

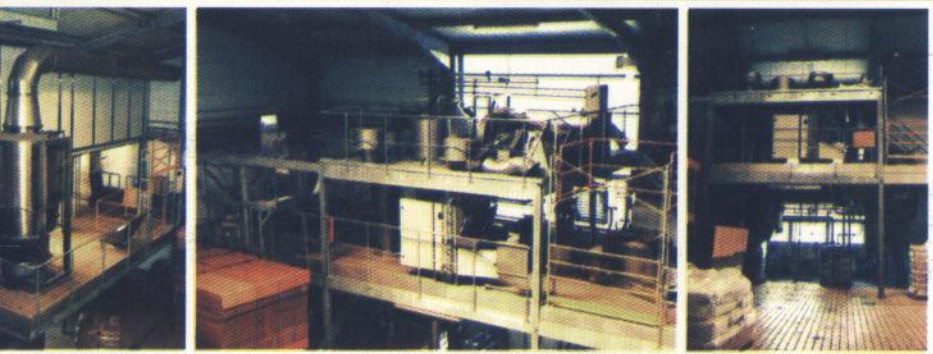
639.3
А 16

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА”

РОСТОВСКИЙ ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, Е.М. Саенко

КОРМОВОЕ СЫРЬЕ И ДОБАВКИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»

РОСТОВСКИЙ ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, Е.М. Саенко

КОРМОВОЕ СЫРЬЕ И ДОБАВКИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ

2-е издание, исправленное



Ростов-на-Дону
2006

УДК 639.3.043.13:636.087.7

ББК 47.2 Я 2

А168

Авторы: **Н.А. Абросимова**, доктор биологических наук,
С.С. Абросимов, кандидат биологических наук
Е.М. Саенко, кандидат биологических наук

Рецензенты: **В.Я. Склиаров**, директор КрасНИИРХ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, **Л.М. Васильева**, директор НПЦ «БИОС», доктор сельскохозяйственных наук, **Е.Н. Пономарева**, зав. лабораторией Южного научного центра РАН, доктор биологических наук.

Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры/Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, Е.М. Саенко./2-е изд. испр. - Ростов-на-Дону: Медиа-Полис, 2006.- 147 с.

ISBN - 978-5-903454-02-0

Второе издание (первое вышло в 2005 г.) представляет банк данных о качестве и питательной ценности 21 вида кормового сырья животного и 33 растительного происхождения, 10 микробиального синтеза и 31 биологически активных добавок, необходимых для разработки полноценных рецептур комбикармов. Включены следующие показатели: содержание протеина, аминокислот, жира, углеводов и зольных элементов. Впервые дана характеристика наиболее используемых компонентов по показателям дисперсности белков, соотношению белкового и небелкового азота, содержанию сахаров, легко- и трудногидролизуемых углеводов, переваримости протеина и доступности различных аминокислот, соотношению энергии азотсодержащих и безазотистых веществ. Впервые наиболее полно представлены биологически активные вещества и их источники: каротиноидные пигменты, липиды и липидные добавки, витамины и природные минеральные добавки.

Приведен обзор методов определения этих показателей и технические требования к качеству кормового сырья и биологически активных веществ.

Книга предназначена для широкого круга лиц – работников рыбной, комбикормовой и пищевой промышленности, органов техникохимического и санитарного контроля, научных сотрудников, преподавателей, студентов высших и средних специальных учебных заведений.

