

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Калининградский государственный технический университет
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Е. И. Хрусталев, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренок

КОРМА И КОРМЛЕНИЕ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
«35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура»

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2020

УДК 639.6 /6 (076)

Рецензент

кафедра аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Хрусталеv, Е. И. Корма и кормление в аквакультуре: учеб.-методич. пособие по выполнению лаб. работ для студ. высших учебных заведений, обучающихся в бакалавриате по направлению подгот. 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» / **Е. И. Хрусталеv, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренок.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – 57 с.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено кафедрой аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 27.11.2019 г., протокол № 3

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к печати Методической комиссией факультета биоресурсов и природопользования ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 05. 02. 2020 г., протокол № 1

УДК 639.6 /6 (076)

© ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2020 г.

© Хрусталеv Е. И., Курапова Т. М., Гончаренок О. Е., 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторные работы

1. Методики культивирования одноклеточных водорослей на примере хлореллы.....	4
2. Методики выращивания инфузорий	11
3. Оценка качества зерновых компонентов комбикормов.....	15
4. Оценка качества рыбной муки.....	29
5. Оценка качества комбикормов для рыб.....	38
6. Методы оставления рецептур комбикормов для рыб.....	44
Приложения	50

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Методики культивирования одноклеточных водорослей на примере хлореллы

Цель работы: получить навыки выращивания одноклеточных водорослей (на примере *Chlorella vulgaris*) при культивировании на разных питательных средах.

Оборудование, материалы и реактивы:

- 1) колбы конические на 250 мл;
- 2) колба Бунзена;
- 3) фильтры 0,25 мкм;
- 4) фарфоровая ступка с пестиком;
- 5) центрифуга с центрифужными пробирками на 10 мл;
- 6) концентрационный фотоколориметр, или фотометр КФК;
- 7) кюветы 1 см;
- 8) пинцет;
- 9) мерные цилиндры на 10 и 50 мл;
- 10) камера Горяева с покровным стеклом;
- 11) минеральные соли;
- 12) 90%-ый водный раствор ацетона, спирт;
- 13) культура микроводоросли *Chlorella vulgaris*;
- 14) лабораторные микроскопы.

Задания:

- 1) Изучить методику культивирования одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris*;
- 2) Проанализировать состав питательных сред для выращивания хлореллы;
- 3) Приготовить среду для культивирования;
- 4) Провести подсчет численности микроводорослей;
- 5) Проанализировать полученные результаты и сделать вывод;
- 5) Ответить на вопросы для самопроверки.

Порядок выполнения работы

Работа проводится в несколько этапов:

1. Используя нижеприведенный материал, студенты внимательно изучают методики культивирования микроводоросли *Chlorella vulgaris* и делают необходимые для выполнения работы конспекты.

Хлорелла (*Chlorella*) относится к зеленым водорослям (*Chlorophyta*), порядку хлорококковых (*Chlorococcales*) и семейству хлорелловых (*Chlorellaceae*). В систематическом отношении р. *Chlorella* делится на несколько видов, *Chlorella vulgaris* Beyerink, *Chlorella infusionum* Beyerink, *Chlorella parasitica* Brandt, *Chlorella condustrix* Brandt, *Chlorella actinosphaerii* Averinzew, которые различаются между собой по ряду признаков.

Размеры шарообразных вегетативных клеток колеблются по данным различных авторов от 0,0015 мм до 0,012 мм. В каждой такой клетке находится гомогенная протоплазма, маленькое ядро и лентовидный или округлый пластинчатый хроматофор с одним или, реже, с двумя переноидами (рис. 1.1).

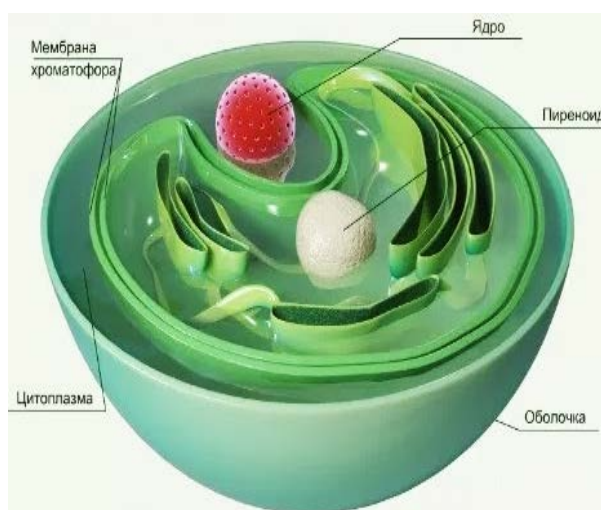


Рисунок 1.1 – Строение хлореллы

Размножение хлореллы происходит путем повторного деления сначала хроматофора и пиреноида, а затем и всего содержимого каждой клетки на несколько равных частей, от 2 до 16. Эти клетки остаются некоторое время окруженными материнской оболочкой, а после ее разрыва и исчезновения оказываются свободно лежащими, быстро увеличиваются в размерах и через некоторый промежуток времени повторяют тот же цикл развития.

Клеточное ядро защищено от воздействий внешних неблагоприятных факторов. Средняя часть оболочки - самая крупная, она состоит из целлюлозы, а наружная, представляющая собой полимерный каротиноид, способна абсорбировать токсические элементы.

Хлорелла - активный продуцент белков, углеводов, липидов, витаминов, с легко регулируемым соотношением этих соединений при изменении условий культивирования: если при выращивании на обычных минеральных средах в ее сухой биомассе содержится 40-55 % белка, 35% углеводов, 5-10 % липидов и до 10 % минеральных веществ, то при изменении концентрации компонентов среды можно получить биомассу следующего состава: 9-88% белка, 5-86% липидов, 6-38% углеводов.

В 1 г массы сухого вещества культуры хлореллы содержится: каротина 1000-1600 мкг, витамина В₁ – 2-18, В₂ – 21-28, В₃ – 12-17, В₆ - 9, В₁₂ - 0,025-0,1 (причем этого витамина нет ни в дрожжах, ни в высших растениях), С – 1300-5000, провитамина D - 1000, К - 6, РР – 110-180, Е – 10-350, пантотеновой кислоты – 12-17, фолиевой кислоты - 485, биотина - 0,1, лейковорина - 22 мкг.

В среднем в сухой биомассе хлореллы содержится 10-20% углеводов. Значительную часть их составляет крахмал, хотя у некоторых представителей рода *Chlorella* углеводы могут быть представлены преимущественно

гемицеллюлозами. Липиды составляют 20-30% и отличаются значительным содержанием ненасыщенных жирных кислот. Соотношение жирных кислот у *Chlorella* сходно с соотношением, которое характерно для большинства растительных масел.

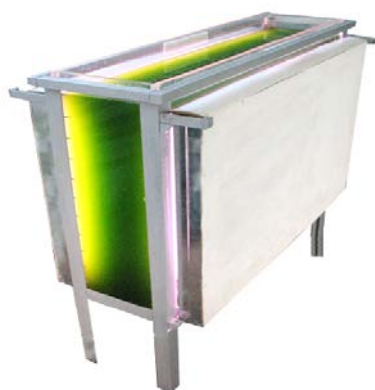
Использование суспензии хлореллы позволяет снизить отрицательные воздействия на организм лекарственных препаратов, в том числе антибиотиков, детоксицирует эндогенные и экзогенные токсины, пестициды, инсектициды, фенолы, выводит из организма тяжелые металлы (кадмий, уран, ртуть, медь и свинец), обладает антибактериальным и противовирусным действием.

Как установлено, хлорелла уничтожает патогенную микрофлору - в концентрации 1:500000 и 1:1000000, эффективна против стрептококков, стафилококков, кишечной палочки, возбудителей брюшного тифа, паратифа А и В, и всех видов дизентерии, а также вирусов полиомиелита, и, в наименьшей степени, против возбудителя туберкулеза.

Стимулирует выработку арахидоновой кислоты и фактора «хлон А» – индуцирующих биосинтез интерферона. По своей биологической ценности она относится к суперпище и приравнивается к таким продуктам как пчелиное маточное молочко и пчелиная перга. По калорийности хлореллу можно приравнять к шоколаду, а ее белок равноценен белку сухого молока или мяса.

Хлорелла имеет широкий спектр температуры культивирования (22-45°C), не требовательна к питательной среде, отсутствует сезонность в ее размножении, но обязательно чередование светлого и темного времени суток.

В промышленных условиях используют штаммы *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 или *Chlorella vulgaris* BIN. Эти штаммы отличаются от ранее известных, возможностью свободного парения и равномерного распределения клеток хлореллы в культуральной среде. Культивируют хлореллу в промышленных условиях в реакторах открытого и закрытого типа (рис. 1.2).



КМК-150



Реактор закрытого типа

Рисунок 1.2 – Реакторы открытого и закрытого типа для культивирования хлореллы

По окончании этого этапа работы необходимо зарисовать строение живой клетки хлореллы.

2. Изучив и законспектировав методики, студенты проводят подсчет начального количества живых и атипичных клеток хлореллы.

Для этого в камере Горяева проводят идентификацию живых и мертвых клеток хлореллы по характерным морфологическим изменениям, возникающим под влиянием загрязняющих веществ. К числу признаков мертвой клетки относятся: альбинизация, лизис, появление уродливых форм и т.д.

Подсчет клеток проводят в камере под микроскопом с увеличением 320 (объективом х 40).

Камера имеет нужный объем, если покровное стекло правильно притерто, т.е. видны радужные кольца. Камера должна быть очень чистой, а главное обезжиренной, чтобы стекло удалось притереть (можно протереть ее спиртом, чтобы удалить жир).

Достаточно просчитать 5 квадратов или насчитать 200-300 клеток. Содержание клеток в среде определяют по формуле 1:

$$N = \frac{a \times 4000 \times b}{v}, \quad (1)$$

где N - количество клеток в 1 мкл среды; а - количество клеток, подсчитанных в пяти маленьких квадратах, шт.; б - количество больших квадратов камеры, где подсчитывались клетки, шт; в - разведение.

3. Приготовление питательных культуральных сред и учет начальной биомассы хлореллы.

В колбу наливают 1 литр прокипяченной дистиллированной воды, а затем в соответствии с табл. 1.1 вносят химические вещества в той же последовательности, в которой они приведены в таблице. Соблюдение очередности растворения химических солей крайне важно, так как может выпасть нерастворимый осадок в результате химической реакции.

Полученную среду переливают в опытную емкость, снабженную аэратором и установленную в светлом месте.

Все питательные среды нумеруют – контроль, 1 - среда Тамия, 2 – среда Ельчинского, 3 – среда Прата. В качестве контроля используют дистиллированную воду и раствор дрожжей.

Состав питательных сред для культивирования хлореллы приведен в табл. 1.1.

4. Постановка опыта и снятие полученных результатов.

В колбу с питательной средой вносят по 100 мл профильтрованной культуры хлореллы и помещают распылитель от воздуходувки компрессора, для насыщения воды кислородом. После этого колориметрируют пробу, определяя оптическую плотность и биомассу хлореллы.

Таблица 1.1 – Состав питательных сред для культивирования хлореллы

Среда Тамия, модиф. (Кузнецов, Владимирова, 1964)		Среда Ельчинского		Среда Прата	
состав (реактив)	масса, г/л	состав (реактив)	масса, г/л	состав (реактив)	масса, г/л
KNO ₃	5,0	мочевина	300	KNO ₃	0,1
MgSO ₄ ×7H ₂ O	2,5	аммофос	150	KH ₂ PO ₄	0,01
KH ₂ PO ₄	1,25	сульфат калия	150	MgSO ₄ ×7H ₂ O	0,01
ЭДТА	0,037	ацетат натрия	15	FeCl	0,001
FeSO ₄ ×7H ₂ O	0,009			агар-агар	2,0
раствор микроэлементов	1 мл				
агар-агар	2,0				
вода дистиллированная	1 л				

Учет биомассы хлореллы проводят при применении КФК. В кювету на 10 мм до метки наливают культуру и помещают в КФК напротив контрольной пробы с дистиллированной водой. Длина волны 665 нм. Проводят определение оптической плотности. Концентрацию хлорофилла определяют по формуле 2:

$$\text{ChL} = 11,9 \times D_{665} , \quad (2)$$

где ChL - концентрация хлорофилла А, соответствующая длине волны 665 нм, мкг/мл; 11,9 - пересчетный коэффициент; D₆₆₅ - оптическая плотность.

Фотоколориметрирование следует также провести при длине волны 750 нм для учета неспецифического поглощения, вызванного наличием в культуре посторонних частичек. Величину неспецифического поглощения следует вычесть из изменений спектра до того, как результат измерений оптической плотности при 665 нм будет использован в уравнении для оценки содержания хлорофилла. Рассчитать концентрацию «хлорофилла А» по формуле 3:

$$\text{ChL} = 11,9 \times (D_{665} - D_{750}), \quad (3)$$

где ChL - концентрация хлорофилла А, мкг/мл; 11,9 - пересчетный коэффициент; D₆₆₅, D₇₅₀ - оптическая плотность среды при разной длине волны, нм.

По данным концентрации хлорофилла можно рассчитать ориентировочную величину биомассы микроводорослей. Известно, что концентрация хлорофилла А соответствует примерно 2,5 % от сухой биомассы,

или 6,75 % от содержания органического углерода, т.е. при переходе от концентрации «хлорофилла А» к биомассе, выраженной в единицах углерода (мкг С/л), допустимо использовать пересчетный коэффициент 15, тогда расчет проводят по формуле 4:

$$B_c = 15 \times ChL, \quad (4)$$

где B_c - биомасса микроводорослей, мг/л; 15 - пересчетный коэффициент; ChL - концентрация хлорофилла А.

Возможно определение концентрации клеток хлореллы по калибровочному графику, приведенному в работах Нагорнова С.А и Мещеряковой Ю.В. (рис. 1.3) [5].

