



*Филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Астраханский государственный технический университет» в
Ташкентской области Республики Узбекистан*

Факультет высшего образования

Кафедра «Водные биоресурсы и технологии»

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОРМЛЕНИЯ РЫБ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

**Методические указания по
выполнению практических работ**

Для обучающихся по направлению
35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура»

Направленность Аквакультура

Ташкентская область, Кибрайский район – 2025

Составитель: Бахарева А.А.

Рецензент: Грозеску Ю.Н.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «ВБиТ»
Протокол от 21.02.2025 г. № 7

Практическая работа №1
Белковое питание рыб. Влияние возраста и условий выращивания на потребность различных видов рыб в белке.

Задание

1. Изучить теоретические материалы практической работы.
2. Определить необходимое количество белка в составе рациона для разновозрастных групп осетровых, лососевых, сиговых рыб.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические материалы

Дж. Хальвером и А.Н. Канидьевым обоснованы потребности лососевых рыб в аминокислотах, что позволило в дальнейшем оптимизировать состав рецептов кормов для форели и других лососевых рыб в России. Впоследствии другими учеными (Е.А. Гамыгиным, В.Я. Скляровым, С.В. Пономаревым) было показано, что эти потребности можно распространить и на другие виды рыб (карповые, сиговые, осетровые).

Кормовой протеин включает как белковую, так и небелковую форму азота, причем они существенно различаются по своей питательности. Общими для всех белков являются 24 аминокислоты, однако питательная ценность белка определяется наличием в нем незаменимых аминокислот. В настоящее время принято считать, что незаменимыми являются аминокислоты, не синтезируемые в организме или синтезируемые недостаточно быстро для удовлетворения физиологической потребности. Незаменимыми для рыб определены 10 аминокислот, что является характерным и для высших животных (табл. 1).

Таблица 1 Состав незаменимых аминокислот в кормах для лососевых и других видов рыб (по А.Н. Канидьеву)

Аминокислота
Аргинин
Гистидин
Изолейцин
Лейцин
Лизин
Метионин (в присутствии 1% цистина)
Фенилаланин (в отсутствии тирозина)
Треонин
Триптофан
Валин

Потребность рыб в протеине в 2-4 раза выше, чем у теплокровных животных. Оптимальное количество протеина в кормах для молоди составляет 48-60%; для старших возрастных групп – 38-47%.

Белок усваивается хищными и всеядными рыбами в среднем на 80-85%. Для молоди эти значения могут быть ниже, в зависимости от его структуры. Растительный протеин, по сравнению с животным усваивается хуже. Однако, учитывая относительно низкую стоимость кормосмесей, где используются добавки растительного сырья, их применение оказывается экономически выгодным.

Известно, что в полноценных для рыб белках корма содержание незаменимых аминокислот обычно составляет 35-50%, остальная часть приходится на долю заменимых. Для рыб они также имеют большое значение, так как являются поставщиками основного количества обменного азота. При их недостатке идет повышенный распад незаменимых аминокислот, в связи, с чем снижается продуктивное действие пищи в целом. Однако их соотношения между собой не имеют такого значения, как соотношения между незаменимыми аминокислотами, поэтому они обычно не нормируются. В процессах обмена в ходе различных реакций заменимые аминокислоты способны к взаимопревращениям, например, путем переаминирования (обратимого переноса) аминогруппы без промежуточного образования аммиака. Другая часть аминокислот теряет аминогруппу путем дезаминирования, в результате которого образуются углеродные скелеты (кетон- и оксикислоты). Последние могут превращаться в углеводы или жиры, или частично использоваться для синтеза других аминокислот путем присоединения к ним свободной аминогруппы. При другой реакции распада белка – декарбоксилировании – от его молекулы отщепляется карбоксильная группа, которая также может быть использована для синтеза углеводов и жиров.

Потребности в общем количестве сырого протеина имеют большие видоспецифические и возрастные различия. Они изменяются в зависимости от стадии развития рыб, экологических условий (в частности, температуры, кислородного и гидрохимического режимов и состояния здоровья рыб). Быстрорастущая молодь – личинки и мальки, нуждаются в большем количестве белка, чем взрослые рыбы. Для половозрелых особей уровень белка в корме должен быть ниже, чем для ювальной молоди, что связано с относительным увеличением расходов на поддерживающий обмен и сокращением затрат на процессы роста.

По усредненным данным, оптимальный уровень протеина в сухом веществе комбикормов для молоди всех видов рыб составляет 47-60%. Это связано со сходством питания большинства видов в естественных условиях - преимущественно животными организмами. Именно эта пища способна обеспечить потребности быстрорастущей молоди в структурных элементах для построения тканей и органов. Причем для ранних стадий постэмбрионального развития рыб белок корма частично должен быть представлен мелкими фракциями (свободными аминокислотами, ди-, олиго- и полипептидами, низкомолекулярными растворимыми белками) и в соотношениях, близких к их соотношениям в зоопланктоне (по данным С.В. Пономарева).

В таблице 2 представлены данные о потребности ряда видов рыб в незаменимых аминокислотах (по работам М.А. Щербины и Е.А. Гамыгина).

Таблица 2. Сравнительные данные о потребности некоторых видов рыб и наземных позвоночных в незаменимых аминокислотах, % белка

Аминокислоты	Лососи	Радужная форель	Карп	Канальный сом	Осетровые	Тиляпия	Угорь
Лизин	4,8-5,0	5,3-7,3	5,3-6,6	5,0-6,3	4,1-6,3	3,8-5,1	4,8-5,3
Гистидин	1,6-1,8	1,6-3,8	1,5-2,4	1,5-1,7	0,7-1,1	1,1-1,7	1,9-2,1
Аргинин	4,4-6,0	3,5-6,2	3,8-5,8	4,2-4,3	2,8-3,1	2,8-4,2	4,0-4,5
Треонин	2,0-2,3	3,5-4,8	3,3-4,2	2,0-2,1	2,2-2,9	2,9-3,8	3,6-4,0
Метионин + цистин	2,5-4,2	2,9-3,4	2,2-4,1	2,0-3,0	1,0	1,0-3,2	2,9-3,2
Валин	3,0-5,3	3,1-6,2	3,0-8,2	2,9-4,8	2,3-3,3	2,2-5,6	3,6-5,8
Фенилаланин	4,3-5,3	3,0-5,5	3,0-8,2	4,8-5,0	1,5-2,6	2,5-5,6	5,2-5,8

Изолейцин	2,0-2,3	2,4-4,7	2,3-3,7	2,5-2,6	2,1-3,5	2,0-3,1	3,6-4,0
Лейцин	3,6-4,0	4,5-9,1	3,3-6,2	3,3-3,5	3,2-4,8	3,4	4,8-5,3
Триптофан	0,5-0,6	0,5-1,4	0,6-0,8	0,4-0,5	-	0,4-1,0	0,9-1,0

По мере роста рыб все более проявляется видовая специфичность. Для хищных лососевых и осетровых содержание протеина в полноценных продукционных комбикормах должно составлять 34-45%, для канального сомика -30-40%, для полифага карпа – 23-40%.

Существует зависимость между массой рыб и их требованиями к уровню протеина в корме, соблюдение которых обеспечивает максимальный рост рыб в оптимальных условиях среды. По данным И.Н. Остроумовой при выращивании карпов в промышленных тепловодных хозяйствах при температуре 25-30°C соотношение между массой рыб и уровне белка в корме должно отвечать указанному в таблице 3.

Таблица 3. Содержание протеина в комбикормах для карпа в зависимости от возраста, % от сухого вещества

Масса тела, г	Содержание протеина в сухом веществе корма, %
0,5-1,0	55-50
1,0-2,0	45-43
20-40	42-40
150 и более	35-30

В таблице 4 даны сводные материалы (М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин, С.В. Пономарев) о потребности различных видов рыб в уровне протеина.

Таблица 4. Потребность в протеине у различных видов рыб

Виды рыб	Тип корма	Оптимальный уровень белка в сухом веществе корма, %
Лососевые	Стартовый	50-45
	Продукционные для молоди	40
	Продукционный для товарного выращивания	42-40
Карп	Стартовый для личинок	44-42
	Стартовый для молоди	42-48
	Продукционный для сеголеток	30-28
	Продукционный для старших возрастных групп	32-28
Осетровые	Стартовый для личинок	45-55
	Продукционный для рыб массой более 3г	35-45
Канальный сом	Стартовые для личинок	45-50
	Продукционные для сеголеток	42-29
	Продукционные для старших возрастных групп	25-35

Угорь	Стартовый	45
	Производственный	43-41

И.Н. Остроумовой предложена таблица 5 потребности в белке у рыб и сельскохозяйственных животных, позволяющая учитывать особенности ранней молодки.

В связи с потреблением высокобелковой пищи у рыб имеет место механизм постоянного выведения повышенного количества продуктов азотистого обмена.

Установлено, что выделение азота у рыб возрастает пропорционально уровню белка в корме.

Важной физиологической особенностью рыб с точки зрения высокобелкового питания является удобная форма выведения конечных продуктов азотистого обмена благодаря специфическим условиям водной среды обитания. Пресноводные и многие морские рыбы относятся к аммонотелическим животным. В отличие от наземных позвоночных, у которых обезвреживание аммиака идет в основном путем синтеза мочевины, мочевой кислоты и выведения их с мочой через почки, у рыб легко растворимые в воде азотистые продукты – аммиак (в виде иона аммония) и мочевина – удаляются преимущественно внепочечным путем. Почти весь аммоний у рыб – 90% - выводится через жабры.

Таблица 5. Потребность в белке у рыб и сельскохозяйственных животных (% к сухому веществу корма)

Рыбы			Животные				
Возраст, масса	Карп	Форель	Возраст	Коровы	Свиньи	Куры, утки	Пушные звери
Личинки и ранняя молодка 1 мг-1 г	50-55	55-60	молодняк	16-17	17-22	17-21	22
Сеголетки, 1-40 г	40-45	45-50					
Годовики и двухлетки, 40-100 г	35-36	42-45	Взрослые особи	10-15	11-15	14-17	12-17
Свыше 100 г	30	35-40					

Таким образом, именно водная среда обитания не только обеспечивает рыб легкоусвояемой высокобелковой пищей, но и создает возможность постоянного удаления конечных продуктов метаболизма белка внепочечным путем. Следовательно, рыбы обычно не встречаются с проблемой избытка азотистых метаболитов в организме и перегрузки печени и почек работой по обезвреживанию аммиака и его удалению, за исключением особых условий хозяйств интенсивного типа выращивания.

Усвоение рыбами белков зависит от их видовой принадлежности, возраста, температуры и солености воды, происхождения белков и их концентрации в пище. Эффективность утилизации белков находится в тесной связи с энергетической обеспеченностью пищи. Наиболее эффективными считаются комбикорма с общим содержанием 40-65% калорий за счет белка. 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. Уровень белка в составе корма рыб, необходимый для их оптимального роста и развития, в 2-3 раза превышает его содержание в рационах сельскохозяйственных животных: в кормах крупного рогатого скота, свиней, кур, уток полноценный белок должен составлять 10-17%, а в пище для раннего молодняка – 16-22%.

Пойкилотермные (холоднокровные) животные, в том числе рыбы, питательные вещества пищи расходуют на рост, обновление тканей и осуществление физиологических процессов, связанных с жизнедеятельностью. Теплокровные позвоночные, помимо этого, производят затраты энергии на выработку тепла для поддержания постоянной температуры тела. Эти затраты составляют более трети всей энергии, поступающей с пищей.

Количество перевариваемого белка, необходимого для прироста 1 кг живой массы у разных животных примерно одинаково – 550-650 г. Однако по количеству необходимой энергии в рационе между рыбами и теплокровными животными имеется различие: рыбы на 1 кг прироста используют около 20-30 МДж энергии корма, а гомойотермные животные – 35-40 МДж и выше; при этом кормовые затраты на единицу прироста (по сухому веществу) составляют соответственно 1,0-1,8 и 3-4. То есть, сельскохозяйственные животные для обеспечения сходной потребности в количестве белка на прирост должны потреблять в 2-3 раза больше низкобелкового корма, чем рыбы высокобелкового. Поэтому высокая потребность рыб в белке является лишь относительной.

Следует также отметить, что у сельскохозяйственных животных расход белка и энергии на единицу прироста массы с возрастом значительно увеличивается, что объясняется быстрым затуханием темпа роста и относительным повышением использования питательных веществ корма на обмен. В то время как рыбы сохраняют высокий уровень утилизации белка на рост в течение значительно более длительного периода жизни.

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.

Протеин, содержащийся в кормах, включает белковую и небелковую форму азота, различающиеся по качеству. Протеин, содержащий небелковые формы азота, обладают меньшим биологическим эффектом, чем протеин с белковыми формами азота. Среди небелковых форм наиболее ценным является азот аминной формы, за ним идет аммиачный азот и наименее ценным является амидный азот.

Протеины (или белки), усвоенные в пищеварительном тракте, в виде аминокислот используются организмом следующим образом по формуле:

$$B=B_1+B_2+B_3,$$

где B- усвоенный белок; B₁- белок, необходимый для восполнения запаса белков организма; B₂ – белок, необходимый для роста; B₃- белок, используемый на энергетические нужды.

Величина B₁ соответствует количеству выделенного аутогенного азота и изменяется в зависимости от температуры воды и размера рыбы. При определенных условиях эта величина постоянна для всех видов рыб. Величина B₂ изменяется в зависимости от возраста рыб: у молодых она выше, чем у взрослых особей. Абсолютная же величина B₁ по мере роста рыбы увеличивается, однако поскольку она значительно меньше величины B₂, то необходимое количество белка на единицу массы рыбы уменьшается. Так как при определенных условиях выращивания величина B₁ постоянна, то составлять корма нужно с учетом увеличения доли B₂. Соотношение B₂ и B₃ зависит от состава корма и биологической

ценности белка. В кормах с белками низкой биологической ценности величина Бз значительно превышает величину Б2.