УДК 639.3.043.13:636.087.7

ББК 47.2 Я 2

© **Н.А. Абросимова**
© **С.С. Абросимов**
© **Е.Н. Саенко**
© **ФГУП «АзНИИРХ»**
© **Ростовский филиал МГУТиУ**

ISBN - 978-5-903454-02-0

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Общие представления о питательной ценности комбикормов.....	7
2. Характеристика отечественного кормового сырья.....	11
Сырье животного происхождения.....	11
Сырье растительного происхождения.....	16
Продукты микробиального синтеза.....	24
Биологически активные вещества.....	27
3. Питательность основных компонентов кормов для молоди рыб.....	47
4. Требования к качеству сырья и кормов.....	50
Компоненты растительного происхождения.....	50
Компоненты животного происхождения.....	71
Кормовые гидролизаты из отходов рыбной промышленности.....	78
Продукты микробиального синтеза.....	79
Стартовые и производственные корма.....	86
5. Методы оценки питательности кормов.....	89
Физиологические методы.....	91
Аналитические методы.....	104
Условные обозначения.....	128
Литература.....	129
Приложения.....	133

ВВЕДЕНИЕ

Питание является основой обмена веществ и, следовательно, жизни любого организма. Вещество и энергия, поступающие в организм в виде пищи, трансформируются в пищеварительном тракте и обеспечивают все жизненные функции. Одна часть вещества и энергии пищи используется на рост (пластический обмен), другая – на функциональную деятельность (функциональный обмен). В процессе кормления происходит также мобилизация питательных веществ на пластический обмен.

Основой современного рыбоводства является рациональное кормление рыбы. Его роль неуклонно возрастает по мере повышения уровня интенсификации рыбоводных процессов. За счет кормов и кормления получают от 70 % продукции в прудовых до 100 % – в индустриальных хозяйствах. Затраты на комбикорма при выращивании рыб составляют не менее половины общих затрат.

Пищевое значение кормов оценивается с нескольких позиций:

- корм должен быть доступным по размерам и находиться в необходимой концентрации, чтобы рыба могла его легко найти и потреблять без значительных затрат энергии;

- корм должен находиться в местах, доступных для рыб и в то время, когда они испытывают в нем потребность;

- корм должен быть привлекательным по вкусу и цвету, иметь химически полноценный состав, легко перевариваться и усваиваться в необходимом количестве;

- корм должен обеспечивать все энергетические потребности организма, нормальное развитие и максимальную скорость роста.

В естественных водоемах рыба обеспечена пищей за счет естественных кормовых организмов, причем число рыб регулируется количеством пищи. В условиях рыбоводных предприятий естественные кормовые организмы могут обеспечить лишь часть кормового рациона. Так, в рыбоводных прудах их доля составляет не более 20-25 % прироста, тогда как основная часть – 75-80 % прироста – происходит за счет кормления рыбы специальными комбикормами. При интенсивных формах рыбоводства, то есть разведении и выращивании рыбы в садках, бассейнах, небольших

проточных прудах, весь прирост рыбы возможен только за счет применения специальных комбикормов.

Быстрый рост рыб и высокая продуктивность достигаются только в случае, если рыбы обеспечены необходимым количеством питательных веществ – протеина, жира, углеводов, минеральных веществ, витаминов и некоторых других биологически активных веществ – и получают достаточное количество энергии для осуществления жизненных функций.

Учитывая изменения в обмене веществ с возрастом, различают две группы кормов - стартовый (для ранней молодежи) и продукционный (для сеголетков, годовиков и других старшевозрастных групп). Корм для рыб (комбикорм) представляет собой смесь нескольких компонентов. В составе комбикорма используют рыбную муку, субпродукты, шроты масличных культур, отходы мясомолочного производства, продукты микробиологического синтеза, зерно и отходы зернопереработки, муку из морских ракообразных, моллюсков, водорослей, фосфатиды, растительные масла, витамины, антибиотики и микроэлементы. При этом важнейшими факторами эффективности комбикормов являются тщательность их балансирования по физиологической потребности в различных питательных и биологически активных веществах и качество компонентов.

Особое значение имеет использование сбалансированных комбикормов в условиях индустриального рыбоводства, где они являются основой питания культивируемых рыб. Эффективность комбикорма, составленного на основе различных компонентов по специальным рецептам, зависит от уровня протеина, жира, углеводов, минеральных веществ и витаминов, а также сбалансированности состава аминокислот, жирных кислот, витаминов и минералов.