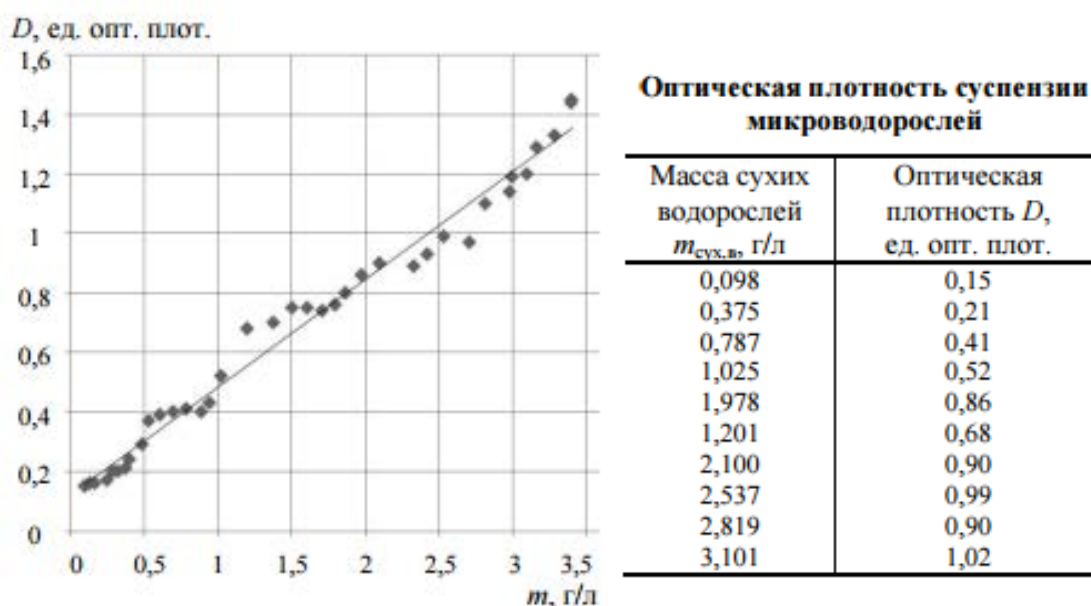


Рисунок 1.3 – Калибровочный график для определения сухой биомассы водорослей (Нагорнов, Мещерякова, 2015)

Данные по биомассе заносят в табл. 1.2.

Таблица 1.2 - Расчет концентрации хлореллы

Проба	Количество клеток хлореллы в камере Горяева, шт.	Оптическая плотность		Биомасса, мг/л	
		D665	D750	расчетная по формуле	определенная по графику
Начальная концентрация					
Контроль					
Среда 1					
Среда 2					
Среда 3					

Через семь суток культивирования необходимо провести повторное определение численности и прироста биомассы микроводоросли *Chlorella* во всех пробах.

Результаты повторного измерения занести в табл. 1.2.

На основании полученных измерений провести сравнительный анализ конечных результатов по концентрации хлореллы, учтя численность и биомассу в контрольной пробе.

Затем на основании результатов исследования делают вывод о том, какая среда больше подходит для культивирования хлореллы.

Оформление и защита работы

Работа оформляется в виде конспекта, все полученные показатели заносятся в табл. 1.2.

Для защиты данной лабораторной работы необходимо:

- предоставить преподавателю конспект работы, анализ биомассы хлореллы, выращенной на различных питательных средах;
- на основании собственных экспериментальных данных необходимо написать вывод;
- ответить на вопросы по теме лабораторной работы.

Для подготовки к защите необходимо использовать вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте состав хлореллы.
2. Опишите строение клетки хлореллы.
3. Какие характеристики позволяют отнести хлореллу к «суперпище»?
4. Опишите методику определения биомассы микроводорослей.

Список рекомендованной литературы

1. Методы биотестирования вод / под ред. А.Н. Крайнюковой. Черноголовка: Ин-т химической физики АН, 1988.
2. Пашков, Е.В. Международные стандарты ИСО 14 000. Основы экологического управления. – Москва: ИПК Стандарты, 1997.
3. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. Москва: МГУ, 1979.
4. Федоров, В.Д. Изменения в природных биологических системах / под ред. В.Н. Максимова. – Москва: РАГС, 2004.
5. Нагорнов С.А., Мещерякова Ю.В. Исследование условий культивирования микроводоросли хлорелла в трубчатом фотобиореакторе // Вестник ТГТУ. – 2015. – Т.21, №4. – С. 653 – 659.
6. Корма и кормление в аквакультуре: учебник / Е.И. Хрусталева, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 388 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Методики выращивания инфузорий

Цель работы: получить навыки выращивания инфузории-туфельки при культивировании на разных питательных средах.

Оборудование, материалы и реактивы:

- 1) колбы конические на 250 мл;
- 2) колба Бунзена;
- 3) фильтры 0,25 мкм;
- 4) концентрационный фотоколориметр, или фотометр КФК;
- 5) кюветы 1 см;
- 6) мерные цилиндры на 100 мл;
- 7) камера Богорова;
- 8) минеральные соли;
- 9) 9%-ный водный раствор NaCl;
- 10) культура парameций.

Задания:

- 1) Изучить методику культивирования инфузорий парameций;
- 2) Проанализировать состав питательных сред для выращивания парameций;
- 3) Приготовить среду для культивирования;
- 4) Провести подсчет численности одноклеточных организмов;
- 5) Проанализировать полученные результаты и сделать вывод;
- 5) Ответить на вопросы для самопроверки.

Порядок выполнения работы

Работа проводится в несколько этапов:

1. Используя нижеприведенный материал, студенты внимательно изучают методики культивирования инфузории-туфельки и делают необходимые для выполнения работы конспекты. Затем рисуют строение инфузории-туфельки.

Paramecium caudatum – инфузория-туфелька. Относится к подцарству простейших (одноклеточных животных) - Protozoa, типу - Ciliophora. Инфузория широко распространена в пресных водоемах. Форма клетки эллипсоидная, размеры - 200×40 мкм, по краю клетки располагаются реснички, количество которых достигает 10 - 15 тыс. (рис. 2.1).

Основную пищу инфузории составляют бактерии, дрожжи и т.п. Размножение инфузории происходит путем поперечного деления клетки. В зависимости от условий выращивания время генерации может составлять от нескольких часов до нескольких суток.

По сравнению с другими группами простейших инфузории-туфельки имеют наиболее сложное строение и отличаются разнообразием функций.

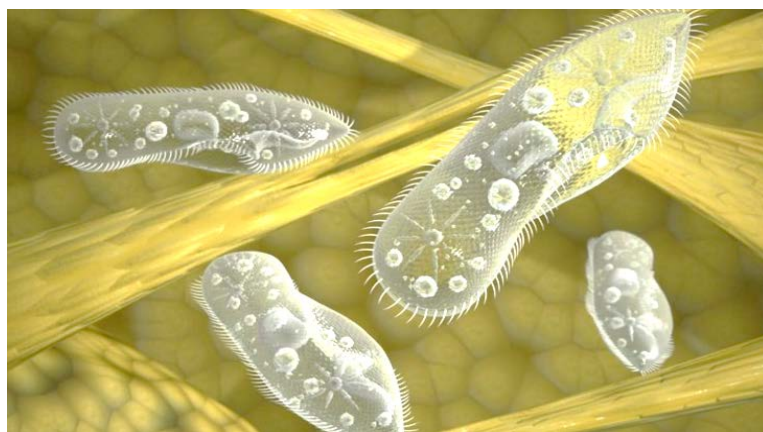


Рисунок 2.1 – Внешний вид инфузории-туфельки

Инфузории-туфельки находятся в непрерывном движении, скорость при комнатной температуре - 2,0 - 2,5 мм/с. Траектория движения сложная, возможно как движение вперед, так и вращение вдоль продольной оси тела. Изменения внешних условий (температура, химический состав среды, электромагнитные колебания и другие факторы) воспринимаются клеткой, и влияют на изменение характера движения (уменьшение или увеличение скорости, частоты остановок и разворотов), а также разнообразные таксисы (гео-, магнито-, аэро-, хемотаксис).

2. На втором этапе проводят подсчет начального количества инфузорий.

Концентрацию клеток необходимо определять в процессе выращивания культуры. Определение концентрации клеток инфузорий осуществляется в камере Богорова или с помощью отградуированного прибора серии «Биотестер».

В общем случае концентрацию клеток инфузории определяют подсчетом клеток под микроскопом по общепринятым в микробиологической практике методикам: с помощью измерительных сеток, счетных камер и т.п. Подсчитанное количество клеток пересчитывают на единицу объема среды и выражают как концентрацию (клеток/мл).

Ниже приводится пример способа подсчета клеток инфузорий. Исходную взвесь инфузорий взболтать, отобрать с помощью пипетки 0,5 мл взвеси. К этому объему добавить 9,5 мл 1 % раствора NaCl. Таким путем достигается обездвиживание инфузорий. Не дожидаясь полного обездвиживания инфузорий (примерно через 2-5 мин) из разбавленной взвеси отбирают 0,5 мл и распределяют этот объем в камере Богорова. С помощью бинокля подсчитывают инфузории. Полученный результат пересчитывают на 1 мл исходной взвеси.

Например: 0,5 мл взвеси обездвиженных инфузорий распределены в 6 каплях, в которых было сосчитано 193 шт. В 1 мл разбавленной взвеси содержится 386 клеток, а в 1 мл исходной взвеси, следовательно, будет содержаться 3860 клеток инфузорий.

Специализированным средством для определения количества подвижных клеток инфузории является прибор серии «Биотестер». Определение концентрации подвижных клеток проводят по предварительно построенной градировочной кривой.

3. Разведение питательных сред.

Выращивание культуры проводят в любых удобных сосудах, например, в стеклянных колбах, стаканах, чашках Петри и др. В качестве корма используют бактерии, дрожжи и их смесь. Для исследования готовят 6 питательных сред:

1 - контроль. В колбу вносят 1 л воды и прибавляют 100 мл культуры инфузорий. В качестве корма добавляют воздушно-сухие дрожжи из расчета 1 мг на 1 мл среды. Выращивание ведут при температуре 18 - 26 °С;

2 - сенной отвар. Прокипятить сено в течение 20 минут из расчета 20 г сена на 1 л воды, охладить до 22-26 °С, профильтровать и довести объем до 1 л, после этого внести 100 мл культуры инфузорий туфельек;

3 - сенной настой. В стеклянную банку кладут слой сенной трухи или нарезанного лугового сена (можно листьев) толщиной 0,5 см и заливают дождевой или прудовой водой. Банку накрывают стеклом и ставят на окно, но так, чтобы она была защищена от попадания прямых солнечных лучей. Через 3-4 дня в сосуд доливают 100 мл культуры инфузорий туфельек;

4 - молочный раствор. В заполненную водой емкость объемом 1 л капают 1-2 капли молока, когда вода помутнеет, вносят 100 мл культуры туфельек;

5 - банановый настой. Кожуру спелых неповрежденных бананов высушивают и затем хранят в сухом помещении. Затем промывают и небольшое количество кожуры (квадраты размером 1-3 см) помещают в емкость с 1 л воды, после этого необходимо внести 100 мл культуры инфузорий-туфельек;

6 - среда Лозина-Лозинского. Для приготовления маточного раствора на 1 л воды добавляют следующие соли (марки ч.д.а. или х.ч.) (табл. 2.1).

Таблица 2.1 - Состав среды Лозина - Лозинского

Вещество	Состав среды Лозина – Лозинского при растворении на 1 л	Состав среды Лозина – Лозинского при растворении на 100 мл
NaCl	1,0 г	100 г
KCl	0,1 г	10 мг
MgSO ₄	0,1 г	10 мг
CaCl ₂ ×2H ₂ O	0,1 г	10 мг
NaHCO ₃	0,2 г	20 мг

4. Постановка опыта.

В емкостях для культивирования разводят питательные среды – контроль, сенной отвар, сенной настой, молочный раствор, банановый настой и среду Лозина-Лозинского. Объем каждой питательной среды 1 л, после этого в

емкости приливают 100 мл культуры инфузорий-туфелек. Оставляют на выращивание в светлом месте на 7-14 сут.

5. Снятие результатов эксперимента.

Через 7-14 сут. выращивания в каждой питательной среде определяют количество инфузорий в камере Богорова, учитывают конечное количество инфузорий как описано на этапе 2. Все результаты заносят в табл. 2.2.

Провести сравнительный анализ полученных результатов, учтя численность в контрольной пробе и на разных питательных средах.

На основании результатов исследования сделать вывод о наиболее оптимальной среде для культивирования инфузорий парамеций.

Таблица 2.2 - Количество инфузорий-туфелек на разных питательных средах

Время постановки опыта	Питательная среда					
	контроль	1	2	3	4	5
начало						
окончание						

Оформление и защита работы

Работа оформляется в виде конспекта, все исследованные показатели заносятся в табл. 2.2.

Для защиты данной лабораторной работы необходимо:

- предоставить преподавателю конспект работы, анализ биомассы инфузорий, выращенной на различных питательных средах;
- на основании собственных экспериментальных данных необходимо написать вывод;
- ответить на вопросы по теме лабораторной работы.

Для подготовки к защите необходимо использовать вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте состав и пищевую ценность парамеций.
2. Опишите ход выполнения работы.
3. Какие среды используют для культивирования парамеций?
4. Какова методика определения количества инфузорий?
5. Для кормления каких видов рыб используют парамеций?
6. Опишите проведение исследований и результаты культивирования инфузорий парамеций на разных средах.

Список рекомендованной литературы

1. Методы биотестирования вод / под ред. А.Н. Крайнюковой. Черноголовка: Ин-т химической физики АН, 1988.
2. Пашков, Е.В. Международные стандарты ИСО 14 000. Основы экологического управления. – Москва: ИПК Стандарты, 1997.

3. РД 118-02-90. Методическое руководство по биотестированию воды. М., 1991. 48 с.

4. Емцев, В.Т. Микробиология: учебник для вузов. – Москва: Дрофа, 2006. 444с.

5. Корма и кормление в аквакультуре: учебник / Е.И. Хрусталева, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – СПб.: Лань, 2017. 388 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Оценка качества зерновых компонентов комбикормов

Цель работы: получить навыки определения качества зерновых компонентов комбикормов

Оборудование, материалы и реактивы:

1) набор зерновых компонентов комбикормов (пшеница, овес, ячмень и др.) массой не менее 1 кг каждого вида;

2) пинцет, иглы;

3) электронные весы;

4) чистая белая бумага, марля;

5) бинокляр, оптическая лупа;

6) 2%-ный раствор гипохлорида натрия;

7) фарфоровые чашки со стеклами;

8) сушильный шкаф;

9) подковообразный магнит;

10) 1%-ный раствор KMnO_4 ;

11) чашки Петри с агаровыми пластинками;

12) термостат.

Задания:

1) Изучить методику определения качества зерновых компонентов комбикормов;

2) Проанализировать качество зерновых компонентов комбикормов по приведенным ниже методикам;

3) Проанализировать полученные результаты и сделать вывод;

4) Ответить на вопросы для самопроверки

Порядок выполнения работы

Опираясь на нижеприведенный материал, изучить и законспектировать методики определения качества зерновых компонентов.