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

Для оценки эффективности потребления белка рассчитывают коэффициент использования протеина (КИП) в процентах от потребленного протеина корма, который рассчитывают по методике А. Бендера и Д.Миллера:

$$КИП = \frac{П_{ко} - П_{но}}{П_{к}} * 100, \quad ,$$

где $П_{ко}$ – азот в целой тушке рыб в конце откорма, $П_{но}$ – азот в целой тушке рыб в начале откорма, $П_{к}$ – расход азота кормов на синтез белка в теле рыб.

Коэффициент конверсии протеина (ККП) кормов в пищевой белок (белок съедобных частей тела) определяют по формуле:

$$ККП = ВБ/РП * 100, \quad ,$$

где ВБ – выход пищевого белка на 1 кг съемной массы рыб, г; РП – расход протеина кормов на 1 кг прироста живой массы за весь период выращивания, г.

При оптимальных условиях выращивания коэффициенты использования протеина корма (КИП и ККП) у рыб значительно выше, чем у теплокровных животных и соответствуют их уровню у цыплят-бройлеров лучших линий и кроссов (табл. 6).

Таблица 6. Эффективность использования протеина корма, %

Виды животных	КИП	ККП
Бройлеры	22	16
Свиньи	18	9
КРС	12	6
Карп	30	15
Форель	23	16

Примечание: КИП – расход протеина кормов на синтез белка в теле животных; ККП – расход протеина кормов на синтез белка съедобных частей тела (выход мяса) животных.

В живых кормах для молоди рыб (кормовые организмы пресноводного зоопланктона) белок находится в растворе воды в значительном количестве. Способность протеина создавать водные растворы связана с его структурой. Чем проще и короче полипептидная цепочка, состоящая из аминокислот, тем она лучше растворяется и легче гидролизруется ферментами – протеазами. Это фундаментальная особенность строения протеина организмов зоопланктона определяет специфичную потребность ранней молоди рыб в полипептидах, в период, когда у них пищеварительная система не сформирована (карповые, сиговые, осетровые, окуневые и другие личинки без желудка). Измерение массы белковых фракций проводят через оптическую плотность водных растворов (в дальтонах) методом гельхроматографии.

В мелком и крупном пресноводном зоопланктоне и науплиусах артемии салины содержится много водорастворимого белка (до 73%). Напротив, хирономиды и гаммарусы содержат его меньше (45-46%), как и олигохеты (44%). Большой интерес представляют фракции низкомолекулярных и среднемолекулярных полипептидов, которые легко

гидролизуются протеазами в начале формирования желудочно-кишечного тракта личинок рыб, у которых активность полостных энзимов еще низка (табл.7).

В мелком пресноводном зоопланктоне наиболее высокий удельный вес имеет фракция пептидов с молекулярной массой (М.м.) 1000-1300 дальтон (77,2%). В составе крупного пресноводного зоопланктона, состоящего из копепод и взрослых кладоцер, эта фракция несколько уменьшается (64,2%) с увеличением фракции полипептидов с М.м. более 1300 дальтон (23%) и доли среднемолекулярного и высокомолекулярного водорастворимого белка. Фракционный состав белка артемии салина занимает среднее положение между фракционным составом мелкого и крупного зоопланктона.

Таблица 7. Фракционный состав белка кормовых организмов молоди рыб, %

Кормовые организмы	Содержание в растворимой фракции, %							Растворимый белок по отношению ко всему белку, %
	СА*	П-1*	П-2*	П-3*	НМБ*	СМБ*	ВМБ*	
Мелкий пресноводный зоопланктон	0,3±0,03	8,5±1,5	77,2±8,6	8,0±2,2	3,0±0,4	2,0±0,3	1,0±0,3	73,0±8,9
Крупный пресноводный зоопланктон	0,2±0,01	1,0±0,3	64,2±5,6	23,0±6,8	3,0±0,4	4,5±0,6	4,1±0,8	65,9±7,3
Науплиусы артемии салина	0,1±0,01	0,2±0,01	62,1±6,3	19,8±3,4	5,2±0,6	6,8±2,1	5,8±1,2	71,2±6,8
Хирономиды	0,3±0,04	0,3±0,05	8,8±2,4	72,3±8,6	6,3±1,1	5,2±1,3	6,8±1,5	46,2±5,8
Олигохеты	0,3±0,03	0,4±0,06	6,1±2,1	46,2±5,6	7,0±2,1	4,0±0,9	36,1±5,0	44,3±7,6
Гаммарусы	0,2±0,02	0,2±0,02	25,5±5,5	45,1±6,1	20,1±3,4	3,9±1,1	5,0±1,1	45,0±6,1

* СА- свободные аминокислоты с М.м.=120; П-1 – пептиды с М.м.>200; П-2 – полипептиды с М.м.=1000-1300; П-3- полипептиды с М.м. >1300; НМБ - низкомолекулярный белок с М.м. >10 тыс.; СМБ – среднемолекулярный белок с М.м.=100200 тыс.; ВМБ – высокомолекулярный растворимый белок с М.м.= 200-300 тыс. дальтон.

Хирономиды и гаммарусы, которыми питается молодь лососей с более сформированной пищеварительной системой, характеризующейся наличием желудка с пилорическими придатками, активными протеазами, например кета, горбуша, радужная форель, другие представители р. *Oncorhynchus* и р. *Salmo*, отличаются увеличенной белковой фракцией П-3 – полипептиды с М.м. более 1300 (хирономиды – 72,3%; гаммарусы – 45,1%). Увеличено количество низкомолекулярного белка с М.м. более 10 тыс. (6-7% у хирономид, 20,1 – у гаммарусов) и высокомолекулярного белка с М.м. 200-300 тыс. (гаммарусы – 5%, хирономиды –

6,8%). Следует отметить, что белок с М.м. более 300 тыс. дальтон переходит в водонерастворимую фракцию.

Фракционный состав высокобелковых кормовых компонентов отличается повышенным содержанием белка сложной структуры и высокой молекулярной массы (кроме дрожжей), что не позволяет их использовать в качестве основного источника протеина (табл.8).

Таблица 8. Фракционный состав протеина кормовых компонентов стартового комбикорма ОСТ-4 и прудового мелкого зоопланктона, %

Кормовые компоненты	Растворимый белок	Фракции				
		СА*	П-1*	П-2*	П-3*	НМБ*
Мука:						
кровая	57,9±2,1	2,5±0,4	2,8±0,3	3,6±0,4	3,4±0,7	45,6±2,3
рыбная	15,7±1,4	1,1±0,2	-	5,2±0,5	-	9,4±1,1
крилевая	12,8±1,1	0,4±0,1	-	-	0,8±0,2	11,6±1,3
БВК – паприн	46,2±1,8	0,2±0,1	-	15,1±1,8	5,6±0,4	25,3±1,7
Эприн	36,5±1,5	1,8±0,2	-	14,6±1,4	-	20,1±1,5
Мелкий зоопланктон	70,0±0,4	-	10,0±0,5	35,0±1,3	10,0±1,3	15,0±1,6

* СА- свободные аминокислоты (М.м.=120); П-1 – полипептиды (М.м. 200-900); П2 – полипептиды (М.м.=1000-1300); П-3- полипептиды (М.м. >1300); НМБ - низкомолекулярный белок с М.м. (10-300 тыс. дальтон).

В настоящее время для кормления сельскохозяйственных животных и молоди рыб широко используют белковые гидролизаты, которые получают кислотным, щелочным, ферментативным гидролизом, автолизом белкового сырья. Наиболее перспективным способом следует считать ферментативный гидролиз, который технологически прост, так как протекает в мягких условиях в нейтральных водных средах и при температуре не выше 40⁰С. При этом аминокислоты не разрушаются, а сохраняются в соотношении, свойственном исходному белку.

Для получения ферментолитов с различной глубиной гидролиза (ГГ) и содержанием низкомолекулярных белковых соединений используют рыбную муку или фарш из рыб. Предварительное испытание различных ферментов, выпускаемых отечественной промышленностью, показало, что для гидролиза рыбного сырья в стандартных условиях самым эффективным является протосубтилин ГЗх.

ВНИИПРХом удавалось получать ферментолиты с различной глубиной гидролиза. При подборе условий среды в процессе ферментолита удается провести ступенчатый гидролиз с глубиной до 60%. С глубиной гидролиза в растворимом белке снижается содержание длинноцепочечных полипептидов, низкомолекулярного белка и возрастает количество свободных аминокислот. Так, количество свободных аминокислот особенно увеличивается при глубине гидролиза 30-60% - от 3,3% (ГГ 25%) до 40,0% (ГГ 60%). Одновременно снижается количество низкомолекулярного белка – от 12,6% (ГГ 10%) до 1% (ГГ 60%), в то же время растет количество полипептидов со средней М.м.: за 3 часа гидролиза от 1,2 до 20,3%. Однако при ГГ 30% их количество снижается, поскольку повышается содержание свободных аминокислот. Таким образом, в процессе ферментолита рыбной муки можно выделить 3 основных вида ферментолита.

Эти ферментолиты рыбной муки (ФРМ) различаются фракционным составом белковых полимеров. Ферментолит средней ГГ (15-25%) отличается высоким

содержанием полипептидов с М.м. 1000-1300 дальтон (12-20,3%). Ферментолитат с начальной ГГ (до 10%) содержит преимущественно НМБ и немного полипептидов (6,7%).

Ферментолитат с высокой ГГ (30-60%) содержит много свободных аминокислот (20,8-40,2%), меньше олигопептидов (до 8%) и совсем немного НМБ (до 1%). Как показали опыты, проведенные на личинках сиговых рыб, белорыбицы и осетровых наиболее эффективным был ФГМ со средней (15-25%) ГГ.

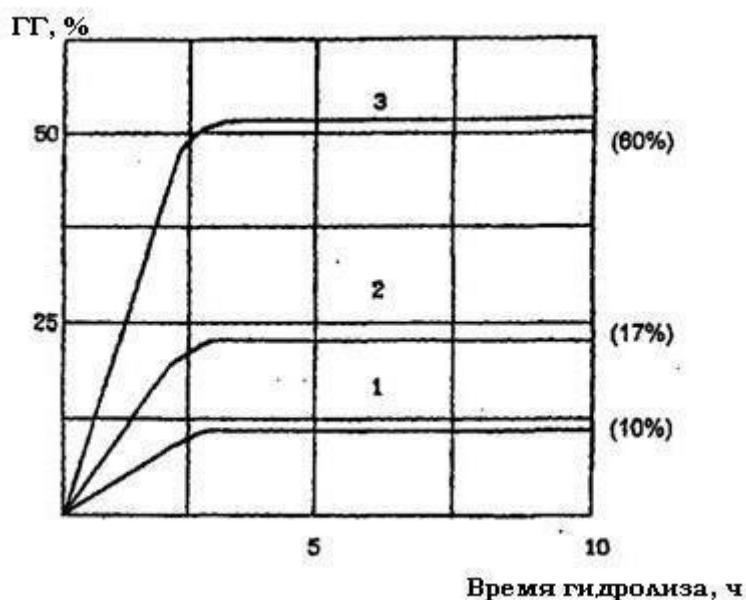


Рисунок 1. Глубина гидролиза рыбной муки протосубтилином Г 3х в зависимости от условий среды в реакторе

- 1- отношение субстрата к ферменту 20:1;
- 2- отношение субстрата к ферменту 4:1;
- 3- отношение субстрата к ферменту 5:1.

Использование такого ФРМ позволило в кормах получить необходимый набор белковых фракций, доступных для усвоения личинками рыб без желудка в раннем постэмбриогенезе и стимулирующих поэтапное развитие пищеварительной системы и усвоение белковых, все усложняющихся и увеличивающихся по М.м. продуктов. При ГГ 15-25% количество наиболее важных полипептидов в ФРМ с М.м. 1000-1300 дальтон равно 12,4-22,6%. Допустимым уровнем свободных аминокислот следует принять 1,6-3,3%.

Достаточным содержанием в корме олигопептидов с М.м. 200-900 дальтон следует считать 0,8-2,0%. Содержание низкомолекулярного белка в комбикорме ЛС не должно быть выше 10%, увеличение его количества до 12% снижало результаты выращивания. Вместе с тем, очевидно, что наличие в составе протеина корма фракции НМБ необходимо, поскольку протеазам нужен субстрат для поэтапной их активации и развития желудка. Высокая эффективность комбикорма, включающего ферментолитат рыбной муки с ГГ 15-25%, для ранней молодежи рыб, особенно для видов, еще не имеющих развитого желудка, объясняется следующим.

В ходе поэтапного развития у личинок и мальков наблюдается синергетический эффект действия всех фракций белка, если они присутствуют в корме в оптимальном соотношении.

На ранних этапах личиночного и малькового периодов развития рыб, когда желудок сформирован не полностью, небольшое количество присутствующих свободных аминокислот и олигопептидов (1,6 и 3,3% соответственно) способствует росту рыб в

основном белковом субстрате – полипептидах с М.м. 1000-1300, благодаря которым быстро активируются эндопротеазы. Очень важно и наличие в комбикорме небольшого количества высокомолекулярных полипептидов (М.м. 1300-10000 дальтон) – 1,2% и НМБ – 7,6-9,9% . Молодь со сформированным желудком эффективно усваивает комбикорм с низким уровнем полипептидов, особенно мальки лососей р. *Salmo* и р. *Oncorhynchus*. Для этих рыб, очевидно, разработка стартовых комбикормов с использованием гидролизатов белка мало оправдана. Их молодь эволюционно приспособлена к усвоению сложных белковых соединений кормовых организмов (гаммарусы, хирономиды, насекомые и их имаго). Весьма важно отметить, что ферментолитат со средней глубиной гидролиза отчасти близок по составу фракций белковых соединений к кормовым организмам зоопланктона, где также много полипептидов с М.м. 1000-1300 дальтон. Этот способ составления рецептов стартовых комбикормов для молоди лососевых и осетровых рыб с применением гидролиза белка защищен патентами.