Правильная организация полноценного кормления рыб требует глубокого знания как химического состава сырья, используемого в комбикормовой промышленности, так и его питательности в зависимости от вида и возраста рыб, а также условий выращивания. В этой связи полная информация о качестве и полноценности комбикормового сырья отечественного производства пред-

ставляется важной и актуальной.

К настоящему времени накоплен достаточно обширный банк данных, характеризующих химический, аминокислотный, минеральный и жирнокислотный состав кормового сырья, используемого в отечественном кормопроизводстве. Однако эти параметры не в полной мере отражают физиологическую питательность кормовых компонентов для ранней молоди рыб, особенно личинок, учитывая недостаточное развитие желудочно-кишечного тракта, в том числе желез, и низкую активность пищеварительных ферментов. Имеются лишь отрывочные фрагментарные данные по дисперсности протеина, соотношению белкового и небелкового азота, каротиноидным пигментам и некоторым другим составляющим.

С этой целью нами проведены специальные исследования, а также проанализированы собственные и литературные данные о качестве и питательной ценности кормового сырья и добавок (новых; традиционно используемых в настоящее время в рыбоводстве; снятых с производства по ряду экономических соображений) для разработки полноценных рецептур комбикормов.

В приложениях А.1, А.2, Б.1, Б.2, В.1, В.2, Г.2 и Г.3, кроме собственных данных (Абросимова, Саенко, 1996; Абросимова, 1997; Абросимова, Киянова, 1998; Бирюкова, Абросимов, 1999; Абросимов, 2000), частично использованы данные В.Я. Скларова с соавторами (1984), М.А. Щербины (1985) И.В. Петрухина (1989), С.И. Пономарева с соавторами (2000), Л.М. Васильевой с соавторами (2000).

1. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ КОМБИКОРМОВ

Основными питательными веществами корма являются протеин с незаменимыми аминокислотами, жир с незаменимыми жирными кислотами, простые и сложные углеводы, минеральные вещества и витаминно-ферментные комплексы. Последние, как и витамины, не несут энергии, но рост и развитие организма без них невозможны.

Протеин – основная часть живой материи, материал, идущий на построение тканей и органов в течение всей жизни. В пищеварительном тракте протеин под действием протеаз (пепсин, трипсин, химо tripsин и др.) и полипептидаз кишечного сока расщепляется до пептидов и аминокислот, которые поступают через слизистую оболочку кишечника в кровь. Для личинок рыб, у которых активность пищеварительных ферментов крайне низка, физиологически адекватным является высокодисперсный белок, содержащий достаточное количество поли- и олигопептидов. Кроме того, протеин включает белковую и небелковую формы азота, необходимые организму.

Если рацион для рыб имеет необходимое количество жиров и углеводов, то белок используется в белковом обмене для роста тела организма. При недостатке в корме жиров и углеводов белки могут использоваться в качестве источника энергии в функциональном обмене. Это не экономично, поскольку белок - наиболее дорогая составная часть корма.

Белки состоят из 24 аминокислот, но ценность их зависит от наличия незаменимых аминокислот. Незаменимыми являются те аминокислоты, синтез которых в организме не происходит или происходит слишком медленно, ввиду чего они не удовлетворяют пищевую потребность. Для рыб незаменимыми являются 10 аминокислот: аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, валин, метионин, лизин, фенилаланин, треонин, триптофан.

Жир – важнейший источник энергии. Жиры подразделяются на простые или нейтральные, представляющие собой эфиры жирных кислот и спиртов (триглицериды), и сложные (фосфолипи-

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

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

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

Жиры в комбикормах легко окисляются и при длительном хранении кормов становятся токсичными. Окисленные жиры в корме разрушают витамины и оказывают канцерогенное действие. Для предотвращения окисления жиров в корм при его изготовлении добавляют антиокислители.

В качестве источника жира в комбикорм вводят фосфатиды, растительные масла, рыбий жир и жир морских млекопитающих.

