1-50 г)	АК-2КЭ (50 г и выше)
Мука рыбная	20	-
Мука мясокостная	1,6	-
Мука травяная	-	2
Пшеница	24	18
Кукуруза	-	8
Дрожжи кормовые	7	-
Дрожжи БВК	2,9	-
Дрожжи эприн	-	16
Шрот подсолнечниковый	40,7	10
Шрот соевый	-	36
Отруби пшеничные	-	6
Фосфат неорганический	2	2
Масло растительное	0,8	1
Премикс поливитаминный	1	1

Также для личинок и молоди канального сома до массы 1 г в бассейнах при отсутствии естественной пищи используется гранулированный комбикорм СБ-1, для товарной рыбы - СБ-3 (табл. 16.1).

Также можно использовать пастообразный корм (селезенка и 1 % премикса) и форелевый комбикорм. Соотношение пастообразного и сухого кормов 1:1. Величина рациона вначале 10%, в конце периода выращивания 6% массы рыбы.

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 %

Количество кормлений для массы 5-20 г — 12 раз, а 20-50 г — 8 раз.

Кормление сеголетков в зимний период обязательно. 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 %.

Величина рациона зависит от температуры: при 7-8 °С - 0,5 – 1%, при 9-11°С - 1-2%, при 12-13 С - 3 % массы рыбы. Для кормления используют те же корма, что и в летний период. Для кормления можно использовать фарш из свежей и мороженой рыбы, добавляя в него 1 % форелевого премикса.

## 16.2. Нормы кормления и рационы при выращивании двухлетков

При выращивании двухлетков используют продукционный форелевый комбикорм и пастообразные (селезенка, фарш из свежей и мороженой рыбы с добавкой 1 % прмикса) - 10-20% рациона. Кормить рыбу нужно 2 раза в день: утром и вечером. Рацион должен составлять 4-5% массы рыбы.

Качество кормов имеет решающее значение при выращивании товарной рыбы. Перебои в кормлении отрицательно сказываются на скорости роста, а использование неполноценного по составу корма не только замедляет рост, но и ухудшает физиологическое состояние рыбы, вызывая авитаминоз, анемию и другие заболевания. Рекомендуемые соотношения размера гранул комбикорма и массы рыбы при выращивании канального сома представлены в таблице 16.4. суточные нормы - в таблице 16.5.

Таблица 16.4. Рекомендуемые соотношения между размером гранул (крупки) и массой канального сома

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

Таблица 16.5. Суточная норма кормления канального сома, %

Температура воды, °С	Масса рыбы, г									
	До 0,1	0,1-0,6	0,6-2	2-5	5-15	15-40	40-100	100-250	250-500	Более 500
12	6,0	5,7	5,0	4,0	3,0	2,7	2,3	1,9	1,6	1,5

15	8,0	6,2	5,5	4,4	3,5	3,1	2,6	2,2	1,9	1,7
18	10,1	8,0	6,3	5,1	4,2	3,7	3,1	2,7	2,3	2,0
21	16,0	10,0	8,0	6,2	5,0	4,3	3,9	3,3	2,7	2,5
24	22,0	15,5	11,0	8,3	6,5	5,1	4,6	4,0	3,3	2,9
27	28,0	22,4	16,0	11,7	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	3,4
30	25,0	21,0	20,0	15,0	10,0	9,5	8,0	6,0	5,0	4,0

### 16.3. Нормы и рационы кормления производителей канального сома

Подготовка производителей канального сома во многом зависит от их кормления в преднерестовый и посленерестовый периоды. Обычно после нереста производителей канального сома пересаживают в пруды.

Подготовка производителей, которые проводятся в отечественном рыбоводстве, также основана на естественной пище прудов и интенсивном 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, 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.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Кормление личинок;
2. Кормление мальков;
3. Кормление сеголеток;
4. Кормление товарной рыбы;
5. Кормление производителей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. **Скляр, В.Я.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляр - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. **Пономарев, С.В.** Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
3. **Пономарев, С.В.** Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.