Затем проанализировать качество зерновых компонентов комбикормов в несколько этапов:

1. Определить внешний вид и цвет зерновых компонентов комбикормов;

2. Определить запах зерновых компонентов комбикормов;

3. Установить вкус зерновых компонентов комбикормов;

4. Провести анализ влажности зерновых компонентов комбикормов;

5. Установить засоренность зерна;
6. Определить вредные примеси в зерновых компонентах комбикормов;
7. Проверить зараженность амбарными вредителями;
8. Определить пленчатость зерновых компонентов комбикормов;
9. Установить обсемененность спорами грибов.

Для характеристики качества зерна применяют общие показатели, относящиеся к зерну всех культур, и специальные, применяемые лишь для зерна отдельных культур.

К общим показателям относят: цвет и внешний вид, вкус, запах, влажность, засоренность, зараженность амбарными вредителями, натуру. А к специальным - все показатели, характеризующие потребительские свойства зерна: стекловидность, выход и качество сырой клейковины (для пшеницы); крупность, пленчатость, содержание чистого ядра (для зерна крупяных культур); всхожесть и энергию прорастания (для пивоваренного ячменя) и другие.

Общие показатели - внешний вид, вкус, цвет и запах зерна устанавливают органолептическими методами.

Цвет и внешний вид определяют осмотром образца для выяснения его состояния.

В первую группу откладывают целые зерна, однородно окрашенные, без вкраплений другого цвета с гладкой блестящей поверхностью и свойственным данной культуре цветом.

Во вторую группу отбирают зерна, поврежденные и обломки. А в третью – зерна, имеющие отклонения в окраске:

- зерна с матовой или белесой поверхностью, а у пленчатых культур с потемневшими цветочными пленками (подмоченные или увлажненные);
- зерна с темной, неоднородной окраской, имеющие потемневшие зародыши, пятна плесени на поверхности (испорченное при хранении зерно);
- зерна, имеющие белесую или слишком темную окраску, морщинистую поверхность или сетчатую поверхность (морозобойное зерно);
- зерна с зеленоватой окраской (недозревшее зерно);
- зерна с темной окраской (неправильная сушка);
- зерна, имеющие цвет от красно-бурого до черного (подвергшиеся самосогреванию);
- зерна розоватого цвета (зараженные конидиями фузариума или мицелием гриба Ордина). Такое зерно называют розово окрашенным. Розово окрашенное зерно по размерам, структуре эндосперма, стекловидности не отличается от нормального зерна. В области зародыша (иногда и других частях зерновки) наблюдаются размытые пятна кирпично-розового цвета. Пигмент располагается внутри оболочек, поэтому розовая окраска не удаляется при трении между пальцами.

При выполнении этой части задания учитывают общее количество зерен (100%), также зерен каждой группы, определяя их долю. На основании анализа по цвету и внешнему виду зерновых компонентов пишут вывод.

Запах зерна вызывается находящимися в нем летучими веществами. В доброкачественном зерне их мало, запах его мало ощутим. Отклонение запаха от свойственного данной культуре может быть:

а) вследствие сорбционных свойств зерна. В этом случае зерно приобретает посторонние запахи от поглощения паров и газов (запах донника, полыни, чеснока, нефтепродуктов и т. д.);

б) вследствие неправильного хранения, что приводит к изменениям химического состава зерна. Эти запахи могут быть вызваны физиологическими и микробиологическими процессами. Зерно с наличием солодового, затхлого, плесенно-затхлого и гнилостного запахов относится к дефектному. Использование такого зерна на продовольственные и кормовые цели ограничено.

В практике хранения зерна запах положен в основу определения степени его порчи (степени дефектности). Установлено четыре степени дефектности зерна.

1-я степень - зерно с солодовым запахом. Нестойко без соответствующей обработки к дальнейшему хранению. Однако вполне пригодно к производственному использованию (в подсортировке к нормальному зерну);

2-я степень - зерно с плесенно-затхлым запахом. Такое зерно, в зависимости от степени поражения плесенными грибами, после соответствующей обработки его поверхности может быть приведено в состояние пригодности для продовольственного использования;

3-я степень - зерно с гнилостно-затхлым запахом. Может быть использовано только на технические цели;

4-я степень - зерно с совершенно изменившейся оболочкой, доведенной до буро-черного или черного цвета. Может быть использовано только для технических целей.

Вкус зерна выражен слабо. Обычно он слегка сладковатый, иногда со специфическим для данной культуры привкусом.

Зерно, обладающее явно сладким, горьким, кислым вкусом или имеющее посторонние привкусы считается недоброкачественным.

Горький вкус может появиться в результате разложения жира, зерна и поглощения горьких веществ из примеси (полынь, горчак, вязель); кислый обусловлен развитием микроорганизмов, вызывающих различные виды брожения; сладкий, свойственный проросшему или явно недозревшему (морозобойному) зерну.

Влажность, засоренность, и зараженность амбарными вредителями устанавливают физико-химическими методами.

Влажность зерна определяют по количеству свободной и физико-химически связанной влаги, удаляемой при высушивании образца, выраженному в процентах к массе исходного образца.

В зависимости от количества влаги различают четыре состояния зерна по влажности: зерно сухое, средней сухости, влажное и сырое (табл. 3.1).

Влажность зависит от спелости зерна, условий его уборки, сушки и хранения. Повышенное количество свободной воды требует обязательного просушивания зерна.

Таблица 3.1 – Влажность некоторых зерновых культур, %

Культура	Качество зерна			
	сухое	средней сухости	влажное	сырое
Пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха, рис, кукуруза	до 14	от 14 до 15,5	от 15,5 до 17	> 17
Просо	до 13,5	от 13,5 до 15,0	от 15,5 до 17	> 17
Подсолнечник	до 11	от 11 до 13	от 13 до 14,5	> 14,5
Клещевина	до 7	от 7 до 9	от 9 до 11	> 11

Засоренность характеризует физический состав партии зерна. Для определения состава примесей проводят анализ зерна на засоренность, которая является одним из основных показателей качества зерна. Засоренностью называется содержание примесей в партии зерна, выраженное в процентах к массе навески.

Для определения засоренности из средней пробы выделяют навеску, масса которой зависит от вида культуры (для пшеницы, ржи, ячменя, овса, гречихи, риса - 50 г; для проса - 25 г и т. д.).

При анализе примеси подразделяют на две основные фракции: сорную и зерновую.

К сорной примеси относят примеси, снижающие качество вырабатываемой продукции и ее выход:

- 1) минеральную примесь - песок, кусочки земли, гальку;
- 2) органическую - частицы стеблей, листьев, колосков и т.д.;
- 3) сорные семена - семена сорных и культурных растений, не относимых к зерну анализируемой партии;
- 4) зерна основной культуры с явно испорченным эндоспермом (зерна, обуглившиеся при сушке, загнившие, заплесневевшие, а также полностью изъеденные вредителями);
- 5) вредная примесь - семена и плоды, содержащие ядовитые вещества.

К зерновой примеси относят:

- 1) зерна основной культуры битые; изъеденные вредителями, если осталось менее половины зерна; проросшие с ростком, вышедшим наружу или утратившие росток; деформированные и изменившие цвет; раздутые при сушке (они увеличены в объеме); поврежденные неправильной сушкой и самосогреванием с измененным цветом оболочек и с затронутым ядром; щуплые, недоразвитые (зерна мелкие, со слабо развитым эндоспермом);

морозобойные зерна; зеленые зерна основной культуры (недозревшие); раздавленные зерна;

2) зерна других культур, не относящиеся к основному зерну (например, рожь и ячмень в пшенице).

В партиях зерна, поступающих на хлебоприемные и зерноперерабатывающие предприятия, содержится некоторое количество примесей, которые снижают качество зерна, ухудшают условия его хранения, а также отрицательно влияют на качество вырабатываемых продуктов. Семена некоторых сорняков содержат ядовитые вещества, которые могут вызвать отравление организма человека и животных. Поэтому содержание примесей в перерабатываемых партиях зерна ограничивается стандартом.

Вредные примеси, встречающиеся в партиях зерна, можно разделить на три группы:

а) грибы (ликозы), относящиеся к микроорганизмам, - головня и спорынья;

б) примеси животного происхождения - угрица;

в) семена сорняков - триходесма инканум, гелиотроп опушенноплодный, плевел опьяняющий, вязель разноцветный, горчак розовый, горчак софора, мышатник, дурман обыкновенный, белена черная.

Паразитические грибы - головня и спорынья не только вызывают заболевание злаковых культур, что ведет к значительной потере урожая, но и резко снижают качество зерна, а также представляют опасность для здоровья человека.

Зерно, на поверхности которого обнаружены споры головни, называется головневым. Оно имеет неприятный селедочный запах.

Если споры головни обнаружены на поверхности зерна, то такое зерно называется мارانым, а если в бороздке - синегузочным. Содержание головни в зерне строго нормируется стандартом (рисунок 3.1).

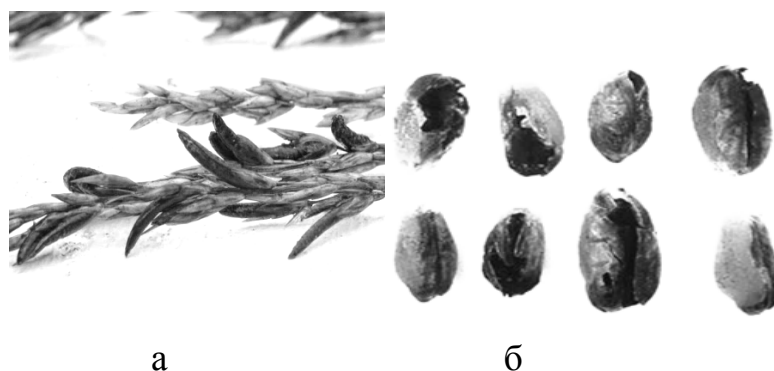


Рисунок 3.1 – Спорынья (а) и головня (б)

Угрица - паразит животного происхождения, относящийся к классу круглых червей. Встречается в южных районах в озимой пшенице в виде галлов темно-коричневого цвета, напоминающих недоразвитые зерна пшеницы. В разрезе галлы белого цвета. Внутри галлов находятся мелкие червячки -

нематоды размером до 0,5 мм. В пораженных завязях цветка вместо зерна пшеницы образуются галлы.

Практически в любых партиях зерна встречаются семена сорных растений. Сорные растения принято классифицировать:

1) по влиянию на человека – ядовитые, неядовитые;

2) по происхождению – сорные растения, произрастающие в определенных почвенно-климатических зонах; сорняки-космополиты – произрастают повсеместно; сорняки-спутники – предпочитают посевы определенных культур; карантинные сорняки, ранее на территории нашей страны не произрастали.

Ядовитые сорняки.

1) плевел опьяняющий. Относится к семейству злаковых. Является трудноотделимой примесью для злаковых культур. Распространен повсеместно. Содержит токсические вещества, которые вызывают у человека пищевые отравления, по внешним признакам похожие на опьянение (рис. 3.2).



Рисунок 3. 2 - Семена ядовитых растений

а - плод плевела опьяняющего; б - семя софоры крупноплодной; в - вязель разноцветный, плод; г - вязель разноцветный, семя; д - вязель разноцветный, членик боба; е - триходесма седая

2) вязель разноцветный. Распространен в южных регионах страны. Вызывает у человека пищевое отравление и влияет на работу сердца.

3) горчак розовый относится к карантинным сорнякам. Наиболее распространен на юге и юго-востоке европейской части страны, вызывает сильное пищевое отравление.

4) термопсис ланцетовидный (мышастик). Распространен в восточной и западной Сибири, на Камчатке. Термопсис ланцетовидный очень ядовитый сорняк, т. к. содержит большое количество ядовитых веществ.

5) софора лисохвостая, толстоплодная. Этот сорняк встречается на территории нашей страны.

6) гелиотроп опушенноплодный. Семя состоит из 4 орешков и имеет волосяной покров. Вызывает у человека токсическое отравление печени. Распространен в европейской части страны.

7) триходесма седая. Сорняк распространен в Средней Азии, вызывает нарушение речи, психические расстройства, пищевые отравления. Содержание триходесмы в зерне перед помолом не допускается.

В зерне содержание вредной примеси должно быть не более 0,05%, в том числе горчака или вязеля (отдельно или вместе) не более 0,04%; примесь семян гелиотропа и триходесмы инканум не допускается, куколя не более 0,1%.

Неядовитые сорняки - пырей (ползучий), овсюг, кострец ржаной, щетинник сизый, рисовое просо, крупноплодное просо, донник белый и желтый, полынь горькая, амброзия полыннолистная, василек синий, белена белая, белена черная, гречиха татарская, щавель конский, куколь, тысячеголов, вьюнок полевой, чеснок полевой, марь белая (лебеда), молочай (рисунок 3.3).

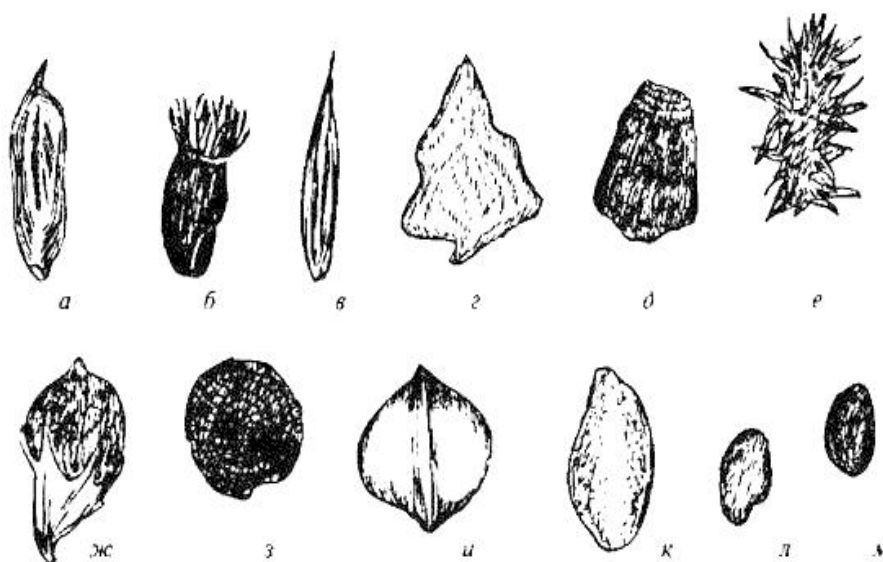


Рисунок 3.3 - Семена неядовитых сорняков

а - костер ржаной; б - василек синий; в - пырей ползучий; г - гречиха татарская; д - редька полевая; е - репешок; ж - плод донника; з - куколь; и - гречиха вьюнковая; к - вьюнок полевой; л - семя донника; м - мышей сизый

Стекловидность и пленчатость. Стекловидность характеризует консистенцию, структуру эндосперма. Зависит от количества, состава, свойств, размеров, формы и расположения крахмальных зерен; от количества, свойств и распределения белковых веществ; от характера и прочности связи между белками и крахмалом. В стекловидном зерне питательные вещества уложены очень плотно, между ними не остается микропромежутков; в мучнистом эти промежутки есть, они рассеивают свет, обуславливая непрозрачность и рыхлость эндосперма.