Контрольные вопросы

- 1 Опишите адаптивность рыб к высокобелковой пищи
2. От чего зависят размеры пищеварительного тракта рыб.
- 3 Как расходуется белок и энергия корма на прирост биомассы рыб?
- 4 Опишите развитие пищеварительной системы рыб.
- 5 В чем выражаются особенности белкового состава стартовых комбикормов?
6. Опишите влияние возраста на потребность рыб в белке. 7 Как температура воды может влиять на потребность рыб в протеине?

Практическая работа №2

Жиры, жирные кислоты, фосфолипиды в кормлении рыб.

Задание

1. Изучить теоретические материалы практической работы.
2. Определить необходимое количество липидов в составе рациона для разновозрастных групп осетровых, лососевых, сиговых рыб.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

Уровень жира в комбикормах для рыб колеблется от 6-8%, в зависимости от потребности организма рыб в различные периоды развития (личиночный, мальковый, взрослый). Иногда уровень жира в кормах доводят до 30%. Кормовой жир, получаемый при переработке рыбной продукции на промышленных предприятиях должен также иметь оптимальный состав липидов, в особенности фракции триацилглицеринов, которая служит источником полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК, полиеновые, высоконепредельные) и незаменимых жирных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты имеют от двух до шести и более двойных связей.

Насыщенные жирные кислоты синтезируются всеми живыми организмами, в то время как синтез ненасыщенных различен у разных организмов и зависит от присутствия ферментов – элонгаз и десатураз. Большинство животных, включая рыб, не способны синтезировать основные родительские ПНЖК – линолевую – 18:2 ω6 и линоленовую – 18:3 ω3. Первая цифра (18) обозначает число атомов углерода, вторая (2 и 3) – количество двойных связей. Символом ω6 (или n6) и ω3 (или n3) обозначается положение первой двойной связи в структуре молекулы жирной кислоты, считая от конца, где расположена

метильная группа. Эти кислоты являются абсолютно незаменимыми для животных и должны поступать с пищей.

Жиры водных беспозвоночных, рыб, водорослей содержат большое количество высоконепредельных длинноцепочных жирных кислот. Число атомов углерода в типичных жирных кислотах морских и пресноводных организмов колеблется в основном от C₁₄ до C₂₂, в то время как у наземных – преимущественно от C₁₄ до C₁₈ для растений и от C₁₄ до C₂₀ – для позвоночных животных.

В качестве полноценных источников являются липиды, выделенные из гидробионтов, обитающих в северных широтах Мирового океана (жир сельди иваси, мойвы, кальмара, криля и др.), поскольку ПНЖК линоленового ряда имеет весьма важное значение в обменных процессах организма при низкой температуре воды.

Из полиненасыщенных жирных кислот у наземных организмов наиболее распространена линолевая кислота, основную массу которой на земле создают растения. В организме животных, получивших ее с растительной пищей она может служить предшественником арахидоновой кислоты (20:4 ω₆). Значительно реже и преимущественно в очень малых количествах у наземных обитателей встречается представитель другого семейства жирных кислот – линоленовая кислота (18:3 ω₃).

У водных беспозвоночных, рыб, водорослей, напротив, основным является именно семейство линоленовой кислоты (ω₃), т.е. собственно линоленовая, а также ее производные – эйкозапентаеновая (20:5 ω₃) и докозагексаеновая (22:6 ω₃) кислоты. Эффективный синтез линоленовой кислоты осуществляют лишь некоторые группы микроводорослей. Именно они обеспечивают повсеместное распространение ω₃ кислот сред водных животных зоопланктона, зообентоса, откуда по трофическим цепям попадают в организм рыб, они же в физиологическом отношении являются наиболее ценными.

Основными формами ПНЖК ω₆ и ω₃ являются следующие:

Линолевая 18:2 ω₆

Арахидоновая 20:4 ω₆

Линоленовая 18:3 ω₃

Эйкозапентаеновая 20:5 ω₃

Докозагексаеновая 22:6 ω₃

Состав жирных кислот в прудовом зоопланктоне и теле молоди белорыбицы представлен в таблице 1, в кормовом жире сельди иваси в таблице 2.

Таблица 1. Состав жирных кислот зоопланктона и тела молоди белорыбицы, % от суммы жирных кислот

Жирные кислоты	Зоопланктон	Мальки белорыбицы
Насыщенные	25,2	26,5
Изокислоты	0,4	0,5
Моноеновые	38,4	34,2

Продолжение таблицы 20

Полиеновые	30,5	32,6
Диеновые	12,5	10,9
Триеновые	3,1	2,6
Тетраеновые	2,4	1,8
Пентаеновые	6,5	5,3
Гексаеновые	6,0	12,0
Σω ₉	39,1	35,1
Σω ₆	15,5	12,5

$\Sigma\omega 3$	12,6	15,5
$\omega 6/\omega 3$	0,1	0,8
$\omega 3/\omega 6$	0,8	1,2

Таблица 2. Состав жирных кислот кормового рыбьего жира, % от суммы жирных кислот

Жирные кислоты	Кормовой рыбий жир сельди иваси
14:0+16:0	17,2±5,6
18:0	18,2±3,6
18:1 $\omega 9$	10,8±2,5
18:2 $\omega 6$	4,7±0,8
18:3 $\omega 6$ (γ)	3,3±0,5
18:3 $\omega 3$ (α)	14,8±4,3
20:0	следы
20:4 $\omega 6$	7,5±1,2
20:4 $\omega 3$	следы
20:5 $\omega 3$	7,0±2,1
22:0	следы
22:4 $\omega 6$	следы
22:6 $\omega 3$	12,5±6,5
Ненасыщенные	60,6
$\Sigma\omega 9$	10,8
$\Sigma\omega 6$	15,5
$\Sigma\omega 3$	34,3
$\omega 6/\omega 3$	0,45
$\omega 3/\omega 6$	2,21

Кормовой жир различного происхождения (животного, растительного, микробиологического) отличается составом жирных кислот и оценивается суммарным уровнем незаменимых ПНЖК в комбикорме. Важное значение имеет не только общий уровень незаменимых ПНЖК, но и их соотношение. Недостаток и дисбаланс незаменимых жирных кислот в пище молоди лососевых вызывает серьезные физиологические нарушения, выражающиеся, например, в некрозе плавников.

Наиболее эффективная докозагексаеновая кислота (22:6 $\omega 3$), является продуктом предельного удлинения и десатурации линоленовой кислоты, которая способна при ее достаточном содержании в кормах устранить симптомы дефицита, что позволяет рассматривать ее в качестве единственной жирной кислоты незаменимой для лососей. Потребности радужной форели удовлетворяются при содержании в корме 0,5% линоленовой кислоты или 0,25% докозагексаеновой или в смеси с эйкозопентаеновой (20:5 $\omega 3$) в соотношении 1:1.

Установлено, что в комбикорме для лососевых рыб и форели количество ЖК типа $\omega 9$ должно составлять 0,1-0,8%, типа $\omega 6$ – 0,5-1,5%, типа $\omega 3$ – 2-3% (от сухого вещества).

В естественной пище осетровых рыб уровень ПНЖК $\omega 3$ достигает 20-26%, $\omega 6$ – 710% при соотношении $\omega 6/\omega 3$ равном 0,32-0,37. Общий уровень ПНЖК $\omega 3$ в полноценном продукционном комбикорме ОТ-7 (для товарных осетровых) составляет 2,25% (при замене 50% рыбьего жира на подсолнечное масло). Источником линоленовой жирной кислоты ($\omega 3$)

является льняное масло (очищенное), которое позволяет заменить 50% рыбьего жира в кормах для осетровых рыб и форели.

Некоторые зарубежные корма для осетровых и форели содержат более 18% жира. К таким рецептам и партиям следует относиться с осторожностью, поскольку чрезмерно высокое содержание жира в корме приводит к жировому перерождению печени и избытку антиоксиданта, который проявляет токсическое действие.

Водоросли и другие гидробионты способны осуществлять биосинтез ненасыщенных жирных кислот (рис. 1).

Наземные обитатели (растения) в основном продуцируют высокое количество (3060%) жирных кислот линолевого ряда, которые имеют низкую точку плавления. Поэтому кормовые жиры растительного происхождения (подсолнечное и другие) за редким исключением (льняное) содержат в основном линолевую – $\omega 6$, олеиновую – $\omega 9$ и ряд насыщенных жирных кислот. Для теплокровных животных эссенциальными ЖК являются кислоты олеинового ($\omega 9$) ряда.

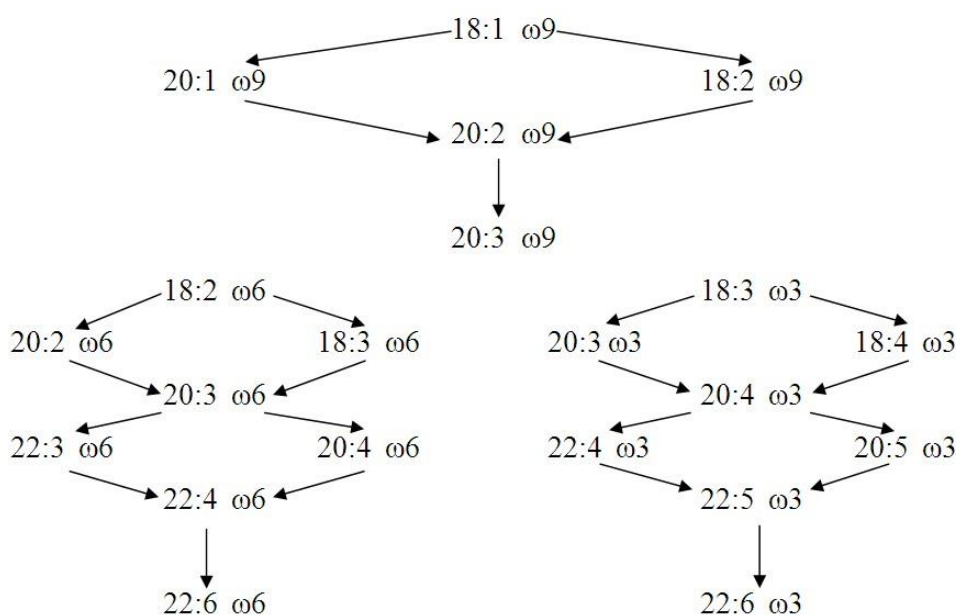


Рисунок 1. Схема синтеза жирных кислот

С увеличением температуры в пределах оптимума у рыб повышается интенсивность энергетического и пластического обмена; при этом скорость увеличения пластического обмена опережает скорость нарастания энергетического, поэтому при повышении температуры увеличивается потребность в белке и, в меньшей мере, в энергии. Если форель при повышении температуры с 12 до 16°C продолжает получать низкожировую диету, то у рыб возрастает расход белка на энергетические нужды, о чем свидетельствует увеличение экскреции азота в воду. Жир оказывает белоксберегающую роль, азот удерживается в организме – и скорость роста повышается. При снижении температуры повышенного содержания жира не требуется.

Преимущественное использование жира, а не углеводов, в качестве энергии у форели и лосося часто объясняют их хищническим типом питания и ограниченными возможностями утилизировать углеводы. Но и такие в основном мирные рыбы, как сиговые, обладают теми же свойствами. Общим для этих видов рыб является их низкая температура обитания. Они относятся к холодолюбивым видам, и именно этим

объясняется, что основными источниками энергии в кормах у этих рыб являются белки и жиры.

Для сравнения рассмотрим теплолюбивых рыб, среди которых также есть как мирные (каarp), так и хищники (канальный сом и др.).

В отличие от форели, карп может существовать поразительно долго (несколько месяцев) на рационах вообще без жиров и при этом лишь немного отставать в скорости роста. У форели в таких случаях довольно быстро возникает шоковое состояние.

Для карпа эффект от прибавления жира к рациону проявляется, только начиная с температуры 22°C и выше. Включение разных видов жира в корма карпа вызывает лишь небольшое (по сравнению с лососевыми) ускорение роста и часто не дает четкой корреляции с нарастанием массы. В условиях тепловодного рыбоводства для интенсивного роста карпа массой 40-350 г достаточно около 5% жира при уровне белка 30-35%. Для более крупного карпа оптимальный уровень жира в рационе, при том же содержании белка, составляет 6-7%.

В оптимальных для теплолюбивого канального сома температурных условиях (27-30°C) очень высокий темп роста обеспечивается при содержании жира до 10%.

В условиях высокой температуры источником энергии для теплолюбивых рыб служат углеводы, которые также проявляют белоксберегающую функцию. Обычно в состав рационов теплолюбивых рыб (как с хищным, так и мирным типом питания) вводят значительно больше растительных компонентов, чем для холодолюбивых.

Жиры достаточно легко окисляются при хранении кормов и становятся токсичными для рыб. Отравление лососевых рыб окисленными жирами вызывает снижение концентрации гемоглобина и количества эритроцитов при увеличении числа ювенальных форм, сокращение количества гликогена и увеличение уровня холестерина, а также побеление и цирроидное перерождение печени, дегенеративные изменения в почечных канальцах. Окисленные жиры кормов разрушают витамины и могут оказать канцерогенное действие, особенно у молоди лососевых рыб. Одним из внешних проявлений отравления рыб является побеление жабр. Характерно, что симптомы отравления окисленным жиром имеют много общего с симптомами комплексного авитаминоза. У карпа окислившиеся жиры вызывают симптом «усыхание спины», при котором наблюдаются деформация мышц, их разрушение, а также изменение морфологии клеток печени.