##### *Дополнительная*

1. **Гамыгин, Е.А.** Корма и кормление рыбы // Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. / Е.А. Гамыгин - М.: Агропромиздат, 1987. – 82с.

2. **Козлов, В.И.** Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров – Никишин, А.Л. Бородин. – М.: Изд. «КолосС», 2006. - 444 с.
3. **Козлов В.И.** Справочник фермера рыбоведа. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 . - 254 с.
4. **Привезенцев Ю.А.** Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.
5. **Желтов, Ю.А.** Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах. / Ю.А. Желтов – Киев: «Фирма ИНКОС», 2006

### Библиографический список

1. Власов, В.А. Приусадебное хозяйство. Рыбоводство/ В.А. Власов.- М.: Изд ЭКСМО-Пресс, 2001.- 240 с.
2. Желтов, Ю.А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах. / Ю.А. Желтов – Киев: «Фирма ИНКОС», 2006. – 221 с.
3. Козлов, В.И. Справочник рыбовода. 2-е изд. перераб. и доп. / В.И. Козлов, Л.С. Абрамович—М.: Росагропромиздат, 1991. — 238 с.
4. Козлов, В.И. Аквакультура. Учебник. / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин – М.: «КолосС.», 2006. - 445 с.
5. Козлов, В.И. Справочник фермера рыбовода. / В.И. Козлов - М.: Изд-во ВНИРО, 1998 г. - 254 с.
6. Мартышев, Ф.Г Прудовое рыбоводство./ Ф.Г Мартышев - М.: Высшая школа, 1973.-427 с.
7. Пономарёв С.В Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России./ С.В Пономарёв, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров и др. — Астрахань: «Нова плюс», 2002. — 264 с.
8. Пономарёв С.В. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе. / С.В Пономарёв, Е.Н. Пономарёва — Астрахань: АГТУ, 2003, —256 с.
9. Пономарёв, С.В. Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в промышленных условиях. / С.В Пономарёв, Е.Н. Пономарёва — Астрахань: АГТУ, 2003. — 188 с.
10. Пономарев, С.В. Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
11. Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - М.: Изд. «Моркнига», 2013 -417 с.
12. Привезенцев, Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.
13. Яржомбек А.А. Справочник по физиологии рыб./ А.А. Яржомбек, В.В. Лиманек, Т.В. Щербина и др. - М.: Агропромиздат, 1986.-192 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>Лекция 1. Особенности пищеварения и обмена веществ у рыб. Основы полноценного кормления рыб</b>	4
1.1. Особенности пищеварения и обмена веществ у рыб	4
1.2. Основы полноценного кормления рыб	5
Вопросы для самоконтроля	6
Список литературы	7
<b>Лекция 2. Потребность рыб в питательных и биологически активных веществах. Потребность в энергии, протеине, аминокислотах, жире, углеводах</b>	7
2.1. Потребность рыб в энергии	7
2.2. Потребность рыб в протеине и аминокислотах	9
2.3. Потребность рыб в жире (или липидах)	10
2.4. Потребность в углеводах	11
Вопросы для самоконтроля	12
Список литературы	12
<b>Лекция 3. Потребность рыб в минеральных веществах и витаминах</b>	14
3.1. Потребность рыб в минеральных веществах	14
3.2. Потребность рыб в витаминах	15
Вопросы для самоконтроля	18
Список литературы	19
<b>Лекция 4. Характеристика компонентов кормов. Компоненты растительного и животного происхождения</b>	20
4.1. Компоненты растительного происхождения	20
4.2. Компоненты животного происхождения	22
Вопросы для самоконтроля	23
Список литературы	23
<b>Лекция 5. Компоненты микробиологического и химического синтеза, минеральные вещества, ферментные препараты, премиксы, аттрактанты</b>	25
5.1. Компоненты микробиологического и химического синтеза	25
5.2. Минеральные вещества	26
5.3. Ферментные препараты	26
5.4. Каротиноидные пигменты	27
5.5. Аттрактанты	27
5.6. Антиоксиданты	27
5.7. Пробиотики	28
5.8. Энтеросорбенты	28
Вопросы для самоконтроля	28
Список литературы	29
<b>Лекция 6. Естественная кормовая база. Живые корма</b>	30
6.1. Естественная кормовая база	30
6.2. Планктонные организмы	30
6.3. Обросы и бентосные организмы	31
6.4. Живые корма, используемые при искусственном разведении рыб	32
Вопросы для самоконтроля	33
Список литературы	33
<b>Лекция 7. Комбикорма и кормосмеси для рыб. Способы их приготовления</b>	34
7.1. Состав и питательность комбикормов	34
7.2. Характеристика комбикормов. Приготовление	34
Вопросы для самоконтроля	37
Список литературы	38