Углеводы – наиболее дешевый источник энергии – подразделяются на простые (не способные к гидролизу) и сложные (гидролизуемые на простые). Из простых углеводов наибольшее значе-

ние в питании рыб имеют пентозы и гексозы. Сложные углеводы состоят из олиго- и полисахаридов: сахароза, лактоза, мальтоза и целлобиоза, гликоген, крахмал, гемицеллюлоза, целлюлоза и др.

Минеральные вещества не являются питательными веществами, однако необходимы рыбе для нормального роста и развития, особенно кальций, фосфор, магний, калий, натрий, сера, хлор, железо, медь, йод, марганец, кобальт, цинк, молибден, селен, хром, олово. Минеральные вещества выполняют многочисленные и разнообразные функции.

Следует знать, что кальций, фосфор, кобальт и хлор рыбой активнее поглощаются из воды, чем усваиваются из корма. Отдельные элементы вступают в антагонистические взаимоотношения: магний, стронций, барий, медь и цинк подавляют усвоение кальция. Молибден – антагонист меди. Сернокислая медь несовместима с йодистым калием.

Максимальное количество минеральных солей содержат рыбная и мясокостная мука, хотя они присутствуют во всех компонентах комбикорма. Хорошим источником микроэлементов являются водорослевая и хвойная мука.

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

Основной биологической функцией витаминов является участие в биохимических процессах при образовании ряда ферментов и ферментативных комплексов. К ним относятся свыше 50 различных химических соединений, объединенных по функциональной активности в родственные группы – каротиноиды (витамины группы А), кальцеферолы (витамины группы Д), токоферолы (витамины группы Е), филлохинон (витамины группы К), комплекс ненасыщенных жирных кислот (витамины F), витамины группы В, никотиновая кислота (витамин РР), аскорбиновая кислота (витамин С), цитрин (витамин Р), пантотеновая кислота, биотин, фолевая кислота и другие.

Концентрация витаминов в тканях живых организмов и суточная потребность в них невелики, но при недостаточном посту-

плении их в организм наступают характерные и опасные патологические изменения.

Антиоксиданты – это химические вещества, которые задерживают или прекращают окисление органических веществ. С развитием аквакультуры возросла и роль комбикормов, в связи с чем стабилизация отдельных компонентов или всей кормовой смеси приобрела особое значение. Наиболее важна стабилизация жиров, используемых в рыбных комбикормах, так как они в основном представлены ненасыщенными жирными кислотами - $\omega 3$, $\omega 6$ и $\omega 9$, которые больше всего подвергаются окислению и разрушению. Эта склонность к окислению объясняется присутствием в кормах фермента – липоксидазы, катализирующего окисление жиров. Окислителем является кислород воздуха – постоянный агент при хранении или приготовлении кормов.

Для предотвращения окисления (прогоркания) жиров в корма и непосредственно в жиры при длительном хранении добавляют вещества, обладающие антиокислительными свойствами (антиоксиданты). Антиоксиданты тормозят окисление жиров и других ненасыщенных органических соединений, в том числе витаминов, за счет разрыва цепи окислительных реакций или предотвращения их образования в субстрате.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО КОРМОВОГО СЫРЬЯ И ДОБАВОК

В настоящее время отечественной комбикормовой промышленностью для приготовления различных видов рыбных комбикормов используется широкий ассортимент кормового сырья, различающийся по происхождению, качественному составу и стоимости. Для получения высокопродуктивных комбикормов, удовлетворяющих не только пищевые потребности разновозрастных рыб, но и являющихся эффективными и экономичными, необходим не только постоянный поиск новых перспективных и экономически выгодных компонентов, но и анализ имеющего традиционного сырья с позиций достижений биохимии и физиологии питания рыб.

Кормовое сырье подразделяют на следующие группы: сырье животного и растительного происхождения, продукты микробического синтеза.

Сырье животного происхождения

Кормовым сырьем животного происхождения являются мука рыбная, крилевая, мясокостная, мясная, кровяная (альбумин), мука из шквары (остаток после вытапливания жиров), мука костная, перьевая, крабовая, из куколки тутового шелкопряда, сухой обрат, сухое обезжиренное молоко. Химический состав кормового сырья животного происхождения представлен в приложениях А.1, А.2 и А.3.