Для предотвращения окисления жиров в корм при его изготовлении добавляют антиокислители, среди которых наиболее широкое применение нашли сантохин, дилудин и ионол.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит количество жира в составе комбикормов для рыб?
2. Как распределяется соотношение жира и белка в кормах для рыб?
3. Что такое жирные кислоты? Какие жирные кислоты являются незаменимыми для рыб и их физиологическая роль?
4. Потребность рыб в незаменимых жирных кислотах.
5. Физиологическая роль фосфолипидов и триацилглицеридов.
6. Какое влияние оказывают жиры в кормах для личинок?
7. Назовите источники жира и незаменимых жирных кислот в кормах для рыб.

Практическая работа №3

Физиологическая потребность в углеводах у теплолюбивых и холодолюбивых рыб.

Задание

1. Изучить теоретические материалы практической работы.
2. Определить необходимое количество углеводов в составе рациона для разновозрастных групп осетровых, лососевых, сиговых рыб.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

Углеводы служат источником дешевой энергии. Расщепление углеводов в организме у лососевых рыб осуществляется с различной скоростью и в различной степени, а усвоение их колеблется в зависимости от их молекулярной массы. Низкомолекулярные сахара усваиваются лучше высокомолекулярных. Глюкоза усваивается на 100%, мальтоза – на 90%, сахароза – на 70%, лактоза – на 60% , сырой крахмал – на 40%, клетчатка совсем не усваивается. Принято считать, что углеводы, содержащиеся в кормах, усваиваются в среднем на 60% и 1 г их дает 1,6 ккал доступной энергии.

За счет низкого продуцирования инсулина углеводный обмен у лососевых и осетровых рыб носит характер диабетического, и если рыбы долгое время получают пищу, богатую углеводами, у них развивается симптом перегрузки печени гликогеном. При этом возрастает гепатосоматический индекс (отношение массы печени к массе тела) до 4-5%, побеление печени и почек, водянка брюшной полости, повышенная смертностью. Предполагается, что уровень перевариваемых углеводов в корме не должен превышать 912%. Учитывая среднюю перевариваемость углеводов на уровне 40%, относительное содержание их в рационе лососевых рыб не должно превышать 25-30%, причем в корме для молоди их должно быть меньше, чем для взрослой рыбы.

Природная пища рыб не богата углеводами, и большинство из них не приспособлены к высокому содержанию их в рационе. Энергетические потребности покрываются в основном за счет белка и липидов. Определенное количество углеводов пищи рыбы могут утилизировать, но эта способность неодинакова у разных видов. Углеводы, исходя из питательной ценности, делят на две большие группы: трудно- и легкогидролизуемые соединения.

К первой группе относятся углеводы, входящие в состав клеточных оболочек растений и тканей животных и выполняющие защитную и опорную функции. Это различные сложные комплексы, содержащие поли- и гетеросахариды, среди которых у растений основным соединением является клетчатка, у животных (насекомых и ракообразных) – хитин. Подавляющее большинство животных не имеют собственных ферментов, расщепляющих жесткие структуры клетчатки. Ее расщепление осуществляется ферментами микрофлоры, населяющей пищеварительный тракт животного, что особенно выражено у жвачных.

В группу легкогидролизуемых углеводов входят вещества, содержащиеся преимущественно внутри клеток. Это различные сахара, а также полисахариды: крахмал у растений и гликоген у животных. Конечные продукты этих углеводов – моносахариды – делят на две подгруппы в зависимости от числа атомов углерода в молекуле: пентозы (арабиноза, ксилоза, рибоза) и гексозы (глюкозы, галактоза, манноза, фруктоза). Основная роль в углеводном обмене рыб принадлежит глюкозе. Все поступившие в организм сахара гидролизуются в кишечнике до моносахаридов и кровью доставляются в печень, где превращаются в глюкозу или частично откладываются в ней и других тканях в виде

гликогена. Глюкоза и гликоген легко подвергаются распаду в тканях с освобождением энергии.

Степень перевариваемости углеводов у рыб зависит от их строения. Простые сахара – моносахариды (глюкоза, галактоза и др.) – усваиваются у форели, гольца, карпа, белого осетра и других рыб до 99%. Для дисахаридов (сахарозы и фруктозы) этот показатель варьирует у разных видов в пределах 52-73%, лактоза усваивается форелью на 60%, осетрами на 36%. Полисахариды расщепляются и всасываются слабее сахаров.

Крахмал, являясь запасным веществом, составляет часто основную массу углеводов растительных компонентов, и от интенсивности его расщепления и всасывания сильно зависит степень использования этих ингредиентов в кормах. Перевариваемость крахмала может сильно варьировать; например, у белого осетра перевариваемость крахмала не превышает 36%, у форели утилизации картофельного крахмала не превышает 5%, в то время как пшеничного достигает 60%, при обработке его высокой температурой (110-120°C) повышается до 86-90%, а при экструзии – до 96%.

Клетчатка, в частности ее основной полисахарид – целлюлоза, расщепляется у рыб только в присутствии микрофлоры. В кишечнике растительных рыб (белый амур) обнаружены специфические виды микроорганизмов – *Bacillus aurantius*, - интенсивно разлагающих клетчатку. Бактерии, обитающие на поверхности растений и детрита, выявлены в кишечниках карпа и линя. Наибольшее количество микроорганизмов обнаружено в кишечниках рыб, обитающих при высокой температуре.

Карп, особенно при выращивании на теплых водах, постоянно использует углеводы пищи в качестве источников энергии и откладывает их избыток в виде резервных липидов. Многократно отмечалось активное жиронакопление в теле (в том числе в гепатопанкреасе) карпов, выращиваемых на растительных кормах при температуре 25-30°C и выше. Темп роста карпа на этих кормах был низким, но аккумуляция жира в теле всегда высокая.

О температурной зависимости превращения углеводов в жиры свидетельствуют колебания в связи с сезонными изменениями температуры. В зимнее время на теплых водах при температуре 8-10°C содержание полостного жира у карпа незначительно на всех рационах, включая растительные, а с повышением температуры его количество на углеводных кормах резко возрастает. Высокая температура способствует лучшей утилизации углеводов и превращения их избытка в липиды, а при падении температуры эта способность ослабевает.

При расчете отношения количества отложенного жира в теле рыб к количеству потребленного с кормом (коэффициент О/П) была установлена его зависимость от массы рыбы: у карпа массой до 200 г этот коэффициент незначительно превышает единицу, для рыб массой 200-600 г он достигает 1,5, а для рыб массой 900 г – 3. У форели и сиговых это отношение возрастает, как и у карпа, с увеличением массы рыбы, однако его величина всегда менее 1. При снижении углеводов в корме коэффициент О/П уменьшается.

Ограниченность утилизации углеводов у форели обычно объясняют ее хищническим характером питания в природе. Но, как видим, и мирные сиговые рыбы – планктонофаги, бентофаги – так же плохо утилизируют углеводы. В то время как хищные канальные сомы и угри отличаются высокой степенью утилизации углеводов и использования их в качестве источников энергии. Однако при чрезмерном обогащении кормов углеводами у карпа, угря и канального сома отмечено избыточное накопление гликогена в печени и поджелудочной железе, угнетение роста, повышение общей жирности тела при снижении доли нейтральных жиров.

Таким образом, температурный фактор определяет изменения в характере обмена углеводов и жиров у рыб. При температуре выше 10-15°C углеводы пищи хорошо усваиваются и утилизируются, принимая участие в энергетическом обмене, а избыточное

их количество трансформируется в липиды и аккумулируется в тканях, в том числе в печени. При более низкой температуре особую значимость в энергетическом обмене у рыб приобретают белки, из которых путем глюконеогенеза образуется гликоген. Процесс этот достаточно активен, о чем свидетельствует накопление гликогена в печени, но превращение его в липиды при низкой температуре тормозится.

Высокая температура создает условия теплолюбивым рыбам для более эффективного усвоения углеводов, в отличие от форели, сига, лосося для которых верхняя граница температурного оптимума не превышает 12-16°C. Даже длительное потребление большого количества углеводов с кормом не вызывает адаптации в них у тих видов.

Избыточное количество крахмала в рационах лососевых повышает уровень сахара в крови. При этом ускоряется прохождение пищи по короткому пищеварительному тракту, что негативно отражается на всасывании питательных веществ. Ранее это объясняли слабой секрецией инсулина и как следствие неспособностью регулировать уровень глюкозы в крови, а также отсутствием у лососевых рыб фермента глюкокиназы. Впоследствии эта гипотеза была опровергнута. Наряду с обнаружением ферментов, катализирующих превращение углеводов в печени, было доказано, что способность форели переваривать и усваивать полисахариды зависит от степени их разрушения: подвергнутый сильной декстринизации крахмал хорошо переваривают все виды рыб.

Максимальное содержание углеводов в стартовых комбикормах для молоди лососевых рыб составляет 20-25%, в продукционных для взрослых особей – 30-35% (клетчатки не более 5-6%). В кормах для карпа и канального сомика допускается большое количество углеводов. Перевариваемость гидролизующих углеводов карпом колеблется от 17 до 84%, причем лучше всего перевариваются углеводы злаковых. Комплекс сырой клетчатки лососевыми рыбами практически не переваривается, тогда как перевариваемость клетчатки жмыхов и шротов карпом за счет микрофлоры составляет 26-52%.

Контрольные вопросы

1. Физиологическая роль углеводов.
2. Как осуществляется перевариваемость углеводов у различных видов рыб?
3. Опишите влияние углеводов на темп роста рыб?
4. Как углеводы трансформируются в жиры в организме рыб (механизм)?
5. Опишите источники углеводов в кормах для рыб.

Практическая работа №4

Каротиноиды, минеральные вещества, витамины в кормах рыб разного возраста, вида и в зависимости от условий выращивания.

Задание

1. Изучить теоретические материалы практической работы.
2. Оценить необходимость использования в составе комбикормов отдельных видов осетровых, лососевых и сиговых биологически-активных веществ.
3. Ответить на контрольные вопросы.

1. Каротиноидные препараты в кормах

Каротиноиды представляют многочисленную и широко распространенную в природе группу пигментов. Они входят в состав клеток микроорганизмов, водорослей и высших растений, а также клеток животных и человека. Основной функцией каротиноидных пигментов является участие в свободнорадикальном окислении в качестве регулятора. Особую роль каротиноиды играют в питании рыб. Они участвуют в пигментации и размножении, дыхании, обеспечивают организм ретинолом.

Использование каротиноидных препаратов в составе комбикормов затруднено в связи с ограниченностью их источников. До недавнего времени при производстве комбикормов для рыб использовали единственный препарат КПМК (кормовой препарат микробиологического каротина), содержащий до 0,5% β -каротина. В настоящее время наиболее доступным для использования в аквакультуре являются импортные препараты атаксантина (Карофилл Пинк) и кантоксантина (Роксантин, Карофилл Ред), кормовой препарат микробиологического каротина, капсантал и его аналоги.

Перспективным источником каротиноидов являются беспозвоночные гидробионты. Так содержание каротиноидов в теле мидий достигает 249 мкг/г сырой массы: из них 156 мкг/г ксантофиллов и 93 мкг/г каротинов. В муке из ракообразных (крабы, криль, раки, креветки) содержится 76-200 мг/кг атаксантина.

Следует отметить, что введение каротиноидных пигментов в корма для форели придает мясу насыщенный цвет, улучшает физиологическое состояние рыб, жизнеспособность икры.

2. Витамины, минеральные вещества в кормах

В последние годы в аквакультуре роль витаминов существенно возросла. Витамины не являются источником энергии, но могут входить в состав клеточных образований и служат материалом и катализатором для их синтеза. При недостатке витаминов у гидробионтов формируются патологии алиментарного характера, что приводит к появлению различных заболеваний.

По физическим свойствам витамины подразделяют на жирорастворимые и водорастворимые.

3. Жирорастворимые витамины

К ним относят витамины А, D, Е и К.

Ретинол (витамин А) принимает участие в обмене белков и минеральных веществ. Регулирует обмен веществ, обеспечивает функциональное состояние эпителиальных тканей. Отсутствие ретинола в пище тормозит рост рыб.

Для обеспечения комбикормов витамином А используют несколько препаратов - масляный раствор ретинола (в 1 мл от 300 до 500 тыс. ИЕ витамина А), жидкий концентрат ретинола (в 1 мл от 100 до 250 тыс. ИЕ витамина А), рыбий жир, аквитал-хиноин (в 1 г 20 тыс. ИЕ витамина А). Однако эффективнее применять сухие стабилизированные препараты, приготовленные на желатине, крахмале и сахаре. За рубежом широко освоено производство сухих препаратов ретинола с содержанием в 1 г от 5 до 500 тыс. ИЕ. Эти препараты представляют собой сыпучий порошок желто - коричневого цвета с размером частиц 100 - 400 мкм со сроком годности 1 год. Производятся сухие стабилизированные препараты витамина А с концентрацией в 1 г 6 тыс. ИЕ.

Витамин D (кальциферол) – один из немногих витаминов, который не вырабатывается растениями и не содержится в растительных продуктах. Он необходим для индукции синтеза кальцийсвязывающего белка, активации обмена скелетного кальция, стимуляции всасывания кальция в пищеварительном тракте. Дефицит витамина D вызывает патологические изменения в мышечной и костной тканях.