Пленчатость - содержание цветочных оболочек у пленчатых культур и плодовых оболочек у гречихи, выраженное в процентах к массе зерна. Крупное зерно имеет меньшую пленчатость и дает больший выход продуктов. Пленчатость является важным показателем при оценке качества крупяных культур. Чем больше пленчатость, тем меньше будет выход крупы при переработке зерна. У ячменя пленчатость не определяют. Пленчатость колеблется в широких пределах и зависит от вида культуры, сорта, района, условий произрастания и от спелости зерна.

Овес содержит больше пленок, чем просо, гречиха и рис. Самая низкая пленчатость у ячменя. У неспелого зерна пленчатость больше. Чем крупнее зерно, тем меньше в нем пленчатость.

Содержание пленок в зерне и семенах отдельных культур колеблется в процентах в следующих пределах: овес 20-40, просо 14-23, рис 15-30, ячмень 8-17, гречиха 17-25 %.

Пленчатость определяют снятием с зерна пленок вручную или на лабораторных шелушителях.

Зараженность зерна амбарными вредителями и поврежденность зерна. Зерновая масса, продукты переработки зерна и комбикорма являются благоприятной средой для развития вредителей. Чаще других в зернопродуктах находятся хлебные и хищные клещи. Определяют их количественно при рассматривании под лупой с пятикратным увеличением прохода через сито с диаметром ячеек 1,5 мм после просеивания 1 кг зерна. В этом же образце определяют зараженность зерна долгоносиком, хрущакami, мукоедом, молью и другими (рис. 3.4, 3.5).

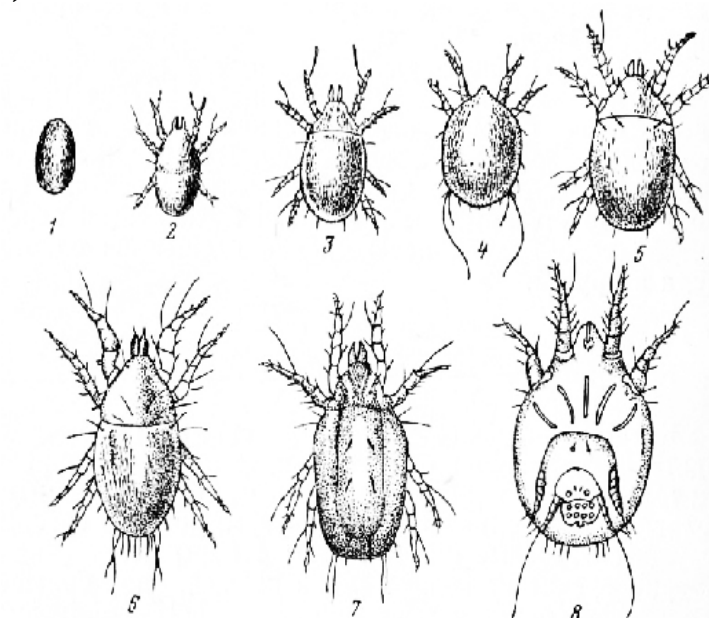


Рисунок 3.4 - Мучной клещ, паразиты зерна (по П. Д. Румянцеву и В. Н. Щеголеву)

1 - яйцо; 2 - личинка; 3 - первая нимфа; 4 - подвижный гипопус; 5 - вторая нимфа; 6 - самец; 7 - самка; 8 - гипопус снизу

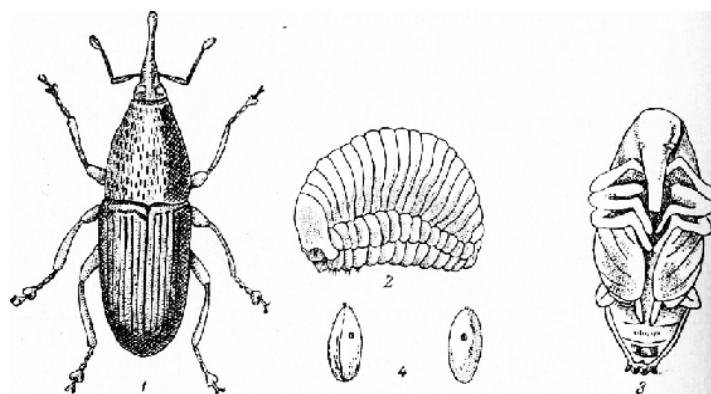


Рисунок 3.5 - Амбарный долгоносик (по Е. В. Зверозомб-Зубовскому)
1 - жук; 2 - личинка; 3 - куколка; 4 - повреждения зерна

Партии зерна, в которых обнаружены вредители, называют зараженными. Зараженность определяют при оценке качества любой партии зерна, муки, крупы, комбикормов. При благоприятных условиях для развития (оптимальной температуре, влажности, доступе воздуха) вредители очень быстро размножаются, вызывая резкое снижение качества и потерю массы хранящихся продуктов. Благоприятными условиями для развития большинства вредителей являются: температура 20-30°C, влажность 15-20% (для амбарного долгоносика минимальная влажность 11-12%).

Зараженные партии быстрее подвергаются самосогреванию. В партиях семенного зерна, прежде всего, снижается всхожесть. Контролю на зараженность подвергаются не только партии зерна, но и хранилища, оборудование (транспортное, зерноочистительное и т. д.), а также прилегающая территория. По форме и строению тела вредители делятся на три группы: а) клещи - паукообразные; б) жуки; в) бабочки.

Этап 1. Определение внешнего вида и цвета зерна.

Взвешивают 10 г зерна, рассыпают на листе белой бумаги и при рассеянном дневном свете сравнивают исследуемые зерна с описанием образцов, при этом пробу зерна разделяют на две группы в зависимости от внешнего вида:

Группа 1 – зерна, имеющие типичную для вида окраску;

Группа 2 – зерна, имеющие не типичную для данного вида зерна окраску.

Зерна из каждой группы взвешивают и определяют долю (в %) каждой группы. После этого делают вывод о качестве зерновых компонентов комбикормов по внешнему виду и цвету.

Этап 2. Определение запаха.

Взвешивают 4 порции зерна по 2 г и помещают их в фарфоровые чашки. Запах определяют, как в целом, так и в размолотом зерне, для этого две навески измельчают на мельнице. Все чашки закрывают стеклами. Для усиления запаха, зерно заливают 10 - 20 мл горячей воды (60-70°C), затем покрывают стеклом и через 2-3 мин определяют запах.

Анализируют запах, сравнивая с описанием, приведенным выше. Делают вывод о качестве зерновых компонентов комбикормов по запаху.

Этап 3. Определение вкуса.

Вкус определяют органолептическим методом - дегустацией, разжевывая 2 г размолотого зерна без примесей. На основании дегустации пишут вывод о вкусе исследованных компонентов.

Этап 4. Анализ влажности зерновых компонентов комбикормов.

Навески неразмолотого зерна массой 10 г подсушивают в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 30 мин, затем подсушенное зерно охлаждают и взвешивают. Затем определяют влажность основным методом. При определении общей влажности зерна учитывают массу навески до и после предварительного подсушивания.

Анализ проводится двумя параллельными опытами, расхождения между которыми не должны превышать 0,2 %. Если расхождения больше нормы, то значит, анализ сделан неверно, его требуется переделать.

Влажность рассчитывается по формуле 3.1:

$$W = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_1 - m}, \quad (3.1)$$

где W - влажность; m₁ – масса бюкса с навеской до высушивания, г; m – масса бюкса; m₂ – масса бюкса с навеской после высушивания и охлаждения, г.

На основании анализа при сравнении с методическими указаниями делают вывод о влажности зерновых компонентов комбикормов.

Этап 5. Определение засоренности зерна.

Для этого из средней пробы выделяют навеску для пшеницы, ржи, ячменя, овса, гречихи, риса - 50 г; для проса - 25 г. При анализе примеси подразделяют на две основные фракции: сорную и зерновую. Сорную примесь разделяют на 5 классов, как указано в методических указаниях (см. выше). Определяют массу каждой группы и вычисляют их долю. На основании анализа делают вывод о засоренности зерновых компонентов комбикормов.

Этап 6. Определение вредных примесей.

Сорную пробу зерна разделяют на три группы (крупные и металломагнитные примеси, мелкое зерно) и делают вывод о наличии и доле вредных примесей в пробе.

Анализ на засоренность состоит из следующих этапов:

А) выделение крупной примеси (с диаметром более 6 мм) из средней пробы по формуле 3.2:

$$X_{\text{пр.}} = m_{\text{пр.}} / m_{\text{нав.}} \times 100, \quad (3.2)$$

где X_{пр.} – содержание примесей; m_{пр.} – навеска зерна, г; m_{нав.} – масса навески.

Б) определение содержания металломагнитной примеси.

Анализ проводят вручную при помощи подковообразного магнита, проводя магнитом над поверхностью рассыпанного ровным слоем 1 кг зерна на листе бумаги. Намагниченные примеси счищают с магнита кистью и взвешивают. Содержание металломагнитной примеси определяют в мг на 1 кг.

В) определение содержания мелкого зерна. Для этого мелкие зерна, имеющие размер менее 1 мм взвешивают. Содержание мелкого зерна выражают в процентах по отношению к чистому зерну, а не к массе навески. Содержание мелкого зерна рассчитывается по формуле 3.3:

$$X_{\text{м.з.}} = m_{\text{м.з.}} / m_{\text{осн.з.}} \times 100, \quad (3.3)$$

где $X_{\text{м.з.}}$ – содержание мелкого зерна; $m_{\text{м.з.}}$ – масса мелкого зерна; $m_{\text{нав.}}$ – масса навески;

Затем пробу мелкого зерна разбирают и определяют вредную примесь – семена головни и плевела опьяняющего, донника и дикого чеснока.

Если при разборе основной навески были обнаружены испорченные зерна, то из чистого зерна основной навески берется дополнительная навеска массой 10 г. В этой навеске зерна шелушатся (для пленчатых) и разрезаются поперек. Это связано с тем, что не всегда при внешнем осмотре можно обнаружить испорченные зерна, особенно для пленчатых культур. Общее содержание испорченных зерен рассчитывается по следующей формуле (3.4):

$$X_{\text{исп.}} = 2 m_2 + m_1 \times m / 5, \quad (3.4)$$

где $X_{\text{исп.}}$ – содержание испорченных зерен; m_2 – масса испорченных зерен основной навески; m_1 – масса испорченных зерен дополнительной навески; m – масса чистого зерна в основной навеске.

Массу чистого зерна в основной навеске можно определить по следующей формуле (3.5):

$$m = m_{\text{нав.}} - (m_{\text{сп}} + m_{\text{зп}}), \quad (3.5)$$

где $m_{\text{нав.}}$ – масса навески; $m_{\text{сп}}$ – масса сорной примеси; $m_{\text{зп}}$ – масса зерновой примеси.

На основании анализа делают вывод о содержании вредных примесей в зерновых компонентах комбикормов.

Этап 7. Оценка зараженности зерна амбарными вредителями.

Различают скрытую и явную формы зараженности зерна. Для этого весь сход с сита разравнивают тонким слоем на разборной доске и выбирают вручную крупных вредителей – большого мучного хрущака и других просматривают на белой бумаге и выбирают более мелких насекомых –

долгоносиков, малых мучных хрущаков, а затем на черной бумаге через лупу с увеличением в 4-4,5 раза для обнаружения клещей.

Скрытую форму зараженности зерна долгоносиком определяют:

а) раскалыванием по бороздке 50 целых зерен, отобранных без выбора из средней пробы. Зараженность зерна выражают в процентах к 50 взятым зернам;

б) окрашиванием 15 г зерна 1%-ным раствором KMnO_4 . Места повреждения зерна (пробочки) окрашиваются в черный цвет. Зараженные зерна подсчитывают, делят на 3 и умножают на 200, чтобы пересчитать на 1 кг зерна.

Зараженность выражают количеством экземпляров живых вредителей в 1 кг зерна.

Для клещей и долгоносиков установлены три степени заражения.

Для клещей:

I степень – 1-20 экз/кг

II степень – свыше 20 экз/кг

III степень – клещи образуют сплошной войлочный слой.

Для долгоносиков:

I степень – 1-5 экз/кг

II степень – 6-10 экз/кг

III степень – свыше 10 экз/кг.

Поврежденные зерна подсчитывают и устанавливают степень поврежденности:

I степень – до 3%

II степень – 3-5%

III степень – 5-10%

IV степень – свыше 10%.

На основании анализа делают вывод о зараженности зерновых компонентов амбарными вредителями.

Этап 8. Определение пленчатости.

Для анализа берут по две навески (для гречихи и проса массой 2,5 г, для овса и риса - 5 г) из основного зерна, оставшегося после определения засоренности и удаления из него битых и мелких зерен.

Снятые пленки взвешивают на технических весах, и результат выражают в процентах по отношению ко взятой навеске.

На основании анализа делают вывод о степени пленчатости зерновых компонентов комбикормов.

Этап 9. Определение обсемененности спорами грибов.

Заражение спорами грибов зерновых компонентов может быть поверхностным и субэпидермальным (глубинным).

А) для определения поверхностного заражения отсчитывают 20 зерен и раскладывают на агаровую пластинку в чашку Петри по 10 шт. на равном расстоянии. Чашку заворачивают в бумагу, маркируют и помещают в термостат на 7 суток.

Б) для определения субэпидермального заражения спорами, отсчитывают 50 зерен, помещают их в марлевый мешочек и переносят в стакан

с 2%-ным раствором гипохлорида натрия на 1,5-2 минуты. Затем дважды промывают стерильной водой и выкладывают на стерильный агар в чашку Петри по 10 шт. на равном расстоянии. Чашку заворачивают в бумагу, маркируют и помещают в термостат на 7 суток.

Через 7 суток чашки разворачивают и, не открывая, подсчитывают количество колоний грибов, суммируя их. Количество диаспор вычисляют по формуле 3.6:

$$N \text{ диаспор} = \frac{N_k \times 1000}{N_{\text{ч}}} - 1400, \quad (3.6)$$

где N_k – количество колоний грибов, шт.; $N_{\text{ч}}$ – количество чашек Петри, шт.