Рыбная мука – основной компонент комбикормов для плотоядных рыб (осетровые, лососевые, в том числе форель, сиговые и карп). Количество ее в отдельных рецептурах, особенно стартовых, достигает 65 %. Она должна быть сухой, рыхлой, рассыпчатой, без комков, плесени, затхлого запаха, от светло-серого до темно-желтого цвета.

Уровень протеина в зависимости от качества рыбной муки составляет 48-70 %, сырого жира – 10-30, золы – 5-18. В ее состав входит большое количество кальция, фосфора, йода, витаминов А, Д и группы В. Белок рыбной муки богат лизином, метионином,

триптофаном, а переваримость большинством рыб в среднем составляет около 80 %.

Качество протеина (содержание растворимых белковых веществ и их фракционный состав) в рыбной муке зависит от ряда факторов. Одним из них является технология изготовления – условия варки, отжима и сушки. Подавляющая часть (95-97 %) производимой в России рыбной кормовой муки производится пресово-сушильным способом. Бульоны, образующиеся в процессе варки с последующим прессованием рыбного сырья, составляют 50-75 % от массы исходного сырья и в отечественной рыбной промышленности практически не используются. Вместе с такими бульонами теряется основная часть водорастворимого белка, пептидов и свободных аминокислот. В конце 80-х годов было налажено опытно-промышленное производство сухого концентрата подпрессового рыбного бульона – торговая марка «Суберкон».

Немаловажное значение имеет и качество исходного сырья. Так, в рыбной муке, изготовленной из цельной рыбы, в основном из балтийской салаки, содержание растворимых белковых веществ на 13 % выше по сравнению с мукой из тюльки, атерины и отходов при переработке судака (см. приложение А.3).

В водорастворимой фракции рыбной муки из салаки преобладают белки с М.М. > 12,6 тыс. Да. Полипептиды и олигопептиды М.М. 12,6 тыс. Да и менее не превышают 46 % общего уровня растворимых белковых веществ. В муке из атерины и отходов судака, наоборот, в сумме пептиды составляют более 60 % с преобладанием полипептидов с М.М. 6,5-1,5 тыс. Да. Содержание олигопептидов с М.М. < 1,5 тыс. Да не превышает 8 %.

Концентрат рыбного бульона – побочный продукт при производстве рыбной муки, получаемый в результате сушки подпрессовых бульонов – характеризуется высоким уровнем протеина – 50-78 %, сырого жира – 1,5-20,0 и золы – 4-15. Растворимость его белковых веществ превышает 95 %, в которых преобладают полипептиды и олигопептиды с М.М. менее 6,5 тыс. Да. Количество их, в зависимости от вида сырья и технологических условий приготовления, составляет 45-65 % от общего уровня растворимых белковых веществ, что значительно выше по сравнению с рыбной

мукой. Такая композиция способствует лучшей усвояемости белковых веществ концентратов рыбных бульонов личинками рыб, в частности осетровыми. Аминокислотный состав их достаточно схож с аминокислотным составом продуктов из рыбы. Переваримость протеина составляет более 90 %.

Гидролизаты из рыбы и отходов ее переработки. В настоящее время рядом научно-производственных объединений начаты исследования по разработке технологий и получению опытных партий гидролизатов из различных видов рыб и отходов производства пищевых рыбных продуктов. Эти гидролизаты характеризуются высоким уровнем сырого протеина (58-75 %), в основном (более 50 %) представленным водорастворимыми белковыми веществами с содержанием низкомолекулярных белковых веществ с М.М. от 6,5 тыс. Да и ниже. Недостатком таких гидролизатов зачастую является повышенный уровень жиров с высоким уровнем гидроперекисей, образовавшихся в результате гидролиза сырья повышенной жирности. Предварительное его удаление либо использование рыбного сырья с пониженным уровнем жирности позволяет вводить этот ценный компонент в стартовые комбикорма.