Источниками витамина D являются рыбий жир, дрожжи, масляный и спиртовой растворы эргокальциферола (соответственно 10-100 тыс. ИЕ и 200 тыс. ИЕ в 1 мл). Наиболее эффективен искусственно получаемый комплекс синтетического холекальциферола с казеином - видеин D₃, стабилизированный бутилокситолуолом и представляющий собой порошкообразное вещество разного гранулометрического состава желтого цвета. Содержание холекальциферола в видеине D₃ составляет до 225 тыс. ИЕ в 1 г. Эффективность препарата существенно зависит от величины его частиц. Максимальной

биологической активностью обладает препарат с частицами размером не более 50 мкм. Комбинированным водорастворимым препаратом, состоящим из витаминов А и D, является дафасол. Его выпускают в капсулах с содержанием в каждой 500 тыс. ИЕ ретинола и 250 тыс. ИЕ холекальциферола.

Витамин Е (токоферол) обладает весьма широким действием в организме рыб. Он обеспечивает нормальную деятельность репродуктивных органов, а также нервной и мышечной тканей, способствует нормальному развитию эмбрионов, улучшает использование в организме других жирорастворимых витаминов. При его недостатке у рыб наблюдают мышечную дистрофию в виде дегенерации скелетных и сердечной мышц, ожирение и некроз печени.

Витаминной промышленностью выпускается несколько препаратов витамина Е. Токоферол представляет собой маслянистую жидкость, растворимую в жирах и органических растворителях, содержащую 98 % α -токоферола. Масляный концентрат витамина Е выпускается с концентрацией 3 мг токоферола в 1 мл. Спиртово-сахарный концентрат витамина Е производится концентрацией 1 мг/мл. Сухой концентрат витамина Е представляет собой сыпучий порошок от светло-желтого до желто-коричневого цвета с размером частиц от 0,1 до 0,4 мм. Препараты токоферола следует хранить в темноте, так как витамин быстро разрушается под действием света.

Витамин К (филохинон и менахинон) объединяет группу витаминов, природные его соединения в практике обычно не используются. Эти витамины повышают свертываемость крови, участвуют в образовании протромбина, стимулируют образование фибриногена и способствуют регенерации тканей. У рыб недостаток витамина К приводит к снижению свертываемости крови.

Витамин К в чистом виде не используется. Широко распространен викасол - бисульфитное производное метилнафтихинона, представляющий собой мелкокристаллический порошок горького вкуса, растворимый в воде. По активности викасол в 2 раза превосходит естественный витамин К. За рубежом часто применяют менадион - бисульфит натрия с содержанием 99 % действующего начала. Высокой витаминной активностью обладает также синтетический препарат синковит. **4.**

Водорастворимые витамины

К водорастворимым витаминам, которые необходимы для нормального роста и развития рыб, относят витамины группы В, а также С и Н.

Тиамин (витамин В₁) входит в состав ферментов, необходимых для осуществления процессов декарбоксилирования. Тиамин участвует в регулировании углеводного обмена, поддерживает работу нервной системы. У рыб, страдающих недостатком В₁, наблюдается нарушение равновесия, снижение потребления корма. Большое количество тиамина содержат кормовые дрожжи.

Синтетические препараты витамина В₁ являются тиамингидрохлорид, тиамингидробромид и тиаминмононитрат. Они термически устойчивы, трудно разрушаются под действием света и кислорода, однако быстро теряют активность в щелочной среде и под воздействием сильных окислителей.

Рибофлавин (витамин В₂) осуществляет реакции дегидрирования, входит в состав ферментов, которые влияют на обмен белка, некоторых витаминов (В₃, В₄, В₆, оротовой кислоты). В₂ участвует в углеводном обмене. Способствует образованию гликогена в печени. Связан с белковым обменом, поддерживает нормальную функцию половых желез и нервной системы.

Пастообразные корма, составленные из свежих рыбных, мясных продуктов содержат достаточно много рибофлавина.

Препарат витамина В₂ (рибофлавин) представляет собой оранжево - желтый кристаллический порошок горького вкуса, плохо растворимый в воде, устойчивый к повышению температуры, однако легко разрушающийся на свету.

Пантотеновая кислота (витамин В₃) имеет большое значение в клеточном обмене. Это незаменимая составная часть кофермента А, который играет важную роль в белковом, углеводном, липидном обмене, участвует в синтезе ацетилхолина и стероидных гормонов. Как правило, используют не пантотеновую кислоту, а ее соли – пантотенат кальция и натрия, представляющие собой белый аморфный или кристаллический порошок горько-сладкого вкуса без запаха.

Пантотенат кальция теряет активность под действием кислот, щелочей, а также при сильном нагревании. Поэтому к нему обычно добавляют небольшое количество хлорида кальция.

Холин (витамин В₄) Необходим организму для осуществления жирового обмена. Холин входит в клеточные структуры как составная часть фосфолипидов. Основное значение этого витамина состоит в его липотропном действии, он служит для образования ацетилхолина, способствует синтезу в организме некоторых аминокислот.

Холин производят в виде хлористоводородной соли, которую выпускают в кристаллическом и жидком состоянии с концентрацией 50 - 70 %. Холин - хлорид очень гигроскопичен, обладает своеобразным запахом и горьким вкусом. Он устойчив к нагреванию, но подвержен действию ультрафиолетовых лучей. Срок его годности - 2 года в закрытой упаковке. За рубежом хлорид - холин выпускают в виде порошка, содержащего 25 % действующего начала.

Никотиновая кислота (витамин В₅, РР) входит в состав коферментов, поддерживающих тканевое дыхание. Участвует в углеводном, белковом и жировом обмене.

Никотиновую кислоту выпускают в виде белого кристаллического порошка слабокислого вкуса, без запаха. Она обладает небольшой устойчивостью к внешним факторам - температуре, кислороду, свету. Препарат должен быть очищен от нитросоединений селена и их производных.

Пиридоксин (витамин В₆) участвует в белковом обмене, в частности, в переаминировании, декарбоксилировании и метилировании аминокислот. Участвует в обмене триптофана, метионина, цистина. Принимает участие в углеводном и жировом обмене, улучшает использование незаменимых жирных кислот. Витамин В₆ выпускается промышленностью в виде пиридоксина - гидрохлорида. Этот кристаллический порошок белого цвета, без запаха горько - соленого вкуса. Препарат устойчив к повышенной температуре, действию кислот и щелочей, но быстро разрушается на свету. В последние годы в нашей стране синтезирован триинолеат, сочетающий полезные свойства витамина В₆ и линолевой кислоты.

Цианкобаламин (витамин В₁₂) вместе с фолиевой кислотой участвует в синтезе гемоглобина, а совместно с холином и метионином обладает липотропным действием. В₁₂ принимает участие в синтезе нуклеиновых кислот, в обмене жира, углеводов, аминокислот. Недостаток в комбикормах вызывает замедление роста, снижает потребление пищи, содержание гемоглобина в крови и оказывает разрушающее действие на эритроциты. В качестве источника витамина В₁₂ используют как собственно цианкобаламин (кристаллы темно - красного цвета, без вкуса и запаха), так и его концентраты, главным образом КМБ - 12. Этот порошок коричневого цвета, кислый на вкус со специфическим запахом, содержащий не менее 100 мг/кг витамина В₁₂. Срок хранения - до 1 года. Цианкобаламин быстро теряет активность на свету. Известны другие источники витамина В₁₂, например

кормовой биомидин, биовит - 20, - 40 и -80, пропионово-ацидофильная бульонная культура, пропомецилин, активный ил.

Аскорбиновая кислота (витамин С) участвует в окислительно-восстановительных процессах, в превращении нуклеиновых кислот, в синтезе стероидных гормонов, образовании коллагена, влияет на обмен серы, на уровень и накопление пировиноградной кислоты, инактивирует яды и токсины, обладает антиоксидантным действием. Аскорбиновая кислота быстро разрушается на свету, легко окисляется в водном растворе и при повышенной температуре. В настоящее время имеются промышленные термоустойчивые формы (фосфатные и сульфатные) витамина С, которые весьма эффективны в кормах и премиксах для рыб.

Биотин (витамин Н) входит в состав ферментов, участвующих в карбоксилировании, синтезе жирных кислот и некоторых белков. Современные комбикорма содержат много биотина, однако в связи с его низкой доступностью в кормосмесь следует вводить синтетические препараты биотина.

Фолиевая кислота (витамин В_с) участвует в синтезе и обмене холина, катализирует синтез аминокислот, стимулирует синтез гемоглобина, влияет на использование витамина В₁₂. Ее дефицит замедляет рост рыб, увеличивает их смертность. Фолиевая кислота особенно необходима для развития эмбрионов и молоди.

В некоторых случаях кроме перечисленных витаминов в состав комбикормов вводят витаминоподобные вещества фитин, рутин, оротовую кислоту.

Минеральное питание рыб составляет неотъемлемую часть общего питания. Однако обмен минеральных веществ в организме рыб изучен еще недостаточно. По современным представлениям рыбы нуждаются в тех же минеральных элементах, что и высшие позвоночные животные. Установлено, что для нормального развития рыбам требуется кальций, фосфор, магний, калий, натрий, сера, хлор, железо, медь, йод, марганец, кобальт, цинк, молибден, селен, хром, олово

Так, фосфор связывает в организме воедино процессы белкового, углеводного, липидного, минерального и энергетического обменов. Рост мальков и сеголеток рыб прямо зависит от содержания кальция в воде. С недостатком этого элемента связана невысокая оплодотворяемость икры рыб, замедленная минерализация скелета личинок, а также плохая усвояемость ими питательных веществ из корма.

Важным питательным минералом является магний. Он необходим для деятельности рибосом, трипсина и липаз, а также для нормального протекания обмена нуклеиновых кислот и нуклеотидов в клетках. Калий участвует в поддержании кислотно-щелочного равновесия и осмотического давления, а также в метаболических процессах, происходящих в клетке. Он имеет непосредственное отношение к процессу синтеза белков.

Натрий и хлор связаны в процессах обмена веществ. Основное значение натрия - это поддержание осмотического давления внеклеточной жидкости. Хлор, являясь наиболее важным анионом водной фазы организма, так же как и натрий, участвует в поддержании осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия. Основными симптомами дефицита натрия у животных являются потеря аппетита, истощение, торможение роста. Кроме того, ухудшается использование протеина корма, нарушаются процессы воспроизводительной функции.

Кроме макроэлементов, для нормальной жизнедеятельности организма необходимы и микроэлементы. Известно, что только некоторые из этих элементов, такие как железо, медь, марганец, йод и др., являются незаменимыми. Обогащение кормов микроэлементами увеличивает индивидуальный прирост и устойчивость рыб к неблагоприятным факторам среды обитания.

Дополнительным источником некоторых макро- и микроэлементов могут служить цеолиты. Кроме того, они улучшают использование питательных веществ корма и способствуют выведению из организма вредных веществ. Цеолиты представляют собой кристаллические пористые алюмосиликаты с частицами размером от 0,5 до 3 мм в диаметре со стеклянным или перламутровым блеском. Они могут адсорбировать водорастворимые биологически активные вещества, тем самым повышают их активность и стабильность. В результате улучшается перевариваемость и усваиваемость питательных веществ корма. Цеолиты обладают способностью снижать токсичность корма и выводить из организма радионуклиды и другие вредные вещества.

Хитин является структурным компонентом панциря ракообразных и используется для получения нетоксичного биополимера хитозана. Свободные первичные аминогруппы хитозана придают ему поликатионные, хелатирующие свойства, а также способность растворяться в разбавленных кислотах. Хитин и его производное – хитозан обладают уникальными и полезными свойствами. Хитозан используют в гранулированных рыбных кормов, в качестве стабилизатора и коагулятора. Кроме того, ряд выполненных исследований свидетельствует о том, что хитозан обладает антибактериальными свойствами и может использоваться в качестве бактерицидного препарата для лечения заболеваний, вызванных бактериями и продуктами их жизнедеятельности, а также способен останавливать рост болезнетворных видов плесени, что позволит использовать в кормопроизводстве большое количество зернового сырья, по тем или иным причинам зараженного плесневыми грибами.

Мука из крабов – порошок розового цвета, сыпучий, неоднородный, представляющий собой смесь органических компонентов разной плотности (частиц мягкой органики и крабового панциря), с характерным крабовым запахом без признаков окисления жира. Энергетическая ценность продукта составляет 10,3 МДж/кг. В муке из крабов содержится значительное количество каротиноидных пигментов – астаксантина, кантаксантина, астацина, бета – каротина, общее количество которых около 4000 мг%. Каротиноиды дают толчок в росте и улучшают рыбоводно-биологические и физиологические показатели.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняют каротиноиды в организме рыб?
2. Опишите естественные источники каротиноидов в кормах для рыб?
3. От чего зависит использование каротиноидных препаратов в кормах для рыб?
4. Влияние каротиноидов на рост и физиологическое состояние рыб.

Практическая работа № 5

Комбикорма, премиксы, профилактические и лечебные добавки.

Задание

1. Изучить теоретические материалы практической работы.
2. Ответить на контрольные вопросы.

При производстве комбикормов для рыб, как правило, используют не отдельные витамины, а поливитаминные и поливитаминно-минеральные премиксы, представляющие собой смесь витаминов и наполнителя. В отдельных случаях премиксы содержат и минеральные элементы.

Премиксы обладают широким спектром действия и способствуют улучшению физиологического состояния рыбы, повышению темпа роста, выживаемости,

сопротивляемости инфекционным и паразитарным заболеваниям, нормальной деятельности нервной, пищеварительной, кровеносной и репродуктивной систем, предотвращают расстройства воспроизводительной системы рыбы в процессе полового созревания.

Премиксы классифицируют по составу входящих в них компонентов или по их назначению.

По назначению премиксы делят на продуктивные, профилактические, лечебные.

Продуктивные премиксы входят в состав комбикормов и балансируют их по витаминно-минеральному составу. Такие премиксы содержат вещества, улучшающие состояние здоровья и укрепляющие иммунную систему организма.

Профилактические премиксы предназначены для временного использования в комбикормах с целью профилактики заболеваний.

В *лечебных премиксах* содержатся препараты для лечения заболеваний.