Например: всего обнаружено 8 колоний в 5 чашках Петри, тогда количество диаспор паразитических грибов составит

$$N \text{ диаспор} = \frac{8 \times 1000}{5} - 1400 = 200 \text{ шт.}$$

На основании анализа делают вывод о степени обсемененности спорами грибов зерновых компонентов комбикормов.

В заключение данной лабораторной работы необходимо провести сравнительный анализ полученных результатов, с нормативами, приведенными в табл. 3.2 и сделать итоговый вывод о качестве зерновых компонентов комбикормов.

Таблица 3.2 - Органолептические показатели и показатели безопасности зерна (в ред. Изменения N 1, утв. Приказом Росстандарта от 20.09.2013 N 1082-ст)

Наименование показателя	Характеристика и норма
Состояние	в негреющемся состоянии
Цвет	свойственный нормальному зерну
Запах	свойственный здоровому зерну пшеницы; посторонний запах (затхлый, солодовый, плесневый, гнилостный) не допускается
Зараженность вредителями	не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени
Содержание минеральной примеси, %	не более 1,0
Содержание вредной примеси, %	не более 0,2
- спорынья и головня (в совокупности)	не более 0,1
- семена горчака ползучего и вяза	не более 0,1
разноцветного (в совокупности)	
- семена гелиотропа	не допускается
опушенноплодного и триходесмы	
седой	

Наименование показателя	Характеристика и норма
Содержание испорченных зерен в составе сорной примеси, %	не более 0,1
Содержание куколя в составе сорной примеси, %	не более 0,5
Содержание головневых (маранных, синегузочных) зерен, %	не более 10,0
Содержание сорной примеси, %	не более 5
Содержание зерновой примеси, %	не более 15

Оформление и защита работы

Работа выполняется поэтапно и оформляется в виде конспекта и необходимых расчетов.

Для защиты данной лабораторной работы нужно:

- предоставить преподавателю конспект работы, проведенный анализ качества зерновых компонентов комбикормов по 9 критериям;
- на основании проведенной оценки сделать соответствующие выводы;
- ответить на вопросы по теме лабораторной работы.

Для подготовки к защите необходимо использовать вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте пищевую ценность зерновых компонентов.
2. Для каких видов рыб зерновые компоненты составляют основу комбикорма?
3. Опишите ход выполнения работы.
4. Какие методики используют для выполнения данной работы?
5. Опишите методику определения сорных примесей.
6. Как определяют вредные примеси?
7. Опишите методику определения обсемененности спорами паразитических грибов.
8. Как оценивают внешний вид, цвет, запах, вкус зерновых компонентов?
9. Как определяют влажность зерновых компонентов?

Список рекомендованной литературы

1. ГОСТ 3040-55 – Зерно. Методы определения качества.
2. Иванова, Т.Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров. – Москва: Академия, 2004.
3. Медведев, П. В. Комплексная оценка потребительских свойств зерна и продуктов его переработки / П.В. Медведев, В.А. Федотов, И.А. Бочкарева // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 7-1 (38). С. 77-80.
4. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
5. Корма и кормление в аквакультуре: учебник / Е.И. Хрусталева, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – СПб.: Лань, 2017. 388 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Оценка качества рыбной муки

Цель работы: получить навыки определения качества рыбной муки, как основного компонента комбикормов для рыб.

Оборудование, материалы и реактивы:

- 1) набор разных видов рыбной муки;
- 2) пинцеты;
- 3) электронные весы;
- 4) чистая белая бумага;
- 5) бинокли;
- 6) металлические сита с отверстиями диаметром 1 мм;
- 7) фарфоровые ступки с пестиком;
- 8) банки (бюксы) с притертой пробкой, мерные стаканы, колбы;
- 9) подковообразный магнит;
- 10) фильтровальная бумага;
- 11) химические реактивы для определения перекисного числа (хлороформ, ледяная уксусная кислота, раствор KIO_3 , дистиллированная вода, крахмал, тиосульфат натрия, спирто-эфирная смесь 1:1, фенолфталеин, 0,1 н раствор KOH).

Задания:

- 1) Изучить методику определения качества рыбной муки;
- 2) Проанализировать качество рыбной муки по приведенным ниже методикам;
- 3) По результатам оценки сделать вывод;
- 4) Ответить на вопросы для самопроверки.

Порядок выполнения работы

Работа проводится в несколько этапов:

1. Используя нижеприведенный материал, студенты внимательно изучают методики определения качества рыбной муки и делают необходимые для выполнения работы конспекты. Проводят отбор проб.

Рыбная мука – это один из ценнейших источников полноценного белка, жирных кислот, витаминов А, D и группы В, кальция, фосфора, йода и селена. В рыбной муке содержится протеина не менее 60-65 %, в особо качественном продукте этот показатель может быть 74 %, причем переваримость рыбной муки может достигать 89-92 %.

Жирные кислоты, содержащиеся в рыбной муке, находятся с ними в оптимальном соотношении омега-6 к омега-3 (в пределах от 10:1 до 5:1).

Вырабатывается рыбная мука из непищевых видов рыб, морских млекопитающих, ракообразных и из отходов переработки пищевых рыб, крабов, креветок.

По всему миру ежегодно производится 6-6,5 млн т рыбной муки. Лидером производства рыбной муки является Перу (обеспечивающая 1/3 всего объема поставок), далее идут Чили, Китай, Таиланд, США, Исландия, Норвегия, Дания и Япония.

Для изготовления одной тонны сухого продукта уходит 4-5 т рыбы. Обычно используются следующие виды рыб: анчоусы, сельдь, менхэден, сардины, сельди и корюшка.

Рыбная мука бывает двух видов. Первый вид – это промысловая (корабельная), выработанная на судне в процессе лова рыбы. Основной состав – малоценная и сорная рыба, рыба, которую не успели заморозить, прилов и отходы после разделки рыбы. С учетом постоянного снижения объемов лова – это дефицитный и довольно дорогостоящий продукт. Основным достоинством такой муки является то, что в море ее невозможно фальсифицировать, так как на рыболовецком судне нет никаких компонентов, которые можно было бы в нее внести. Недостатки – в силу технологии: неоднородное и непостоянное содержание протеина и золы, не всегда удовлетворительное качество помола (кости, глаза и т.д.), иногда отсутствует антиоксидант.

Второй вид муки – это береговая мука, которая производится на рыбомучных установках, находящихся на берегу. В данном случае рыбную муку промышленным способом доводят до необходимой кондиции – измельчают, «выравнивают» протеин с помощью белковых компонентов, поэтому такую рыбную муку необходимо более тщательно исследовать.

Рыба может вылавливаться и перерабатываться непосредственно на кораблях-фабриках, либо переправляться на берег. Так как рыба является скоропортящимся продуктом для хранения и транспортировки, то не обходится без использования морозильных установок и льда.

Можно выделить следующие этапы приготовления рыбной муки: варка, прессование, сушка и помол.

Существует несколько методов производства высококачественной муки, однако все они основываются на отделении сухого вещества от жира и воды. Если не требуется экстрагирование жира, то прессование пропускают. В процессе варки рыба проходит через длинный, винтовой конвейер с паровой рубашкой, в котором коагулируют тканевые белки. Это очень важный этап, также ответственный за стерилизацию продукта и подготовки его к удалению бульона, представляющего смесь воды, жира и белка. После варки бульон удаляется прессованием, и остается только сухой остаток, называемый фильтр-прессным осадком. Затем бульон центрифугируется для отделения жира, который подвергается очистке перед помещением на хранение. Кроме того, для стабилизации в жир добавляются антиоксиданты, после чего он помещается в герметичные емкости для предотвращения контакта с воздухом, теплом или светом.

После того как жир и сухой осадок удалены из бульона, оставшаяся жидкость называется подпрессовый бульон или подпрессовая жидкость (около 65% сырого вещества). Это остаток является очень питательным, потому что содержит минералы, витамины, некоторое количество остаточных жиров и не менее 20% растворенного и нерастворимого белка. Подпрессовый бульон выпаривается до консистенции плотного сиропа, включающего 30-50 % сухого вещества. Данное вещество иногда продается как конденсированный рыбий раствор, а также может добавляться обратно в фильтр-прессный осадок и высушиваться вместе с ним. Исходя из состава муки, она продается либо как мука, содержащая исключительно фильтр-прессный осадок, либо как поликомпонентная.

На окончательном этапе рыбная мука высушивается так, что остаточной влажности недостаточно для развития плесени или бактериального налета. Сушка производится прямым и непрямым путями. В первом случае, процесс проходит очень быстро и требует горячего воздуха, который проходит над мукой, вращаемой в цилиндрическом барабане. Если обработку проводить неаккуратно или пересушить, то продукт получится выжженным с низкой пищевой ценностью. Непрямая сушка предполагает наличие цилиндра с паровым обогревом или цилиндра, содержащего диски с паровым отоплением, через которые проходит мука. Как только мука высушивается, она просеивается для равномерного размера частиц и упаковывается.

Количество жира, содержащегося в рыбной муке, определяет её качество. Как правило, в рыбной муке содержится сырого жира более 10%, причем он может легко окисляться из-за высокого наличия ненасыщенных жирных кислот. Если содержание жира в рыбной муке превышает 18%, такая мука не может долго храниться. Большое содержание жира, повышенная влажность продукта, доступ кислорода, термическое воздействие, обсемененность микроорганизмами - факторы, способствующие окислению жиров. Окисление жиров снижает энергетическую ценность, приводит к накоплению опасных для здоровья животных соединений, снижению потребления кормов и продуктивности. Кроме того, окисление жира в рыбной муке приводит к значительному снижению доступности такой важнейшей аминокислоты, как лизин. Поэтому рыбная мука должна быть стабилизирована путем ввода в нее антиоксидантов.

Для установления окислительной порчи рыбной муки в ней определяют кислотное и перекисное число жира, а так же присутствие альдегидов.

По органолептическим, физическим, химическим и ветеринарно-санитарным показателям кормовая рыбная мука должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 4.1.

Таблица 4.1 - Органолептические, физические, химические и ветеринарно-санитарные показатели рыбной муки

Наименование показателя	Характеристика и норма	Метод испытания
Внешний вид:		по ГОСТ 7636
- рассыпной	сыпучая, без слежавшихся, плотных (не разрушаемых при надавливании) комков, без наличия признаков заплесневения. Допускается мелковолоконистость	
- гранулированной	гранулы цилиндрические	
Запах	свойственный данному виду муки, без постороннего запаха (затхлого, плесенного, гнилостного и других посторонних запахов)	по ГОСТ 13496.13
Крупность помола:		
- рассыпной	не допускается остаток на сите с отверстиями диаметром 5,0 мм	по <u>ГОСТ 7631</u>
- гранулированной	остаток на сите с отверстиями диаметром 3,2 мм не более 15%	
	остаток на сите с отверстиями диаметром 2 мм не более 30 %	
Массовая доля воды, %, не более:		
- в рассыпной	5,0	по ГОСТ 13496.15 ГОСТ 7636 ГОСТ 31795
- из криля	10,0	
- из других видов сырья	12,0	
- в гранулированной	13,0	
Массовая доля жира, %, не более:		по ГОСТ 13496.4, ГОСТ 7636, ГОСТ 31795
- из криля	18,0	
- из других видов сырья	14,0	
Массовая доля сырого протеина, %, не менее:		по ГОСТ 26657, ГОСТ 31795
- из рыбы, кальмара и морских млекопитающих	50,0	
- из креветок и криля	42,0	
- из крабов	36,0	
Массовая доля фосфора, %, не более:		по ГОСТ 7636
- из криля	5,5	
- из других видов сырья	5,0	
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	5,0	по ГОСТ 26570, ГОСТ 7636, ГОСТ 31795
Массовая доля кальция, %, не более	13,0	по ГОСТ 7636, ГОСТ 13496.9, ГОСТ 31484
Металломагнитная примесь размером не более 2 мм, мг/кг, не более	100,0	

Наименование показателя	Характеристика и норма	Метод испытания
Массовая доля антиокислителя, %:		по ГОСТ 7636, ГОСТ 29113
- агидола (ионола), не более - карбамида	0,1 0,12-0,3	
Наличие посторонних примесей	не допускается	по ГОСТ 7636, ГОСТ 7631
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, %, не более	1,0	по ГОСТ 13496.14, ГОСТ 7636
Патогенная микрофлора	не допускается	по ГОСТ 25311
Кислотное число, мг КОН на 1 г, не более	55,0	по ГОСТ 13496.18
Примечание - допускается выпуск кормовой муки (кроме муки из криля) с массовой долей жира более 14% при массовой доле влаги не более 8%.		

Отбор проб. Оценку качества следует проводить в определенной последовательности, сначала определяя состояние маркировки, упаковки товара. Затем из мешка из разных слоев (сверху, из середины, снизу) берут выемки (или точечные пробы), смешивая которые получают объединенные пробы. Для сбора проб пользуются щупом, вводя его в трех местах по боковому шву: вверху, в середине, внизу. Отобранные точечные пробы тщательно перемешивают, получая объединенную пробу, из которой затем и выделяют среднюю. Часть объединенной пробы, выделенная из определенного количества партии, называется средней пробой.

3. После того, как пробы рыбной муки отобраны, проводят органолептическую оценку.

Для этого пробу муки массой около 500 г следует разделить методом квартования на две части, контролируя при этом тщательность перемешивания муки, равномерность распределения ее (по высоте) на листе стекла или бумаги.

Одна часть пробы (до 250 г) должна быть просеяна через металлическое сито с отверстиями диаметром 1 мм. Остаток (сход) должен быть измельчен в фарфоровой ступке и вновь просеян. Операцию измельчения и просеивания следует повторять до тех пор, пока образец муки не будет полностью просеян через сито с отверстиями установленного диаметра. При измельчении образца необходимо контролировать качество измельчения и полноту просеивания. Хранить образец, подготовленный для анализа, необходимо в банке с притертой пробкой.

Вторая часть пробы должна быть оставлена в первоначальном виде. Она будет использована для определения крупности помола, содержания в муке песка, частиц железа (ферромагнитных примесей), стекла и пр.

Оценку выполняют в несколько стадий:

А) Определение ферромагнитных примесей. Пробу рыбной муки взвешивают, рассыпают ровным тонким слоем на листе белой бумаги. Над пробой рыбной муки медленно проводят магнитом. Намагниченные примеси

счищают с магнита кистью и взвешивают. Содержание металломагнитной примеси определяют в мг на 1 кг.