Крилевая мука – хороший источник каротиноидов и других биологически активных веществ – содержит 58,0-62,0 % сырого протеина, 11,0-13,0 – сырого жира, до 18,0 – золы, 2,5 – кальция и 1,8 – фосфора. В белке содержится лизина около 3,0, метионина – 2,5 и цистина – 0,6 %. В отличие от рыбной крилевая мука придает мясу выращиваемых рыб специфическую розовую окраску, используется в основном в комбикормах для производителей лососевых и карповых рыб.

Из отходов мясной промышленности в рыбных комбикормах применяют кровяную и мясокостную муку.

Мясокостная мука – хороший источник животного белка. Ее вырабатывают из отходов, получаемых на мясокомбинатах при забое животных (непищевая обрезь от зачистки мяса, малоценные субпродукты и др.). Питательность этой муки зависит от исходного сырья. Чем больше в ней измельченных костей, тем она менее питательна. В зависимости от качественных показателей

мясокостную муку подразделяют на три сорта: 1-й сорт – воды не более 9 %, сырого жира не более 11, золы не более 28, протеина не менее 50; 2-й сорт – воды не более 10 %, жира не более 16, золы не более 30 и протеина не менее 42; 3-й сорт – воды не более 10 %, жира не более 18, золы не более 40, протеина не менее 30. В рыбной комбикормовой промышленности предпочтительней использовать мясокостную муку 1-го и 2-го сорта. В зависимости от сортности растворимость белков изменяется незначительно: как правило, растворимые белковые вещества в ней не превышают 6 %, что в 1,5-2,0 раза ниже по сравнению с рыбной мукой. Во фракционном составе в основном преобладают поли- и олигопептиды с М.М. 6,5 тыс. Да.

Мясокостная мука богата незаменимыми аминокислотами, фосфором, кальцием, однако в ней много жира, представленного в основном предельными жирными кислотами, которые рыба плохо усваивает. Поэтому уровень этой муки в комбикормах следует ограничивать 10 %.

Обычно в корма для ценных пород рыб вводят до 11 % мясокостной муки.

Мясная мука – белковый корм высокого качества – вырабатывается из внутренностей животных, эмбрионов крупного рогатого скота и других мясных отходов. В ней содержится 50-60 % сырого белка и 12-15 – жира. Она является хорошим источником витаминов группы В, особенно рибофлавина, холина, никотинамида и кобаламина. Однако низкие уровни метионина и триптофана снижают ее ценность.

Мясная мука, как и мясокостная, имеет те же ограничения к использованию и довольно редко применяется на комбикормовых заводах рыбной промышленности.

Кровяную муку вырабатывают из крови, фибрина, шлея и кости. Цвет муки – от красно-коричневого до черного. В зависимости от сортности (1-й или 2-й) содержание воды составляет 9-10 %, сырого протеина – 73-81, жира – 3-6, золы – 6-10, БЭВ и клетчатки – по 1-3 %. В корм для рыб вводят муку только 1-го сорта. Питательная ценность кровяной муки невелика из-за дисбаланса аминокислотного состава: низкое содержание метионина

и изолейцина, а при высоком уровне гистидина и лизина в ней мало аргинина и метионина. Соотношение изолейцина и лейцина составляет 1:10

Белки кровяной муки независимо от сортности обладают высокой растворимостью. Растворимые белковые вещества составляют более 81 % и на 78 % представлены белками с М.М. более 12,6 тыс. Да, а доля полипептидов не превышает 4 %.

Кровяная мука плохо переваривается, однако небольшое количество (до 5-6 %) в составе комбикормов для рыб оказывает общее положительное воздействие и усиливает пищевую реакцию рыб.

Мука из шквары содержит воды не более 10 %, сырого протеина – 44-65, жира – до 12-19, золы – 9-12, БЭВ и клетчатки – до 6 %; 6,5 г кальция и 5,2 г фосфора. Белок шквары лишен многих незаменимых аминокислот. Поэтому мука из нее имеет относительно низкую питательную ценность и в комбикормах для рыб используется редко и в небольшом количестве.