<b>Лекция 8. Организация контроля качества сухих комбикормов и кормосмесей.</b>	
<b>Хранение комбикормов</b>	39
8.1. Требования, предъявляемые к качеству гранулированных комбикормов	39
8.2. Хранение комбикормов	39
Вопросы для самоконтроля	40
Список литературы	40
<b>Лекция 9. Механизмы (кормораздатчики) для раздачи комбикормов и кормосмесей разновозрастным видам рыб</b>	41
9.1. Кормление "дорожкой" на отдельных точках и с аэрокармушек	41
9.2. Автоматическое кормление	42
Вопросы для самоконтроля	45
Список литературы	46
<b>Лекция 10. Рецепты комбикормов. Состав и питательность</b>	47
10.1. Рецепты комбикормов	47
10.2. Нормирование комбикорма	48
Вопросы для самоконтроля	49
Список литературы	49
<b>Лекция 11. Техника кормления карпа в прудовых хозяйствах. Влияние абиотических и биотических факторов на эффективность кормления рыб</b>	51
11.1. Техника кормления карпа	51
11.2. Подготовка корма к скармливанию	53
11.3. Влияние абиотических и биотических факторов на эффективность кормления рыб	53
11.4. Нормирование кормов в зависимости от поликультуры	54
Вопросы для самоконтроля	55
Список литературы	55
<b>Лекция 12. Нормирование кормления различных половозрастных групп карпа</b>	57
12.1. Кормление личинок	57
12.2. Кормление сеголеток	58
12.3. Кормление двухлеток	61
12.4. Кормление производителей и ремонтно-маточного стада	63
Вопросы для самоконтроля	63
Список литературы	64
<b>Лекция 13. Техника кормления и рационы различных половозрастных групп осетровых рыб</b>	65
13.1. Кормление личинок	65
13.2. Кормление молоди первого года жизни массой свыше 3 г	67
13.3. Кормление осетровых рыб на втором году выращивания и старше	68
Вопросы для самоконтроля	69
Список литературы	69
<b>Лекция 14. Техника кормления и рационы различных половозрастных групп лососевых рыб</b>	71
14.1. Кормление личинок лососевых рыб	72
14.2. Нормы кормления и рационы при выращивании сеголеток форели	74
14.3. Нормы кормления и рационы при выращивании годовиков и товарной форели	75
14.4. Нормы кормления и рационы при выращивании ремонтных групп и производителей форели	77
Вопросы для самоконтроля	78
Список литературы	78
<b>Лекция 15. Техника кормления и рационы различных половозрастных групп сиговых рыб</b>	79

15.1. Кормление личинок, мальков и сеголеток сиговых рыб	79
Вопросы для самоконтроля	81
Список литературы	81
<b>Лекция 16. Техника кормления и рационы различных половозрастных групп канального сомика</b>	<b>82</b>
16.1. Нормы кормления и рационы при выращивании личинок, мальков, сеголеток	82
16.2. Нормы кормления и рационы при выращивании двухлетков	84
16.3. Нормы и рационы кормления производителей канального сома	85
Вопросы для самоконтроля	85
Список литературы	85
<b>Библиографический список</b>	<b>87</b>
<b>Содержание</b>	<b>88</b>