Б) Определение цвета. Цвет, запах, консистенция рыбной муки очень специфичны. При добавлении муки животного происхождения запах заметно изменяется, а при истекшем сроке годности и окисленном жире в продукте присутствует запах несвежести - прогорклости. Наличие посторонних примесей (волосяной покров, части растительных компонентов) также укажет на возможный факт фальсификации.

Цвет муки должен быть: однородный сыпучий порошок светло-рыжего цвета, со специфическим рыбным вкусом. Слишком тёмный цвет рыбной муки (ближе к коричневому) - мука сделана из рыбных отходов не первой свежести (например, отходы консервных заводов).

В) Анализ запаха. Хорошая рыбная мука имеет запах рыбы. Фальсифицированная и некачественная рыбная мука имеет запах аммиака, прогорклый аромат, запах растительного сырья со смешанным вкусом, смешанный с другими кормами для животных, смешанный с животными запахами. Обычная рыбная мука, запеченная с помощью электромагнитной печи, имеет запах рыбы, если есть посторонний запах или ароматический аромат, то это признаки фальсифицированной рыбной муки.

Г) Определение вкуса и осязания. Вкус - это самая важная вещь для определения качества рыбной муки. Хорошая рыбная мука тает во рту, на вкус, как рыбное филе. Некачественная рыбная мука имеет специфический терпкий, горький вкус со специфическими привкусами.

Осязание. Большой и указательный палец помещают в пробу и аккуратно крутят в рыбной муке. Качественная рыбная мука на ощупь гладкая без включений и однородная. Фальсифицированная и некачественная рыбная мука имеет сыроватую субстанцию с крошечными частицами.

Д) Химические показатели

Влажность. Применяется метод определения влаги высушиванием навески до постоянной массы при 100-105 °С. Две пронумерованные открытые бюксы и крышки высушивают в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С до постоянной массы, охлаждают в эксикаторе и взвешивают с точностью до третьего десятичного знака.

В каждую просушенную и взвешенную бюксу помещают навеску продукта массой $(5,000 \pm 0,005)$ г, которую разравнивают по дну бюксы тонким слоем.

Открытые бюксы с навеской исследуемого продукта и крышки от них помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до температуры 100-105°С. Высушивание проводят в течение 2 ч, считая с момента установления температуры 100 °С.

По истечении 2 ч бюксы вынимают из сушильного шкафа тигельными щипцами, быстро закрывают крышками и ставят в заправленный эксикатор для охлаждения до комнатной температуры (примерно на 20 мин), после чего их взвешивают с точностью до третьего десятичного знака.

Затем высушивание, охлаждение и взвешивание повторяют через каждый час до получения постоянной массы. Постоянную массу считают достигнутой, если уменьшение массы при двух последних взвешиваниях не превышает 0,005 г.

Обработка результатов. Массовую долю влаги в процентах вычисляют по формуле 4.1:

$$W = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_1 - m}, \quad (4.1)$$

где W - влажность; m₁ – масса бюксы с навеской до высушивания, г; m – масса пустой бюксы, г; m₂ – масса бюксы с навеской после высушивания и охлаждения, г.

За результат определения влаги принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, которые вычисляют до второго десятичного знака и округляют до десятых долей процента.

Допускаемые расхождения между результатами двух параллельных определений и между результатами, полученными в разных условиях, не должны превышать 0,2 и 0,4% соответственно.

Кислотное и перекисное число жира. Эти показатели позволяют оценить качество жира рыбной муки. Кислотное число – характеризует степень гидролиза жира и наличие свободных жирных кислот, ди- и моноглицериды. Перекисное число – характеризует степень окисления, при котором образуются первичные продукты окисления – гидроперекиси и пероксиды, и вторичные – альдегиды и оксикислоты. При контроле рыбной муки максимально (рекомендуемое) значение кислотного числа должно быть не более 20 мг КОН на 1 г жира, а перекисное число – не более 0,1% I₂.

Определение перекисного числа состоит из нескольких этапов.

1. Приготовление мисцеллы:

- взвесить рыбную муку навеской 10 г;
- измельчить навеску;
- залить хлороформом, в объеме, превышающем 2 объема навески;
- интенсивно перемешать в течение 10 мин и поставить в темноту на 1 час;
- профильтровать и промыть 100 мл хлороформа.

Полученный раствор называется мисцелла.

2. Извлечение липидов (проводят в тройной повторности):

- стакан для исследований взвесить;
- отобрать 10 мл мисцеллы и перелить в стакан;
- поместить под тягу или сушильный шкаф при температуре 105 °С и выпаривать до постоянной массы;
- взвесить стакан.

Массу липидов определить по формуле 4.2:

$$P = M_2 - M_1 \quad (4.2)$$

где P – масса липидов, г; M_2 – масса стакана с липидами, г; M_1 – масса пустого стакана, г.

3. Определение перекисного числа:

- в химический стакан отмеряют 20-25 мл мисцеллы;
- приливают смесь хлороформа и ледяной уксусной кислоты (1:1), в объеме, превышающем мисцеллу в 1,5 раза;
- переносят в колбу и прибавляют 1 мл насыщенного раствора KIO_3 ;
- настаивают в темноте около 20 мин;
- прибавляют 50 мл дистиллированной воды и 3 мл крахмала;
- титруют тиосульфатом натрия до появления синего окрашивания;
- количество гидроперекисей определяют по формуле 4.3:

$$V_{\Gamma} = (V_1 - V_0) \times 0,0002538 \times 100 \times k / p \quad (4.3)$$

где V_{Γ} – количество гидроперекисей; V_1 – объем тиосульфата, пошедшего на титрование мисцеллы, мл; V_0 – объем тиосульфата, пошедшего на титрование контрольной пробы, мл; k – поправка к титру; p – навеска липидов.

Через 2 часа настаивания проводят обратное вычисление. Пробу повторно титруют и определяют количество пероксидов по формуле 4.4:

$$V_{\Pi} = (V_1 - V_0 - V_2) \times 0,1269 \quad (4.4)$$

где V_{Π} – количество пероксидов; V_1 – объем тиосульфата, пошедшего на титрование мисцеллы, мл; V_0 – объем тиосульфата, пошедшего на титрование контрольной пробы, мл; V_2 – объем тиосульфата, пошедшего на повторное титрование, мл.

Количество перекисей вычисляют как сумму пероксидов и гидроперекисей.

Определение кислотного числа:

- отбирают 20 мл мисцеллы;
- прибавляют спирто-эфирную смесь (1:1) в соотношении 3-4 части на одну часть мисцеллы (чем темнее мисцелла, тем больше должно быть спирто-эфирной смеси);
- прибавляют 1 мл фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором КОН (5,6 г КОН растворить в 1 литре воды) до появления устойчивой розовой окраски в течение 10 сек.
- кислотное число определяют по формуле 4.5:

$$X = \frac{a \times 5,61 \times k}{p}, \quad (4.5)$$

где X – кислотное число, мг КОН на 1 г; а - количество КОН, пошедшее на титрование, мл; p – навеска жира, г; k - поправка к титру.

Кислотность муки – это показатель, позволяющий судить о свежести муки и условиях хранения. Общая титруемая кислотность муки обуславливается содержанием в ней свободных кислот и кислых солей. Выражают кислотность в градусах, под которыми понимают количество миллилитров 0,1 н раствора щелочи, расходуемой на нейтрализацию кислот и кисло-реагирующих соединений, содержащихся в 100 г муки.

Для оценки качества муки по этому показателю пользуются следующими данными: у свежей пшеничной муки высшего и 1-го сорта кислотность не более 3 - 3,5; у муки 2-го сорта – 4,5; у обойной – не более 5; у ржаной муки – 4 - 5,5 мг КОН/ г.

По результатам проведенной органолептической, химической, физической оценки рыбной муки сделать вывод о ее качестве и соответствии ГОСТу, опираясь на данные табл. 4.1.

Оформление и защита работы

Работа оформляется в виде конспекта и расчетов, по результатам анализов делается заключение о качестве рыбной муки.

Для защиты данной лабораторной работы необходимо:

- предоставить преподавателю конспект работы с проведенными анализами;
- написать вывод;
- ответить на вопросы по теме лабораторной работы.

Для подготовки к защите необходимо использовать вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте пищевую ценность рыбной муки, для каких видов рыб рыбная мука составляет основу комбикорма?
2. Опишите ход выполнения работы.
3. Какие методики используют для выполнения данной работы?
4. Опишите методику определения перекисного числа.
5. Как определяют кислотное число?

Список рекомендованной литературы

1. Корма. Комбикорма. Комбикормовое сырье. Методы анализа: Сб. ГОСТов. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002.
2. Корма и кормление в аквакультуре: учебник / Е.И. Хрусталева, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – СПб.: Лань, 2017. – 388 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Оценка качества комбикормов для рыб

Цель работы: получить навыки оценки качества рецептуры комбикормов для ценных видов рыб.

Оборудование, материалы и реактивы:

- 1) набор разных компонентов комбикормов;
- 2) набор стартовых и продукционных комбикормов для лососевых, осетровых рыб различных производителей;
- 3) пинцеты, скальпели, препаровальные иглы, штангенциркуль;
- 4) электронные весы;
- 5) лабораторное сито № 2, № 3;
- 6) реактивы: 3%-ный раствор NaCl;
- 7) чистая белая бумага;
- 8) бинокляры.

Задания:

- 1) Изучить методики и провести органолептическую и химическую оценку комбикорма для рыб;
- 2) Проанализировать качество представленной рецептуры комбикорма;
- 3) Сделать вывод;
- 4) Ответить на вопросы для самопроверки

Порядок выполнения работы

1. Используя нижеприведенный материал, изучить и законспектировать методики отбора проб комбикормов. Отобрать пробу комбикорма для анализа. Заполнить акты отбора средней пробы.

Для проведения анализа любого вида корма или составляющих его компонентов следует правильно взять средний образец.

При хранении комбикорма на складах разовые пробы берут вагонным или амбарным щупом. Для этого поверхность комбикорма делят на квадраты площадью примерно по 4–5 м². Выемки делают посередине каждого квадрата. Если корма на складе насыпаны высотой более 75 см, пробы следует отбирать из трех слоев – верхнего (10–15 см), среднего и нижнего (у самого пола). Если высота насыпи не более 75 см, пробы отбираются только с верхнего и нижнего слоев.

Для выемки комбикорма из грузовых машин или небольших по площади насыпей в складах используют щуп с укороченной ручкой или широкий конус из пяти различных мест (по схеме конверта), но не ближе 0,5 м от краев, со всей глубины насыпи.

Из зашитых мешков исходный образец берут мешочным щупом из верхней и нижней их частей. Количество мешков для получения исходного образца должно быть не менее 5 % от партии. Общая масса исходных образцов, взятых из каждой партии корма, должна быть не менее 4 кг.

Для выделения средней пробы из общей рекомендуется применять метод квартования. Исходные образцы высыпают (отдельно для каждой партии) на чистую гладкую поверхность и с помощью специальных планок (деревянных, синтетических или других) разравнивают в виде квадрата. Затем одновременно с двух противоположных сторон их ссыпают на середину таким образом, чтобы в результате получился валик. После этого валик также захватывают с двух концов и вновь ссыпают на середину. Перемешивание каждого образца повторяют три раза. Тщательно перемешанные образцы одной партии корма разравнивают тонким слоем и по диагонали делят на четыре треугольника. Два противоположных треугольника удаляют, а два оставшихся соединяют вместе, вновь перемешивают и делят указанным способом. Деление продолжают до тех пор, пока в двух треугольниках не останется примерно два килограмма корма, которые и будут представлять средний образец.

Полученный средний образец делят на две части, одну из которых хранят в течение месяца (на случай арбитража), а другую используют для анализов.

Для анализа пастообразных кормов исходный образец также получают путем тщательного их перемешивания не менее трех раз, а затем из пяти различных мест (по схеме конверта) берут среднюю пробу.

При отборе проб заполняют «Акты отбора средней пробы» (см. приложение 1). Средние пробы помещают в чистую тару и вместе с этикеткой направляют в лабораторию для анализа. В этикетке указывается наименование корма, его рецепт, общая масса партии, время и место отбора образца. Этикетка подписывается исполнителем.

2. Изучить и законспектировать методику проведения органолептического анализа. Провести органолептическую оценку отобранной ранее средней пробы комбикорма.

Внешний вид, запах и цвет комбикормов должны соответствовать показателям доброкачественных компонентов, которые входят в их состав. Не допускается наличие признаков порчи, плесени и гнилостного запаха. Массовая доля влаги (влажность) комбикормов для рыб не должна превышать 14,5 %. Кроме того, установлены требования по крупности, наличию песка, металломагнитных примесей, вредных примесей в виде куколя, плевела опьяняющего и др., зараженности вредителями и т.д. Не допускается наличие патогенной микрофлоры. Комбикорма и кормовые добавки не должны быть токсичными для животных. Содержание радионуклидов в сырье для производства комбикормов, БВМД и премиксов не должно превышать контрольных уровней, утвержденных ГОСТом.

Доброкачественность кормов или их компонентов обычно начинают определять с внешнего осмотра образца. При его осмотре, прежде всего, обращают внимание на однородность, цвет и запах корма. Однородные по своей консистенции корма не должны содержать посторонних примесей и иметь разные в одном образце оттенки. Они должны полностью проходить через сито с указанными в технических условиях отверстиями.

Поверхность гранул должна быть матовой, везде одинаковой, однородной, без мозаичности и явно выраженных вкраплений (ости, кусочки зерна и т. п.). Если такие вкрапления видны, значит исходное сырье измельчено недостаточно. Чем мельче размолото исходное сырье, тем усвояемость корма выше.

Цвет гранул должен соответствовать цвету рассыпного комбикорма, из которого изготавливают гранулы. Длина гранулы должна быть равна двум диаметрам.

Гранулированные корма определенного вида не должны иметь примесей гранул иных размеров или порошкообразных и дробленых частиц в объемах, сверх предусмотренных нормой.

Россыпь получается за счет высокой крошимости гранул, обусловленной низким содержанием склеивающих компонентов (пшеницы, кровяной муки, мелассы).

Для проверки соответствия кормов этому показателю качества следует взять лабораторное сито № 2 (диаметр отверстий 2 мм).

При определении количества россыпи пробу перед просеиванием необходимо взвесить, а после просеивания взвесить ту часть корма, которая просыпалась через сито № 2.

3. Изучить и законспектировать методику химического анализа комбикорма. Провести химический анализ отобранной ранее средней пробы комбикорма.