По входящим в состав компонентов различают комплексные или универсальные премиксы, минеральные, аминокислотные, витаминные, витаминно-аминокислотные и другие. В нашей стране чаще всего используют универсальные премиксы, содержащие профилактические дозировки.

В состав премиксов как правило входят следующие компоненты: наполнитель (продукт, который удерживает и растворяет активные вещества); витамины; минеральные вещества, макроэлементы, микроэлементы; ферментные препараты; кормовые антибиотики; аминокислоты; вспомогательные вещества – антиоксиданты, консерванты, ароматизаторы.

Эффективность премикса зависит от наполнителя, к которому предъявляются определенные требования. Так он должен иметь нейтральную pH (5,5-7,5), быть совместим с микроингредиентами, обладать хорошей сыпучестью и неслеживаемостью, иметь небольшой размер частиц с шероховатой поверхностью, которые не должны образовывать пыли. Влажность наполнителя не должна превышать 10 %. По отношению к микроингредиентам наполнитель должен иметь противоположный заряд в расчете на его способность удерживать на своей поверхности биологически активные вещества. Удельный вес должен быть близок к удельному весу веществ, составляющих смесь.

Наполнители обычно подразделяют на три категории: защитные, нейтральные и вредные. Защитные наполнители содержат определенное количество естественных антиоксидантов (лецитин, токоферол). К ним относятся зародыши пшеницы, овсяная мука, не отжатые семена масличных культур. Нейтральные наполнители, к которым относятся пшеничные отруби, кормовые дрожжи, жмыхи, шроты, мука злаковых, костная мука, не оказывают ни защитного, ни вредного действия. К вредным наполнителям относятся вещества богатые протеином: рыбная и мясокостная мука, продукты молочного производства. Обычно в качестве наполнителей используют отруби, шроты, кукурузную, пшеничную и травяную муку, дрожжи, муку из водорослей. Некоторые производители выпускают премиксы на минеральном наполнителе без использования отрубей, шротов и др.

В последнее время применяются *составные наполнители* – смесь отрубей, известняка, растительного масла. Компоненты животного происхождения (мука рыбная, мясная, мясокостная) в качестве наполнителя используют крайне редко, что объясняется нестабильностью находящихся в них жиров и высоким содержанием белка.

Биологически-активные вещества, вводимые в премиксы, должны быть устойчивы к наполнителю и обладать химической совместимостью. Так, например, соли

микроэлементов могут вступать в реакцию с витаминами и разрушать их. Поэтому несовместимые добавки вводят в защитной или стабилизированной форме.

Для эффективного выращивания молоди различных видов в кормах, наряду с витаминными, должны присутствовать и минеральные премиксы. Минеральные премиксы, введенные в состав корма, улучшают его продукционные свойства. Количество минеральных элементов, которое необходимо дать в виде добавок в комбикорма, определяют на основании потребности в них рыбы. Обычно количество минерального премикса или добавки составляет от 0,5 до 4 % массы сухого корма и зависит от рецепта премикса, содержания в нем элементов, состава корма, вида рыб. Доза премикса, предназначенная для максимального роста рыб, может быть иной, чем для лечебно-профилактических целей. При низкой усвояемости элемента из корма и воды содержание его в премиксе должно быть выше, при высокой - ниже.

Чаще всего в составе минеральных премиксов используют фосфаты, сульфаты, карбонаты, реже - хлориды и соли неорганических кислот (цитраты, лактаты, ацетаты), еще реже - окислы металлов.

Обычно минеральные премиксы или добавки выпускают в рассыпном виде, часто с наполнителем, а также в форме таблеток, микрокапсул, жидкостей. В качестве наполнителя для минеральных премиксов чаще всего используются мел, соль, фосфаты (третичные, так как первичные и вторичные гигроскопичны), костная мука, отруби. Некоторые зарубежные фирмы в качестве связующего вещества для минеральных премиксов используют отходы целлюлозно-бумажной промышленности, в частности лигносульфанаты.

Разработан ряд премиксов, которые используют при производстве стартовых и продукционных комбикормов для различных видов рыб. Так для выращивания форели и лососевых рыб разработаны премиксы ПФ-1М, ПФ-1В, ПФ-1ВМ, ПФ-3В. Для осетровых рыб созданы витаминные премиксы серии ПО и витаминно-минеральные премиксы ВМП-ПО. Кроме того существуют премиксы для карповых рыб, канального сома, угря и других видов.

Лечебные и профилактические добавки в комбикорма

Некоторые **антибиотики** являются необходимыми биологически-активными веществами естественного происхождения. Эффективность действия антибиотиков зависит от вида, возраста, физиологического состояния рыбы. Термическая обработка искусственных комбикормов снижает их антибиотическую активность, что приводит к нарушению равновесия в составе кишечной микрофлоры организма с появлением патогенных микроорганизмов. Как правило, в комбикорма добавляют не чистые антибиотики, а их кормовые препараты.

Амоксицилин тригидрат – беталактамовый антибиотик, который используется при бактериальных заболеваниях рыб. Его дают с кормом в дозе 40-80 мг/кг массы рыб в течение 10 дней.

Антибак – новый препарат широкого спектра действия. Используется при аэромонозе, вибриозе, псевдомонозе и других заболеваниях. Его вводят в корм в дозах 0,5 г/кг или 1 г/кг в зависимости от заболевания и формы выпуска препарата.

Биовит – биомициново-витаминный комплекс, кроме антибиотика хлортетрациклина содержит витамин В₁₂. Используют с кормом при бактериальных заболеваниях рыб.

Фуракарп – лечебный комбикорм с 1%-ным содержанием фуразолидона. Фуракарп смешивают с обычным комбикормом и проводят кормление рыбы в течение 10 дней (по 5 дней с перерывом между ними 2 дня).

Кроме того, для лечения бактериальных заболеваний применяют фурадонин, фуразолидон, фуртин, сульгин, сульфадiazин-триметоприм и другие препараты. В настоящее время **гормональные препараты** еще не нашли широкого применения при кормлении рыбы, однако они представляют несомненный интерес.

Ферментные препараты являются высокоактивными катализаторами различных биохимических процессов протекающих в организме. В промышленности выпускают ферментные препараты животного, растительного и микробного происхождения. По объему и ассортименту среди представленных на рынке ферментных препаратов наиболее распространены препараты, полученные путем микробиологического синтеза. Технология их производства заключается в культивировании специально отобранных штаммов микроорганизмов, являющимися активными продуцентами ферментов, с последующим выделением препаратов. Название каждого ферментного препарата складывается из названия основного фермента и видового названия микроорганизма – продуцента. Окончание названия фермента во всех случаях “ин”. Индекс П имеют препараты полученные при поверхностном способе культивирования, Г – при глубинном. Содержание фермента в препарате обозначается буквой х и числом, соответствующим кратности очистки.

В технических и даже очищенных ферментных препаратах кроме основных ферментов содержатся и другие. Для обогащения кормов рыб иногда используются как очищенные, так и неочищенные ферментные препараты.

Протосубтилин ГЗх представляет собой порошок из высушенной на распылительной сушилке культуральной жидкости, в которой проводилось культивирование *Bacillus subtilis*. Препарат представляет собой гигроскопичный однородный порошок светло-бежевого цвета, растворимый в воде. Протосубтилин ГЗх содержит в своем составе комплекс ферментов (нейтральные и щелочные протеиназы, альфа-амилазу, бета-глюканазу, ксиланазу и целлюлазу), поваренную соль, мел химически осажденный, кукурузную муку. Выпускают с протеолитической активностью 70 ед/г (по согласованию с потребителем препарат изготавливается с более высокой протеолитической активностью).

Амилосубтилин ГЗх представляет собой порошок, полученный высушиванием на распылительной сушилке культуральной жидкости, в которой проводилось глубинное культивирование *Bacillus subtilis* специально подобранного штамма. Этот препарат представляет собой однородный гигроскопичный порошок светло-бежевого или светлосерого цвета, растворимый в воде. В своем составе он содержит ферменты (альфа-амилазу, нейтральные и слабощелочные протеиназы, бета-глюканазу, целлюлазу, ксиланазу), остатки питательной среды, мел, поваренную соль, кукурузную муку. Использование амилосубтилина в составе кормов повышает их переваримость. Общий эффект действия этого препарата связан с комплексным воздействием входящих в его состав ферментов: бета-глюканазы, ксиланазы и целлюлазы, которые катализируют расщепление трудноусваиваемых полисахаридов растительных компонентов (пшеницы, ржи и ячменя). Амилосубтилин ГЗх выпускается с амилитической активностью 600 ед/г и 1000 ед/г. *Пектаваморин П10х* – очищенный ферментный препарат, получаемый осаждением этиловым спиртом диффузионных вытяжек из поверхностей культуры плесневого гриба *Asperigillus awamory* (штамм 22) на свекольном жоме и пшеничных отрубях. Препарат содержит полигалактуроназу, пектинэстеразу, кислую протеазу, гемилцеллюлазу и незначительное количество окислительных ферментов. Активность стандартного препарата: пектолитическая способность $9,0 \pm 0,9$ ед./г по энтерферометрическому методу. Оптимальные условия препарата: pH 3,5-4,5; температура 37-40°C.

Ксиланаза (*Xilanaza*) ферментный препарат, способствующий расщеплению ксиланов, а также структурных компонентов клеточной стенки растений. Препарат получают методом глубинного культивирования продуцента *Trichoderma viride* на специально разработанной среде. Представляет собой мелкий порошок, хорошо растворимый в воде. Препарат повышает перевариваемость трудногидролизуемых компонентов зерна (пентазы, бета глюканы). Использование ксиланазы в составе препарата способствует снижению себестоимости комбикормов за счет использования более дешевого зернового сырья (подсолнечного жмыха или шрота, отрубей).

Пробиотики применяются с целью повышения продуктивности индустриального и прудового рыбоводства, в которых особое место отводится профилактике болезней и лечению рыб. Пробиотики в современном понимании - вещества микробного и немикробного происхождения, оказывающие при естественном введении благоприятное влияние на физиологические и биохимические функции организма хозяина посредством оптимизации его микроэкологического статуса. 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.

В состав препарата «Бифидум-СХЖ» входят бифидобактерии, обеспечивающие лечебный эффект, детоксикацию организма рыб и увеличение массы тела.

Препарат «Зоонорм» - представляет собой лиофилизированную микробную массу живых гонистически активных бактерий вида *Bifidobacterium bifidum* штамм № 1, иммобилизованных на частицах измельченного активированного угля. По внешнему виду препарат представляет собой порошок от светло - до темно-серого цвета с черными вкраплениями сладковатого вкуса со слабым кисломолочным запахом

«Субалин» – отечественный препарат, разработанный на основе живых бактерий *Bacillus subtilis* 2335/105, продуцирующего альфа-2 интерферон. Этот препарат повышает иммуно-физиологический статус организма путем нормализации микрофлоры желудочнокишечного тракта. Субалин характеризуется широким спектром антагонистической активности в отношении патогенных и условно-патогенных организмов, повышает специфическую и неспецифическую резистентность организма, регулирует и стимулирует пищеварение. Преимущества Субалина по сравнению с используемыми в рыбоводной практике антибиотиками и нитрофуранами - нулевой срок ожидания; укрепляет, а не подавляет иммунную систему рыб; эффективен при малых дозировках и кратности применения; отсутствует эффект привыкания; экономически рентабелен; экологически безопасен. Оптимальная лечебная суточная доза субалина составляют 25 млн спор на 1 кг массы карпа 2-3 -летнего возраста при курсе лечения 5-7 дней.

Пробиотик Простор содержит штамм низших грибов, способен частично разрушать клетчатки в кормах для рыб. Пробиотический препарат «Биокорм-Пионер» представляет комбинацию двух не модифицированных генетически, лиофилизированных культур *Bacillus subtilis*. Он предупреждает развитие дисбактериозов, способствует стимуляции клеточных и гуморальных факторов иммунитета.

Препарат «Интестивит» содержит комплекс культур бифидобактерий *Bifidobacterium globosum*, стрептококков *Enterococcus faecium* и *Bacillus subtilis*. Эти две группы бактерий, входящих в препарат способны к активной колонизации слизистой оболочки кишечника и образованию на ней биопленки. Образованные бактериями метаболиты активно участвуют в процессах переваривания пищи, синтезе витаминов,

аминокислот и других жизненно важных элементов, повышают естественную резистентность организма и способствуют восстановлению популяционного уровня представителей нормальной микрофлоры кишечника.

Пробиотик «Аквалакт» - специализированный препарат на основе лактобактерий кишечника осетров из естественной среды обитания.

Основу препарата «М-30» составляют бактерии *Lactobacillus acidophilus* быстро размножающиеся при попадании в кишечник рыб, создавая в нем биоценоз, подавляя рост патогенной микрофлоры. Действие препарата подтверждено исследованиями по профилактике бактериальных инфекций у прудовых рыб на примере карповых и растительноядных.

Пробиотик «Азогилин» создан на основе живой культуры азотфиксирующих бактерий *Azomonas agilis*. Препарат хорошо зарекомендовал себя при борьбе с аэромонозом в прудовых хозяйствах.

Основу препарата «Az-28» также составляют *Azomonas agilis*, выделенные из воды и способные ингибировать патогенную микрофлору кишечника рыб. Выпускается в виде гранул со слабым запахом кислоты - продукта ферментации бактерий. Применяется с кормом для всех возрастных групп рыб, восприимчивых к аэромонозу.

Бактериальный препарат «Субтилис», представляющий собой биомассу спорообразующих бактерий *B. subtilis* ВКМ В-2250 Д и *B.licheniformis* ВКМ В-2252 Д, образующих молочную кислоту, стимулирует продуктивность, адаптивность и жизнестойкость рыб на ранних этапах онтогенеза и повышает напряженность неспецифического иммунитета.