Проведение химического анализа среднего образца осуществляют на нескольких параллельных пробах. Из полученных результатов вычисляют среднюю величину каждого исследуемого показателя и его среднюю ошибку.

Химическому анализу обычно подвергают пробу воздушно-сухого корма. Полученные в результате этого показатели следует пересчитать на корм натуральной (в условиях его хранения) влажности по формуле 5.1:

$$N = \frac{A \times (100 - B)}{100}, \quad (5.1)$$

где N – содержание определяемого вещества в корме при натуральной влажности, %; A – содержание определяемого вещества в воздушно-сухом корме, %; B – первоначальная влажность анализируемого корма, %; 100 – коэффициент.

Для сравнения питательной ценности кормов с разной влажностью рассчитывают содержание питательных веществ в абсолютно сухом веществе по формуле 5.2:

$$S = \frac{100}{A \times (100 - \Gamma)}, \quad (5.2)$$

где S – содержание определяемого вещества в абсолютно сухом корме, %; A – содержание определяемого вещества в воздушно-сухом корме, %;

Г – содержание в исследуемом корме гигроскопической влаги, %; 100 – коэффициент.

Кроме показателей питательности ГОСТами, ТУ регламентируются и другие качественные показатели комбикормов.

Учитывая, что кормление рыб проводится в воде, при определении качества гранулированных кормов, наряду с внешними признаками, рекомендуется исследовать их водостойкость. Обычно водостойкость определяется по скорости набухания гранул, интенсивности их размывания и экстрагирования питательных веществ. Скорость набухания или скорость размягчения гранулированного корма определяют как объемным, так и весовым методом.

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. Расчет набухания проводят по следующей формуле 5.3

$$A = 100 - (V - V_1) / V \times 110, \quad (5.3)$$

где А – скорость набухания, %; V – первоначальный объем гранул, мм³; V₁ – конечный объем гранул, мм³.

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 по следующей формуле 5.4:

$$A = 100 - (M_1 - M) / M \times 110, \quad (5.4)$$

где М – средняя начальная масса, кг/ч; М₁ – средняя конечная масса, мг.

Полное набухание гранул рекомендуется определять с момента их погружения в воду до полного размягчения. С этой целью подготавливают 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 гранулированного корма определяют тем же методом, что и скорость полного набухания. Этот метод позволяет определять механическую прочность гранул в набухом 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.

Для определения водостойкости навеску комбикорма (30 г) засыпать в лабораторное сито с диаметром отверстий 3 мм и опустить в емкость (кювету, кристаллизатор), наполненную 3%-ным раствором NaCl на 20 мин. Затем легким покачиванием сита в течение 15 с отмыть гранулы от образовавшихся мелких частиц, высушить при $t = 105^{\circ}\text{C}$ в течение часа и взвесить. Полученную навеску разделить на 30 г и умножить на 100 %. Оставшихся целых гранул должно быть не менее 80 %.

В некоторых случаях может возникнуть необходимость дополнительной оценки качества отдельных компонентов гранулированных кормов.

4. Все полученные результаты анализов занести в стандартные бланки паспорта качества корма по полному анализу (пример оформления в приложении 2).

5. Опираясь на данные табл. 5.1, сделать выводы о качестве представленных для анализа рецептов комбикормов для рыб.

Таблица 5.1 - Показатели качества комбикормов для рыб

Показатели	Стартовые корма	Производственные	
		для лососевых рыб	для осетровых рыб
Длина гранул – не более двух диаметров.			
Наличие патогенных микроорганизмов и общая токсичность – не допускается.			
Металломагнитная примесь, мг/кг, не более:			
– частиц размером до 0,2 мм включительно – 15;			
– частиц размером более 0,2 мм с острыми краями – не допускается.			
Влажность, % (не более)	11,0	12,0	12,0
Сырой протеин, % (не менее)	45,0	40,0	42,0
Сырая клетчатка, % (не более)	2,0	4,5	4,0
Сырой жир, % (не менее)	9,0	10,0	9,0
Кислотное число, мг КОН/г (не более)	20,0	30,0	30,0
Кальций, % (не менее)	1,0	3,0	2,5
Фосфор, % (не менее)	1,0	2,0	2,0
Крошимость гранул, % (не более)	-	5,0	5,0
Водостойкость гранул, мин (не менее)	-	15,0	15,0
Разбухаемость гранул, мин (не менее)	-	25,0	25,0
Диаметр гранул, мм (не более)	-	4,7	4,7
Крупность: проход через сита с отверстиями диаметром 2 мм, % (не более)	-	5	5
Срок хранения, мес (не менее)	-		

Оформление и защита работы

Работа оформляется в виде конспекта и выполняется поэтапно.

Для защиты данной лабораторной работы необходимо:

- предоставить преподавателю конспект работы с проведенным анализом качества комбикормов;
- на основании собственных данных необходимо написать вывод о качестве той или иной рецептуры корма;
- ответить на вопросы по теме лабораторной работы.

Для подготовки к защите необходимо использовать вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки

1. Как проводят выемку пробы корма для исследований?
2. Опишите ход выполнения работы.
3. Какие методики используют для выполнения данной работы?
4. Опишите методику органолептического анализа комбикорма?
5. Как химический анализ комбикорма?

Список рекомендованной литературы

1. Корма. Комбикорма. Комбикормовое сырье. Методы анализа: Сб. ГОСТов. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002.
2. Мясников, Г.Г. Корма и технология кормления рыб: методические указания к лабораторно-практическим занятиям / Г.Г. Мясников, А.Я. Райхман, А.П. Дуктов. – Горки: БГСХА, 2012. – 64 с.
2. Корма и кормление в аквакультуре: учебник / Е.И. Хрусталева, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – СПб.: Лань, 2017. – 388 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Методы составления рецептур комбикормов для рыб

Цель работы: получить навыки составления рецептуры комбикормов для ценных видов рыб.

Оборудование, материалы и реактивы:

- 1) набор стартовых и продукционных комбикормов для лососевых, осетровых и карповых рыб различных производителей;
- 2) набор разных компонентов комбикормов;
- 3) пинцеты, препаровальные иглы;
- 4) электронные весы;
- 5) чистая белая бумага;
- 6) бинокляры.

Задания:

- 1) Изучить методики составления рецептур комбикормов для рыб;
- 2) Составить рецептуру комбикорма для определенного возраста и вида рыбы;
- 3) Проанализировать качество составленной рецептуры по основным питательным веществам (белкам, жирам, углеводам);
- 4) Сделать вывод;
- 5) Ответить на вопросы для самопроверки.

Порядок выполнения работы

1. Изучить и законспектировать нижеприведенные методики составления рецептур комбикормов.

Для приготовления комбикормов для рыб используют компоненты растительного, животного происхождения и микробиологического синтеза, потому что каждая группа питательных веществ имеет определенную роль в кормовом рационе. Составляя рецептуру, необходимо помнить о взаимосвязи некоторых питательных веществ.

Составление рецептуры комбикорма проводят по двум путям:

- составление на основе биологических требований вида;

- составление на основе копирования химического состава естественных кормов, которые организм потребляет на определенном этапе развития.

Белки - основная часть живой материи. Это материал для роста тканей и органов и поэтому необходим организму на всех этапах жизненного цикла. Протеины, или белки являются высокомолекулярными органическими азотистыми соединениями. Протеины делят на две группы: 1) *простые белки* (собственный протеин) и 2) *сложные белки* (протеиды).

Протеины обеспечивают рост органов и тканей. Полноценность белка определяется наличием незаменимых аминокислот, не синтезируемых в организме. Из общих 24 аминокислот десять относятся к незаменимым, синтез которых в организме не происходит, поэтому они должны поступать с кормом. К незаменимым аминокислотам относятся - аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин.

Кормовой протеин включает как белковую, так и небелковую формы азота, обладающую меньшим биологическим эффектом. Пищевую ценность белка определяет его аминокислотный состав.

Потребность рыб в белке значительно выше, чем у теплокровных животных. Для молоди лососевых и угря необходимо 45-55 %, а для взрослых особей - 35-45 %. Для карпа и канального сома - 30-38 %. Для молоди всегда выше до 55 %

Усвоение белка зависит от вида рыбы, возраста, температуры воды, концентрации протеина в пище и его происхождения. У взрослой рыбы достигает 80-95 %, у молоди - ниже.

Смесь протеинов усваивается лучше, чем каждый протеин в отдельности. Поэтому питательная ценность комбикорма тем выше, чем богаче набор компонентов.

Белки в отличие от жиров, углеводов и витаминов не откладываются в запас, они являются структурным элементом тканей. Их расход в организме при недостаточном поступлении с пищей или голодании приводит к разрушению протоплазмы клеток и, в первую очередь, клеток мышц и печени. Поэтому количество и качество белка, степень его переваримости и усвоения в организме животного во многом определяют питательную ценность корма.

Организм использует для питания не сам белок, а его структурные элементы - аминокислоты, поэтому полноценность пищевых белков во многом зависит от их химического состава, то есть набора и количественного соотношения аминокислот, а также их доступности для организма в процессах переваривания.

Жиры. Жир является основным источником энергии в кормах и участвует в обеспечении ряда физиологических функций организма. Жиры делятся на *простые и нейтральные*, представляющие собой жиры жирных кислот и спиртов (триглицериды) и сложные (фосфатиды, гликолипиды, сульфолипиды и дериваты).

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

Липиды рыб состоят из большого количества полинасыщенных жирных кислот. Полноценный искусственный комбикорм должен содержать в основном мягкие жиры, усваиваемые на 90-95 %. Они экономят белок для построения массы тела. Твердые жиры усваиваются на 60-70 % и обладают невысоким биологическим эффектом. При низкой температуре они могут закупорить пищеварительный тракт у молоди. Из 1 г жира рыба использует 8 ккал энергии, т.е. почти в 2 раза выше, чем из 1 г протеина.

Отсутствие или недостаток жирных кислот приводит к снижению роста, повышению отхода рыб, расстройству ряда физиологических функций, ослаблению пигментации, некрозу лучей хвостового плавника, цирроидном перерождении печени, изменению в мышцах, почках, поджелудочной железе, оводнению тканей, снижению уровня белка и жира в теле. Карп более стоек к дефициту жирных кислот по сравнению с лососевыми. В корме обязательно должны присутствовать олеиновая, линоленовая и линолевая жирные кислоты (особенно линоленовая).

Углеводы. Углеводы являются наиболее дешевыми и доступными источниками энергии. К ним относятся галактозы (рибоза, глюкоза, фруктоза, триозы, тетрозы, пентозы, гексозы и др.). Углеводы можно разделить на:

1. *Простые* - не способные к гидролизу.
2. *Сложные*, гидролизующиеся на простые (олигосахариды, полисахариды).

Известно, углеводы корма усваиваются лососевыми рыбами в среднем на 40 % и в 1 г кормовых углеводов содержится 1,6 ккал доступной энергии.

Допускается, что в кормах для форели может присутствовать до 10 % клетчатки, которая благотворно действует на усвоение углеводов. Комплекс сырой клетчатки почти не переваривается, а у карпа расщепление и всасывание идет интенсивно.

Углеводы рыба использует неэффективно из-за особенности пищеварительной системы. Рыба, как известно, слабо выделяет инсулин, который в углеводном обмене может усиливать синтез гликогена в печени за счет глюкозы крови.

При избытке углеводов или несбалансированности питательных веществ и витаминов в кормах наблюдается ожирение печени, которое влияет на рост рыб и затраты корма. У лососевых рыб углеводы усваиваются в среднем на 40 %, у угря и канального сома — на 50 %, у карповых рыб на 70-80 %. Надо полагать, что усвоение углеводов у осетровых где-то на уровне лососевых, угревых в пределах 40-50%.

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

Максимальное содержание углеводов (по Гамыгину Е.А.) в стартовых комбикормах для молоди лососевых составляет 20-25 %. Клетчатка лососевыми практически не переваривается.

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

Биологические потребности в питательных веществах большинства ценных видов рыб, достаточно изучены, и зависят от возраста, физиологического состояния, сезона года и т.д. (табл. 6.1).

Таблица 6.1. - Биологические потребности некоторых ценных видов рыб в основных питательных веществах [1]

Потребность, %	Лососевые	Сиговые	Осетровые	Карповые*
Стартовые корма				
Белки	40-55	40-52	45-55	40-42
Жиры	8-15	6-8	9-18	2-8
Клетчатка	1-2	0,5-0,8	0,2-1,2	1-2
Лизин	2,4-2,8	2,8-2,9	2,6-2,9	-
Метионин	0,9-1,1	0,9-1,1	0,9-1,2	-
Триптофан	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	-
Продукционные корма				
Белки	40-42		35-45	28-32
Жиры	11-13	8	10-12	
Лизин	2,1			
Метионин	0,5			
Триптофан	0,2			

Примечание: *- данные для промышленных хозяйств.

Известно, чем разнообразнее состав комбикорма, тем выше его питательность. Максимальный эффект получают от корма, состоящего из суммы протеинов животного, растительного и морского происхождения. Лучшие корма включают 9-12 (15-20) компонентов различной природы (не считая витаминов, минеральных солей) и другие биологически активные вещества (БАВ).

Химический состав живых кормов представлен в табл. 6.2 и 6.3.

Таблица 6.2 – Химический состав некоторых живых кормов для рыб (по И.В. Ивлевой, 1969)

Доля вещества, %	Дафния magna	Дафния пукес	Моина	Науплии артемии салина	Энхитрей	Хирономиды
Белков	17,6	60,4	70,5	50-51	70-71	62-63
Жиров	18,1	21,8	16,1	22-23,0	14-15	2 -3
Углеводов	33,1	1,1	-		9-10	29 -30

Таблица 6.3 - Биохимический состав различных групп водных беспозвоночных (средние значения) (по И.Б. Богатовой, 1980)

Таксономическая группа	Вода, %	В процентах от сухого вещества				Калорийность, ккал/г	
		протеин	жир	зола	БЭВ*	сухого вещества	сухого органического вещества
Тип Protozoe кл. Infusoria Paramecium coudatum - инфузория туфелька	-	58,1	31,7	3,4	6,8	6,6	6,8
Тип Annelida кл. Oligochaeta малощетинковые кольчецы	82,7	60,6	11,0	7,2	21,2	5,4	5,8
Тип Nematelminthes кл. Rotatoria коловратки	90,4	55,2	10,5	11,5	22,8	4,4	4,9
Тип Arthropoda кл. Crustacea ракообразные отр. Anostraca жаброногие	86,9	49,1	16,7	21,9	12,3	4,9	6,2
отр. Copepoda веслоногие раки	88,6	65,9	13,8	11,8	8,5	5,4	6,2
отр. Cladocera ветвистоусые раки	91,2	51,7	8,44	19,7	20,2	4,6	5,7
отр. Isopoda равноногие раки	80,6	51,4	2,8	40,0	5,8	3,4	5,7
отр. Mysidacea мизиды	78,0	68,8	10,6	13,4	7,2	5,2	6,0
отр. Amphipoda бокоплав	83,2	48,4	7,0	26,5	18,1	4,2	5,7
кл. Insecta насекомые (larvae) личинки	80,2	61,5	12,6	8,6	17,3	5,6	6,1

Примечание: *БЭВ - Безбелковые экстрактивные вещества.

2. Согласно выданному преподавателем заданию составить рецептуру комбикорма для определенного вида и возраста рыбы, подбирая компоненты из класса компонентов растительного, животного происхождения и микробиологического синтеза (см. приложения 3, 4), таким образом, чтобы концентрация основных химических компонентов в среднем соответствовала заданию. Количество компонентов в составляемой рецептуре должно быть не менее 9. Доля основных компонентов (белков, жиров, углеводов) представлена в приложении 3.

3. В соответствии с рационом в естественных условиях определить примерный химический состав рецептуры комбикорма и на основании его определить компоненты комбикорма, чтобы в среднем содержание компонентов соответствовало химическому составу естественных кормов.

4. Опираясь на данные приложений 3 и 4, сделать вывод о качестве и сбалансированности по основным питательным веществам составленной рецептуры комбикорма для определенного вида рыбы.

Оформление и защита работы

Работа оформляется в виде конспекта и выполняется поэтапно.

Для защиты данной лабораторной работы необходимо:

- предоставить преподавателю конспект работы, в котором содержатся данные о методах разработки рецептур комбикормов, составленная согласно заданию рецептура;

- на основании собственных данных необходимо написать вывод;

- ответить на вопросы по теме лабораторной работы.

Для подготовки к защите использовать вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте пищевую ценность зерновых компонентов, для каких видов рыб зерновые компоненты составляют основу комбикорма?

2. Опишите ход выполнения работы.

3. Какие методики используют для выполнения данной работы?

4. Каковы биологические потребности разных видов рыб в питательных веществах?

5. Перечислите высокобелковые компоненты комбикормов.

6. Как проводят сбор средней пробы корма?

Список рекомендованной литературы

1. Щербинина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. 2006.

2. Якушкин И.В., Нагайцев Ф.С. Зоогигиена, ветеринарная санитария и экология - основы профилактики. Омский гос. аграр. ун-т, Ин-т ветеринар. 2012. – 197 с.

3. Ивлева И.В. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. – Москва: Наука, 1969. – 171 с.

4. Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. – Москва: Пищ. пром-ть, 1980. – 168 с.

5. Корма и кормление в аквакультуре: учебник / Е.И. Хрусталева, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – СПб.: Лань, 2017. – 388 с.

Приложение 1

Инв. № _____

Акт отбора среднего образца корма

1. Предприятие _____.

2. Вид корма _____.

3. Величина партии, от которой берется образец _____

тонн.

4. Дата взятия образца «_____» _____ 20____ г.

5. Фаза вегетации трав во время заготовки корма _____

6. Условия хранения, № хранилища (стог, сарай, траншея, яма, башня и пр.) _____.

7. Ботанический состав:

а) злаковые _____ %

б) бобовые _____ %

в) разнотравье _____ %

8. Фамилия и должность лица, отбиравшего образец:

9. Дата поступления образца в лабораторию «_____» _____ 20____ г.

Пробу сдал (подпись разборчиво)

Пробу принял (подпись разборчиво)

П р и м е ч а н и е. Инвентарный номер заполняется в лаборатории, акт подшивается.

Приложение 2

ПАСПОРТ качества корма по полному анализу

Настоящий паспорт подтверждает качество корма, поступившего в районную межхозяйственную агрохимическую лабораторию по акту отбора пробы с инвентарным № _____, из предприятия _____, бригады, отделения, участка, урочища _____

Тип хранилища _____, его № _____

Вид корма _____ Кормовая культура, из которой заготовлен корм _____

Количество корма в хранилище (пункте хранения) всего тонн. Партия корма, от которой была отобрана проба _____ тонн.

Дата отбора пробы «_____» 20__ г.

Проба отбиралась вручную, пробоотборником (нужное подчеркнуть)

Результаты исследований

1. Органолептическая оценка корма: цвет _____, запах _____, консистенция (структура) _____, наличие плесени _____

Кислотность корма, pH _____

2. Содержание сухого вещества, % _____

3. Содержание в сухом веществе сырого протеина _____%, сырой клетчатки _____%, сырой

зола _____, сахара _____%, каротина _____ мг/кг.

В 1 кг корма натуральной влажности содержится: _____

М. П.

«_____» _____ 20__ г. ФИО зав. лабораторией

Приложение 3

Состав некоторых компонентов комбикормов

Компонент	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Зола	Вода
1. Низкобелковые компоненты					
Зерновые культуры					
Кукуруза сортовая	10,4	4,4	2,2	1,3	13,0
Кукуруза	8,6	3,9	2,0	2,2	6,7
Пшеница:	12,6	2,2	2,7	1,8	13,0
Эндосперм	12,91	0,68	0,15	0,45	13,0
Зародыш	41,30	15,0	2,46	6,32	13,0
Оболочки	28,75	7,78	16,20	10,51	13,0
Тритикале	12,8	2,08	2,1	1,7	14,0
Рожь:	12,3	2,0	1,9	2,0	10,0
Эндосперм	9-12	0,5-0,8	0,3-0,5	0,4-0,7	10,0
Зародыш	30-40	15-20	3-5	5-7	10,0
Оболочки	1-3	1-2	22-28	4-6	10,0
Ячмень с цветочными пленками	11,1	2,2	2,2	2,1	13,0
Ячмень без цветочных пленок	12,2	2,9	5,5	2,4	12,0
Овес с цветочными пленками	10,5	4,5	10,3	2,5	12,5
Овес без пленок	12,0	4,7	4,7	2,3	12,0
Просо	11,0	3,6	9,0	2,9	13,0
Сорго	10,3	2,8	3,3	2,5	12,0
Рис с цветочными пленками	8,3	2,1	8,4	4,3	12,0
Рис без цветочных пленок	8,0	1,3	1,9	3,9	11
<i>Технические отходы</i>					
Ржаная мука	12,5	1,9	3,6	3,0	12,6
Ячменная мука	11,6	2,3	3,0	2,9	13,2
Ржаные отруби	15,0	2,4	3,4	4,5	14,0
Пшеничные отруби	15,9	4,2	0,2	5,9	13,2
Рисовые отруби	14,0	6,0	8,4	9,9	12,0
Сметки мельничные	13,3	2,0	4,4	3,4	13,4
Мука пшеничная	13,5	1,9	3,0	2,0	11,5
Кормовая кукурузная мучка	9,3	3,8	5,1	7,6	11,8
Ячменная мучка	14,9	3,6	3,7	6,4	11,2
Пшеничная мучка	16,9	3,9	2,5	7,2	10,3
Овсяная мучка	12,6	5,5	6,8	8,3	11,6
Люцерна	5,0	-	3,6	12,4	78,0
Клевер	3,6	-	7,2	-	75,0

Продолжение табл.

Компонент	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Зола	Вода
Барда кукурузная	2,0	0,9	0,7	-	91,6
Барда ржаная	1,56	0,34	0,57	-	93,2
Барда картофельная	1,2	0,1	0,6	-	94,2
2. Высокобелковые компоненты					
<i>А) Растительного происхождения</i>					
<i>бобовые</i>					
Компонент	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Зола	Вода
Соя	33,2	17,5	4,4	4,7	10,0
Люпин желтый	38,3	4,4	4,1	3,8	14,0
Люпин голубой	29,5	6,2	1,2	2,9	14,0
Горох	26,6	1,9	5,4	2,7	13,0
Чечевица	25,2	1,7	3,8	3,4	13,0
Вика	30	5,0	3,9	8,0	10,0
Бобы	25,4	1,5	7,1	3,2	14,3
Нут	12-31	4 -7,2	2,4-12,8	2,3-4,9	12,5
Фасоль	11-31	0,7-3,6	2,3-7,1	3,4-4,6	9,6
Чина	23-34	0,5-0,7	4,0-4,5	2,5-3,0	7,9
Мучка гороховая	19,5	1,3	7,6	2,1	12
Экструдированная соя	43,0	18,0	3,8	5,2	7,0
Концентрат соевого белка	64,7	29,0	0,5	2,0	9,5
<i>жмыхи и шроты</i>					
Шрот подсолнечниковый	38,8	1,7	16,0	7,3	8,0
Жмых подсолнечниковый	40,2	7,5	13,3	6,5	8,5
Жмых льняной	29,5	12,7	9,4	7,3	11,0
Шрот льняной	33,3	1,8	9,8	7,1	8,5
Жмых рапсовый	32,2	7,8	15,3	7,2	13,6
Шрот рапсовый	36,0	2,1	12,0	8,1	8,5
Шрот сурепный	30,9	7,5	12,5	9,0	12,3
Шрот сафлоровый	53,8	6,8	6,8	6,2	11,5
Жмых горчичный	38,4	5,0	4,6	12,3	6,0
Жмых арахисовый	48,1	3,9	6,2	5,3	9,7
Шрот арахисовый	50,0	1,8	8,8	9,1	9,0
Шрот соевый	44,0	0,5	7,0	6,0	9,0
Жмых соевый	35,6	5,8	7,3	7,3	9,0
Шрот хлопковый	37,5	1,9	16,0	6,3	8,0
Жмых хлопковый	37,0	8,2	11,3	7,3	8,0
Кориандровые жмыхи и шроты	9-13	9-10	7-8	23-25	10
Кунжутные жмыхи и шроты	39,5	10	12	6,5	11

Продолжение табл.

Компонент	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Зола	Вод а
Шрот клещевины	40,0	1,8	5,6	11,3	12,8
Жмых клещевины	42,0	5,9	6,7	12,3	11,5
Конопляный жмых	31,0	1,3			
Концентрат соевого белка	64,7	0,5	2,9	0,1	9,5
Гороховый протеин	76,0	8,0	1,0	2,1	10,0
Глютен кукурузный	41,7	5,4	0,2	6,4	6,5
Пшеничные зародышевые хлопья	29 -41	8 -13	3,7	5,2	4,2
Витазар	30-40	2 – 5	4,0	5,0	9,5
<i>В) компоненты животного происхождения</i>					
Компонент	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Зола	Вода
Мука рыбная	72,0	10	0,10	10,4	10,7
Гидролизат из сайки	82,48	4,10	-	10,60	2,52
Гидролизат из отходов криля	90,56	1,84	-	4,60	3,00
Гидролизат из отходов краба	89,70	0,10	-	8,94	1,36
Гидролизат из отходов гребешка	86,40	0,56	-	12,60	0,43
Гидролизат из отходов кукумарии	91,60	4,10	-	10,60	1,66
Кровяная мука	83,9	2,5	0,1	4,2	9,0
Селезенка	14	4	0	32	10
Мука мясокостная 36% протеина	50,0	8,5	2,0	3,0	9,0
36 -40% протеина	31,4	17,5			
41 -49% протеина	37,9	13,8			
более 50% протеина	44,0	16,6			
	50,0	14,0			
Мясная мука	73,3	13,2	1,3	3,8	10,8
Концентрат рыбного бульона	50-78	1,5 -20	-	3,2	46
Мука из куколок тутового шелкопряда	54,5	22,7	18,2	4,8	14,6
Мясоперьевая мука	75	0,8	3,0	-	4,0
Крилевая мука	44 - 62	10,0	-	13,0	13,4
Китовая мука	75,2—89,0	3,0—3,8	-	5,6	4,5—18,8
Паста из печени кита	37,1	15—20	6	-	51,5
Обрат сухой	32,0	5,0	0,3	10,0	
Обезжиренное молоко	30-33	0,5	7-8	9	9

Продолжение табл.

Компонент	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Зола	Вода
Молоко цельное	3,3	43,2	-	-	82,0
Сухая молочная сыворотка	13,0	0,8	-	-	5,0
<i>Г) продукты микробиологического синтеза</i>					
Гаприн	70-72	8-10	0,4	6,4	11-15
Гирпин	44-48	1,20	0,7	6,2	34 - 38
Диприн	69,7	1,90	0,6	4,4	25
БВК	63,4	5,2	0,4	5,3	7,1
Эприн	61,4	5,3	0,5	6,4	6,6
Меприн	65,4	5,8	0,7	6,3	7,2
Биокорн	41,5	3,6	0,3	6,0	9,1
Белотрин	41,0	2,6	0,5	6,4	5,8
Биотрин	38,4	4,2	0,6	6,8	6,7
Кормовой концентрат лизина	34,3	0,5	0,8	4,2	8,0

Виды кормового сырья, рекомендуемые для рыб

Компоненты, %	Хищные виды рыб			Всеядные и растительноядные рыбы		
	Min-max	среднее	допустимое	Min-max	среднее	допустимое
Рыбная мука	25-75	50	80	0-60	25	80
Крилевая мука	5-20	10	25	-	-	-
Мясокостная мука	5-30	10	25	3-30	15	35
Кровяная мука	2-16	9	15	1-18	12	20
Мясоперьевая мука	3-15	7	15	2-20	9	20
Кукуруза	2-15	10	15	10-33	26	35
Кукурузный глютен	4-15	10	15	4-17	10	17
Хлопчатниковая мука	1-15	7,5	15	7-35	25	35
Рапсовый шрот	10-20	10	20	5-35	25	35
Рисовые отруби	5-15	10	15	3-35	25	35
Сорго	2-20	9	20	10-35	25	35
Соевая мука	6-25	15	25	4-40	25	40
Соевый шрот	10-30	15	25	10-40	15	40
Пшеничная мука	4-20	8	20	4-25	15	25
Пшеничные отруби	2-15	6,5	15	10-35	14,5	25
Дрожжи	2-50	24	50	5-50	42,5	50
Водорослевая и травяная мука	1-5	2	5	3-30	13,5	30
Мучка пшеничная	2-25	12,5	25	2-40	19	40

Учебное издание

Евгений Иванович Хрусталев,
Татьяна Михайловна Курапова,
Ольга Евгеньевна Гончаренок

КОРМА И КОРМЛЕНИЕ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Редактор И. В. Голубева

Подписано в печать 24.08.2020 г. Формат 60 × 90 1/16. Уч.-изд. л. 4,8.
Печ. л. 3,5. Тираж 30 экз. Заказ № 72

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»