В Российской Федерации зарегистрировано более 90 наименований пробиотиков ветеринарного назначения, большинство из которых классифицируется как лечебнопрофилактические препараты, часть как закваски и часть – как микробиологические кормовые добавки. При широком выборе пробиотических препаратов представляется перспективным развитие данного направления, позволяющего получать экологически чистую продукцию аквакультуры.

Кроме пробиотиков широкое распространение получают пребиотики. Их задача содействовать развитию пробиотической микрофлоре в кишечнике рыб.

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. Легкоусваиваемые 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. Особенностью минеральной добавки является то, что присутствующий в ней карбонат кальция несмотря на свою активность, имеет замедленное растворение из-за обволакивания его частиц монтмориллонитом и аморфным кремнеземом.

«*Карбосил*» - экологически чистый энтеросорбент, в котором токсические элементы практически отсутствуют. Не оказывает местнораздражающего 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.

Контрольные вопросы

1. В каком виде вводят в состав комбикормов минеральные вещества и витамины?
2. Для чего в комбикормах используются антибиотики?
3. С помощью каких веществ можно улучшить качество комбикормов?
4. Что такое антипитательные вещества и в каких компонентах они встречаются?

Практическая работа № 6

Современные требования к комбикормам и их качеству.

Задание

1. Изучить теоретические материалы практической работы.
2. Оценить основные качественные характеристики представленных образцов комбикормов
3. Ответить на контрольные вопросы.

Промышленный выпуск комбикормов для рыб определил необходимость системы контроля их качества. Ее целью является обеспечение сохранности питательной ценности компонентов и самих комбикормов, выявление их недоброкачества, которая может вызывать не только паталогические изменения в организме рыб, но и их гибель.

Система контроля комбикормов и компонентов основана на ряде разных по природе показателей:

- антипитательные факторы, возникающие при дисбалансе основных групп питательных веществ (белки, жиры, углеводы), а также незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов;
- токсические факторы (присутствие токсинов плесневых грибов и других микроорганизмов, в том числе возбудителей болезней, токсинов из растительного сырья, сельскохозяйственных ядохимикатов, соединений тяжелых металлов, продуктов окисления жиров и т.д.);
- факторы технологической природы (тонина помола исходных компонентов, водостойкость частиц корма, их размерность, крошимость и т.д.). Выдерживается следующая очередность операций:
 - входной контроль качества поступающего сырья;
 - технологический контроль процессов производства комбикормов;
 - контроль качества выработанных комбикормов на выходе, при отправке их в рыбхозы;
 - контроль качества комбикормов при поступлении в рыбоводные хозяйства, а также непосредственно перед скармливанием рыбам.

Все корма обычно имеют специфический запах основного сырья. Недопустимы даже малейшие признаки затхлости или гнилости. Влажность каждого вида кормов или их компонентов не должна превышать величины, указанной в прилагаемом к каждой партии сертификате.

Жмыхи и шроты масличных культур должны также быть без гниlostного запаха, примесей. Зерновые культуры, в первую очередь пшеница, ячмень, рожь, должны быть сухими и не зараженными вредителями злаковых культур.

Учитывая, что кормление рыб проводится в воде, при определении качества гранулированных кормов, наряду с внешними признаками, необходимо исследовать их водостойкость. Обычно водостойкость определяют по скорости набухания гранул, интенсивности их размывания и экстрагирования питательных веществ.

Скорость набухания

Скорость набухания или скорость размягчения гранулированного корма оценивают как объемным так и весовым методами.

При объемном методе определения частичного набухания гранул берут три параллельных пробы по 10 шт. для каждого интервала времени. До начала исследования гранулы каждой пробы измеряются штангенциркулем с точностью до 0,1 мм для определения их среднего объема и погружаются в сосуды с водой. Желательно, чтобы объем воды в сосудах превышал объем гранул не менее, чем в 10 раз. Длительность опытов определяется поставленными задачами. Для практических целей набухание гранул целесообразно проводить в течение 0,5; 1; 2; 3 часов. По окончании каждой экспозиции опытные гранулы с помощью пинцета извлекают из сосудов и скальпелем снимают набухшую часть корма. Сохранившуюся часть гранул измеряют тем же методом и вычисляют среднюю величину. Затем по разности определяют скорость набухания в процентах к первоначальной величине.

При использовании весового метода рекомендуется исследовать две параллельные пробы по 10 гранул для каждого интервала времени. До начала экспозиции определяется средняя масса каждой пробы, которые затем погружаются в сосуды с водой. Через определенное время каждая группа проб извлекается из воды, гранулы очищают от набухшей части, доводят до постоянной массы и определяют среднюю массу каждой пробы. Скорость набухания определяют по абсолютной сухой массе.

Полное набухание гранул рекомендуется определять с момента их погружения в воду до полного размягчения. С этой целью готовят ряд параллельных проб по 10 гранул в каждой, и по двум-трем пробам выявляют приблизительное время полного набухания. Затем закладывают полную серию проб и примерно за 25—30 мин. до ориентировочного времени, через каждые 5 мин., определяют время полного набухания. Момент полного набухания определяют путем слабого нажатия острием препаровальной иглы на вертикально установленные гранулы.

Интенсивность размывания

Интенсивность размывания гранулированного корма определяют тем же методом, что и скорость полного набухания. Этот метод позволяет определять механическую прочность гранул в набухшем состоянии. Полное размывание определяют по деформации гранул исследуемого корма, при этом происходят не только механические потери, но и экстрагирование питательных веществ. Длительность процесса обычно фиксируют визуальными наблюдениями.

Интенсивность экстрагирования питательных веществ

Определяют по пробам исследуемого корма, которые извлекают из воды через определенные промежутки времени и подвергают химическому анализу. Опыты проводят

в стеклянных сосудах, объем которых должен не менее чем в 50 раз превосходить пробу исследуемого корма. Для исследования берут из среднего образца не менее трех проб средней массой каждая около 100 г. Затем две параллельные пробы помещают в сосуды с водой и отмечают время. Третью пробу используют для получения первоначальных данных по исследуемым химическим ингредиентам. Через заданное время воду из сосудов сливают, затем осторожно извлекают и подсушивают (следует избегать механических потерь) пробу. В подсушенном образце определяют потери по разнице между массой пробы в начале и конце опыта, а также содержание соответствующих химических компонентов по общепринятым методикам.

Влажность корма

Весьма важный показатель оценки качества, так как увеличение влажности ускоряет процесс порчи любых видов кормов. Сущность метода определения предусматривает подготовку и проведение испытания. При подготовке к испытанию на железном листе нагревают хлористый кальций до получения жидкой массы. Затем после испарения воды его прокаливают до получения сухого вещества, которое разбивают на куски нужной величины и помещают в банку с притертой пробкой. Затем для проведения испытания в предварительно высушенные до постоянной массы бюксы берут две пробы исследуемого продукта (около 5 г каждая), взвешенные с точностью до 0,01 г. Исследуемый корм тонким слоем рассыпают по дну бюкса. Открытые бюксы вместе с крышками помещают в предварительно нагретый до температуры $130 \pm 2^\circ\text{C}$ электросушильный шкаф. Высушивание проводится в течение 40 минут, считая с момента фиксации температуры. Через 40 мин. бюксы вынимают из сушильного шкафа тигельными

Перекисное число оценивается по количеству йода, выделенного из йодистого калия перекисными соединениями, содержащимися в 100 г жира (%).

Кислотное число определяется по количеству едкого калия, израсходованного для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в одном грамме жира.
Перекисное число жира комбикорма

Определение перекисного числа основано на реакции окисления йодистоводородной кислоты водородом, выделяющимся при разложении перекиси в кислой среде. Кислотное число определяется методом титрования, основанным на нейтрализации свободных жирных кислот раствором щелочи. Для определения перекисного и кислотного чисел требуются следующие реактивы: хлороформ; уксусная кислота ледяная; йодистый калий (насыщенный на холоду водный раствор готовится перед применением); дистиллированная вода; крахмал (1%-ный водный раствор); натрий серноватисто-кислый (0,002 н); бензол безводный; этиловый спирт; спиртовой раствор едкого калия (КОН 0,1 н готовится за день до применения); спиртовой раствор фенолфталеина (1%).

Посуда: банки с притертой пробкой емкостью 0,5 и 1 л. Стаканы химические на 50, 100 и 200 мл. Колбы конические с притертыми пробками на 500 мл. Бюретки на 50—100 мл. Мензурки мерные на 100 мл. Воронки диаметром 5 и 9 см. Цилиндры мерные на 10 и 100 мл. Пипетки градуированные на 1 и 3 мл. Стеклянные палочки. Химические бумажные фильтры. Марля. Весы аналитические и штатив железный с лапками.

Для проведения анализа следует с помощью хлороформа извлечь жир из исследуемого корма. Для этого 250—300 г корма помещают в банку емкостью 0,5 л, заливают хлороформом до полного смачивания гранул 6—8 ч. Затем отцеживают через чистую 4-слойную марлю хлороформ с извлеченным жиром. После этого его фильтруют через бумажный складчатый фильтр в химический стакан. Полученный экстракт наливают в предварительно взвешенные на аналитических весах стаканы на 50 мл с таким расчетом, чтобы после испарения хлороформа в них осталось около 0,2—0,4 г жира для определения

перекисного числа и около 1—2 г жира для определения кислотного числа. На каждую пробу должно быть не менее 5 стаканов с жиром. После полного испарения хлороформа стаканы с жиром взвешивают и по разности массы (стакан с жиром минус стакан без жира) определяют пробу жира.

Определение перекисного числа начинается с того, что в стакан с пробой жира (0,2—0,4 г) наливают по 30 мл смеси хлороформа с ледяной уксусной кислотой (приготовленной из равных частей компонентов) и при помешивании стеклянной палочкой растворяют жир. Раствор без потерь переносят в коническую колбу с притертой пробкой. Затем в колбу добавляют 1 мл насыщенного водного раствора йодистого калия, закрывают пробкой и смесь тщательно перемешивают. При этом не должно происходить нарушения гомогенности растворов, в противном случае увеличивают количество растворяющей смеси. Раствор выдерживают в течение 20 мин. без света. После этого содержимое колбы разбавляют 50 мл дистиллированной воды и приливают 3 мл 1%-ного раствора крахмала. Выделившийся йод оттитровывают 0,002 н раствором серноватистокислого натрия. Одновременно в тех же условиях проводится контрольный опыт.

Кислотное число

Определение кислотного числа производят в стаканах с пробой (1—2 г) жира, экстрагированного из исследуемого корма. В каждый из таких стаканов наливают по 50 мл предварительно нейтрализованного бензола и растворяют жир. Раствор без потерь переносят в конические колбы с притертыми пробками и титруют 0,1 н спиртовым раствором КОН в присутствии фенолфталеина до розового (красноватого) цвета, не исчезающего в течение 10 секунд.

Средняя величина кислотного числа вычисляется из пяти исследованных проб.

Хранение комбинированных кормов

Гранулированные корма рекомендуется хранить в специальных производственных складских помещениях в мешках или насыпью. При таких условиях гранулы могут храниться до двух месяцев, а в отдельных случаях и более длительное время. Особенно благоприятно сказывается на сроках хранения кормов применение различных антиокислителей. Так как прежде всего окислению подвергаются жиры, то и действие антиокислителей направлено на предупреждение этих процессов. В нашей стране в качестве антиокислителей для пищевых целей разрешены следующие: бутилоксианизол (БОА); бутилокситолуол (ионол, БОТ); додецилгаллат (ДГ); аскорбиновая кислота (витамин С). В качестве кормовых антиокислителей рекомендуется сантохин и дилудин, анфелан.

Введение указанных антиокислителей (0,02% к массе кормовой смеси) способствует увеличению срока хранения кормов. Отмечено, что смесь антиокислителей в силу эффекта синергизма оказывает более сильное стабилизирующее действие на окислительные процессы. Однако несмотря на применение антиокислителей, через определенное время жиры окисляются, и корма становятся непригодными для использования в кормовых целях. Для выявления качества корма по величине окисленного жира согласно ГОСТу 8285—74 определяют перекисное и кислотное числа. Если перекисное число не превышает 0,3% йода, а кислотное 30 мг КОН, такие корма можно использовать для кормления рыб. При более высоких значениях указанных показателей корма становятся непригодными для дальнейшего использования.

Определение различных групп углеводов в кормах и компонентах

Разделения углеводов в кормах и компонентах проводят по схеме, предложенной А.Р. Кизелем (Журавлев, 1963).

Разделение основывается на различной растворимости разных групп углеводов в таких растворителях, как этиловый спирт, слабые и концентрированные растворы минеральных кислот. При этом выделяют следующие группы углеводов: сахара (моно-, дисахара), легкогидролизуемые углеводы (олиго- и полисахариды типа крахмала и гликогена) и трудногидролизуемые углеводы (сложный комплекс соединений оболочек растительных клеток и опорных тканей животных - (целлюлоза, лигнин, хитин, углеводы костных тканей).

Количественное определение углеводов проводят колориметрически по методу Дюйбоса и др. (Плешков, 1985).

Определение различных групп углеводов в одной навеске

Принцип метода. Углеводы извлекаются из биологического материала этиловым спиртом, 2%-ным раствором соляной кислоты и 72,5%-ным серной. Фенол при взаимодействии с углеводами в присутствии концентрированной серной кислоты окрашивается в желто-оранжевый цвет. Степень окрашивания пропорциональна содержанию углеводов.

Реактивы: этиловый спирт 80-ный и 96%-ный, 2%-ная соляная кислота, 72,5%-ная серная кислота, 1%-ный раствор фенола, концентрированная серная кислота.

Выделение сахаров. Навеску хорошо измельченного корма или его компонента массой 0,3-0,6 г помещают в колбу и заливают 10 мл 96%-го этилового спирта и трижды доводят до кипения при помешивании стеклянной палочкой. После охлаждения и осаждения исследуемого материала фильтруют через беззольный фильтр в фарфоровую чашку на 50 мл. При фильтровании необходимо сливать лишь прозрачный верхний спиртовой раствор и избегать перенесения осадка на фильтр. К осадку приливают 10 мл 80%-го этилового спирта, дважды доводят до кипения и профильтровывают через беззольный фильтр в фарфоровую чашку. Фильтр промывают небольшим количеством спирта.

Спирт в фарфоровых чашках удаляют выпариванием при комнатной температуре или в нагретой водяной бане и затем после растворения осадка Сахаров в воде используют раствор для количественного определения.

Выделение легкогидролизуемых углеводов. Осадок после растворения Сахаров заливают 50-кратным объемом 2%-го раствора соляной кислоты и кипятят на водяной бане в течение пяти часов, затем центрифугируют и надосадочную жидкость сливают в мерную колбу на 100 мл.

Осадок дважды промывают дистиллированной водой и центрифугируют. Центрифугаты объединяют для определения в них углеводов методом Дюйбоса.

Выделение трудногидролизуемых углеводов. Осадок после определения легкогидролизуемых углеводов заливают 20-кратным объемом 72,5%-ной серной кислоты, и выдерживают два часа при 30°C. Добавляют дистиллированной воды в расчете 10 мл на 1 г образца и кипятят два часа на водяной бане. После охлаждения центрифугируют, и надосадочную жидкость сливают в мерную колбу на 100 мл. Осадок дважды промывают дистиллированной водой и центрифугируют. Центрифугаты объединяют для определения в них углеводов методом Дюйбоса.

Количественное определение углеводов. В растворах сахаров из фарфоровых чашек и объединенных центрифугатах после гидролиза 2%-ной соляной кислотой и 72,5%-ной серной проводят определение углеводов методом Дюйбоса. Для этого 1 мл раствора, содержащий от 10 до 70 мкг углеводов, переносят в широкую пробирку диаметром 16-20 мм и добавляют 1 мл 1%-ного водного раствора фенола (10 г свежеперегнанного фенола растворяют в 1 л воды), после чего в пробирку приливают точно 5 мл химически чистой

серной кислоты (плотность 1,84). Пробирки оставляют на 10 минут, затем встряхивают, и содержимое выдерживают на водяной бане 10-20 минут при 25-30 °С для развития окраски. Окраска стабильна в течение нескольких часов. Интенсивность окрашивания определяют на фотокolorиметре при 490 нм.

Расчет содержания различных групп углеводов проводят по калибровочному графику с учетом всех разведений и массы исследуемого образца. Точность определения составляет 2%.

Построение калибровочного графика. Из стандартного раствора сахарозы (1 мг/мл) готовят рабочие растворы концентрацией 10, 20, 30, 40, 50, 60, и 70 мкг/мл. Далее определение проводят как в опыте.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется контроль качества комбикормов при поставке сырья на комбикормовое предприятие?
2. Как проводят контроль качества компонентов в условиях лаборатории после отбора проб?
3. Как проводят отбор проб сырья?
4. Опишите схему теххимического контроля за качеством сырья.
5. Что такое технические показатели качества сырья и методы их определения?
6. Опишите показатели физических качеств компонентов.
7. Опишите химические показатели качества сырья.
8. Какие нормативно-технические документы применяют при оценке качества сырья на комбикормовом производстве?
9. Что такое ветеринарно-санитарный контроль качества компонентов?
10. Какие показатели оценивают при ветеринарно-санитарном контроле сырья и комбикормов?

Практическая работа №7

Современные методы автоматизации процессов кормления объектов аквакультуры **Задание**

1. Изучить теоретические материалы практической работы.
2. Обосновать выбор технического средства кормления объекта аквакультуры
3. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

Внедрение на современных рыбоводных предприятиях высокоинтенсивных технологий товарного выращивания рыбы и рыбопосадочного материала невозможно без специальной высокопроизводительной рыбоводной техники.

Техническое вооружение товарного рыбоводства с каждым годом неуклонно улучшается. Механизация и автоматизация производственных процессов в рыбоводстве должна способствовать повышению эффективности выращивания, соблюдению технологических норм (облов, сортировка), сокращению потерь корма (использование кормораздатчиков).

Для достижения наилучшей экономии при разведении рыбы кормление должно осуществляться соответствующим образом при соблюдении правильных норм. При использовании одного и того же корма в различных хозяйствах можно достичь разного эффекта. Существует два метода кормления рыб: ручное и автоматическое. Для автоматизации кормления применяют различные кормораздаточные механизмы (передвижные и стационарные).

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.

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. 1). Принципиальное этой кормушки заключается в дозирующем устройстве.

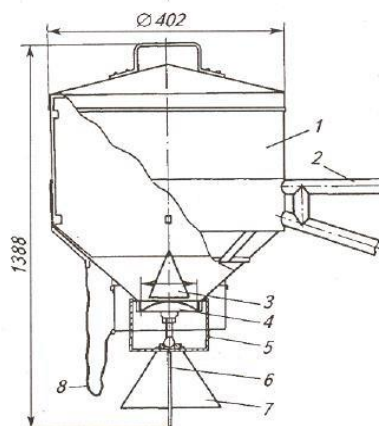


Рисунок 1. Кормушка клапанная

1- бункер; 2-кронштейн; 3- разгрузочный конус; 4-грибовидный клапан; 5- кожух;
6- стержень; 7- отражатель; 8- привязь

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.

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

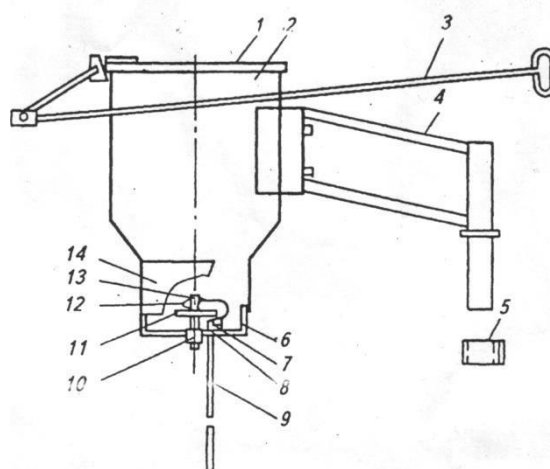
Кормушка «Рефлекс-Т» имеет маятниковое устройство с бункером для хранения и раздачи корма. Нижнее отверстие конусообразного бункера открыто, а высыпанию корма препятствует специальный конус, образующийся на опорном диске. Корм с диска сбрасывается в воду небольшими порциями под действием кольцевого сбрасывателя, представляющего продолжение верхней S-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 АКМ25М (с четырьмя маятниками) предназначены для кормления рыб в садках, бассейнах. Изготовлены из ударопрочного полистерола (рис. 2).

Рисунок 2. 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.



Автокормушка «Рефлекс М-12-0,25» предназначена для кормления молоди карпа, форели и осетровых рыб в бассейнах. Автокормушка вмещает в себя 0,25 кг гранулированного корма и раздает его по потребности молоди.

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

Для использования в промышленных хозяйствах разработаны различные приспособления для кормления рыбы. Среди них кормушка с приспособлением, препятствующим разбрасыванию корма рыбами. Кормушка состоит из платформы, выполненной в виде кольца с бортами конической формы и днищем, на котором закреплены гибкие элементы для удержания корма, ограждения состоящего из двух в форме кольца лент и закрепленное над платформой с образованием зазора между ними и возможностью вертикального перемещения (рис. 3).

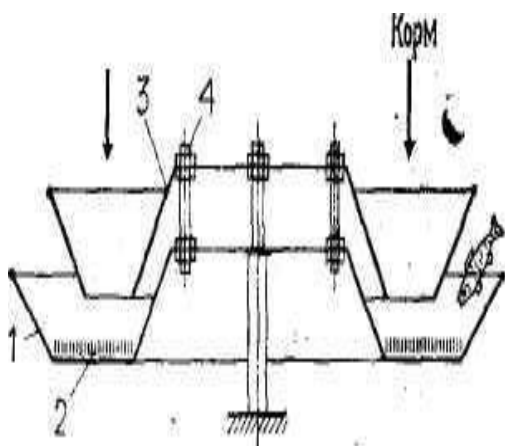


Рисунок 3. Кормушка для рыб

1-платформа; 2- гибкие элементы для удержания корма; 3- ограждение; 4- шпильки.

Все гибкие элементы выполнены в виде петель. Замкнутые кольца ограждения соединены между собой ребрами, длину которых необходимо брать по толщине тела самых крупных рыб. Ограждение из колец устанавливается концентрично с платформой и наклоном в противоположные стороны, создающим зазор. Данная кормушка рекомендуется для кормления пастообразным комбикормом.

Кормораздатчики могут быть вибрационные, механические, электрические.

Кормораздатчик E2000 (ЕМФ) вибрационного типа. Управление кормлением осуществляется путем настройки продолжительности и интервалов кормления на устройстве управления. Подходит для гранулированного и измельченного комбикормов (07 мм). Емкость бункера 10, 20, 40, 60 кг (рис. 4).



Рисунок 4. Вибрационный кормораздатчик E2000 (фирма ЕМФ)

Для кормления осетровых наиболее часто используются механические кормораздатчики (с часовым механизмом) (рис. 45), которые приводятся в действие без использования электроэнергии. Они идеально подходят для кормления личинок и 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.

Фирмой «Эвос» разработан целый ряд систем кормораздатчиков для различных условий. Лучшим кормораздатчиком для кормления ранней молоди является №504 с приводом от синхронного электродвигателя. Этот кормораздатчик специально предназначен для кормов с высоким содержанием жира. Бункер кормораздатчика прозрачный. Норма выдачи корма может регулироваться, поэтому существует возможность

присоединения 50 кормораздатчиков к одному автоматическому управляющему устройству. Подача корма легко регулируется поднятием и опусканием воронки с кормом.



Рисунок 5. Ленточный кормораздатчик с часовым механизмом

Автоматический кормораздатчик №708 в основном используется в небольших бассейнах с циркулирующей водой. В комплект включены кронштейны для крепления. Кормораздатчик №730 больше приспособлен для больших бассейнов. Регулирование раздачи корма осуществляется с помощью диска, вращающегося со скоростью 1 об./мин.

Электрические кормораздатчики (№ 504, 708, 730) присоединяются к автоматическому устройству №130. С помощью часового механизма на панели управления можно изменить интервалы и продолжительность кормления от 0,2 сек. До 6 часов. Двухчасовой таймер осуществляет пуск-остановку подачи корма по утрам и вечерам соответственно. Один часовой механизм определяет интервалы между кормлениями (от 10 мин. До 10 часов), а другой – продолжительность каждой подачи корма (от 10 сек. До 10 мин.)

Для садковых хозяйств наиболее приемлемыми являются разбрасыватели кормов. Они состоят из встроенного вибратора и разбрасывающего механизма (рис. 46). Такой кормораздатчик может устанавливаться в центре садка. Дальность разбрасывания зависит от модели.



Рисунок 6. Круглый разбрасыватель

Линия раздачи кормов в бассейны ИКТ предназначена для автоматизированной раздачи гранулированного комбикорма в бассейны площадью до 4 м² по регулярной программе. Общая площадь бассейнов, обслуживаемых линией – до 160 м².

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 предназначен 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.

Кормораздатчик КР-4М предназначен для внесения гранулированных комбикормов в водоемы рыбоводных хозяйств. Раздача корма производится непрерывной подачей (дорожкой) на обе стороны агрегата за счет гравитационных сил.

При включении двигателя вращение передается на воздушный двигатель (винт) через клиноременную передачу. Винт, создающий тяговое усилие, обеспечивает движение кормораздатчика. Обслуживается кормораздатчик двумя рабочими. Грузоподъемность 4 т.

Линия раздачи гранулированных кормов в бассейны Н17-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 пневмокормораздатчики 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 м². Масса корма в пневмокормораздатчике – 10 кг.

Линия раздачи гранулированных кормов в бассейны Н17-ИКЦ II

Предназначена для автоматизированной по заданной программе выдачи гранулированного корма при выращивании товарного карпа и форели. Применяется в бассейновых хозяйствах. Загрузка кормов в пневмокормораздатчики осуществляется путем перемещения гранулированных кормов по кормопроводу. Перемещение происходит при помощи укрепленных на канате дисков, приводимых в движение приводной установкой.

Выдача доз корма в бассейны происходит в автоматическом режиме по команде с пульта управления или команде с АСУ ТП, в ручном режиме путем нажатия кнопки управления. Производительность – не более 1,2 т/ч. Масса корма в пневмокормораздатчике 90 кг.

Линия раздачи гранулированных кормов в бассейны Н17-ИКЛ

Предназначена для приема хранения и автоматизированной многофазовой выдачи корма в бассейны.

Гранулированный корм из приемных бункеров шнековым питателем подается в приводную станцию, откуда канатно-дисковым конвейером через отверстие кормопровода заполняет объемные дозаторы, из которых корм разбрасывается по площади бассейна. Линия может работать как в ручном, так и в автоматическом режимах.

В автоматическом режиме управление осуществляется с программного блока или командами с АСУ ТП, в ручном режиме кнопками управления.

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.

Контрольные вопросы

1. Типы кормораздаточных механизмов.
2. Технические характеристики маятниковых автокормушек.
3. Вибрационные кормораздатчики их устройство и возможность эксплуатации на промышленных хозяйствах.
4. Механические и электрические кормораздатчики.
5. Опишите линии раздачи комбикормов в бассейны при выращивании различных видов рыб.
6. Опишите линию раздачи комбикормов в садковых хозяйствах.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины представлено в рабочей программе дисциплины