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

Мясо-перьевую муку получают на птицеперерабатывающих комбинатах из перьев и тушек домашней птицы. Она содержит до 50 % белка, но в ней, как правило, мало триптофана, лизина, метионина и гистидина. В состав комбикорма мясо-перьевую муку обычно вводят не более 10 % состава.

Куколка тутового шелкопряда является высокобелковым компонентом комбикорма. Однако ее применение ограничено высоким содержанием жира (до 25 %), способного к быстрому окислению. Поэтому в настоящее время муку из куколки практически не используют.

Сухой обрат и сухое обезжиренное молоко – ценный продукт комбикормового производства – служит хорошим источником сбалансированного белка и легкодоступных углеводов. Со-

держание протеина составляет 25-34 %.

Однако следует помнить, что в этих продуктах много молочного сахара-лактозы, уровень которого в корме для рыб не должен превышать 12 % из-за возможных отклонений углеводного обмена.

Сырье растительного происхождения

С целью снижения стоимости искусственных гранулированных кормов в рационе рыб в качестве дешевого источника протеина используют растительное сырье, несмотря на то, что растительные компоненты, по сравнению с животными, содержат меньше белка и характеризуются плохой доступностью отдельных незаменимых аминокислот. Однако рациональное сочетание растительных ингредиентов позволяет успешно использовать их в качестве дополнительного источника протеина в кормовых смесях.

В рыбной комбикормовой промышленности из сырья растительного происхождения используют зерно злаковых, сухие побочные продукты предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, а также отходы масло-жировой промышленности. Химический состав кормового сырья растительного происхождения представлен в приложениях Б.1, Б.2, Б.3 и Б.4.

Зерно злаковых культур. Основными зернофуражными культурами являются ячмень, кукуруза, пшеница (отходы), овес. Уровень сырого протеина в них составляет 8-14 %, а его переваримость - 70-86. На долю водорастворимых белковых веществ приходится от 15 до 19 %, которые представлены различными молекулярными фракциями в зависимости от вида сырья, характера и условий его переработки.

Зерно **ячменя** в среднем содержит 11,6 % сырого протеина, 2,7 – жира и более 64,0 – БЭВ. В 1 кг ячменя содержится 4,4 г лизина, 1,6 г триптофана, 1,8 г метионина и 2,0 г цистина. Протеин ячменя отличается умеренной растворимостью. Водорастворимая фракция включает около 19 % белков с преобладанием белковых веществ М.М. 1,5-6,5 тыс. Да, которые с точки зрения пищевой адекватности наиболее предпочтительны для личинок

рыб на ранних этапах развития. Ячмень содержит витамины группы В, Е и РР. Жиры ячменя представлены ненасыщенными жирными кислотами. Углеводы составляют 61-64 % и содержат сахаров около 4 %, легкогидролизуемых углеводов (ЛГУ) – 50-53 и трудногидролизуемых (ТГУ) – 5-6. По питательности ячмень близок к пшенице, его используют в качестве заменителя пшеницы в комбикормах, предназначенных для карпа, канального сома и некоторых других рыб.

Пшеница является одним из наиболее питательных по белку видов корма. Для комбикормового производства обычно используют фуражную пшеницу. По сравнению с другими злаковыми она отличается более высоким содержанием протеина – до 15 %. По аминокислотному составу и растворимости протеина пшеница схожа с ячменем. В 1 кг пшеницы содержится 4,7 г лизина, 1,6 – триптофана, 1,8 – метионина и 2,0 – цистина. Водорастворимая фракция составляет 19 % от общего уровня белковых веществ с наибольшим содержанием белков с М.М. > 12,6 тыс. Да и полипептидов с М.М. 12,6-6,5 тыс. Да. Жиры представлены в основном ненасыщенными жирными кислотами - линолевой (56 %), олеиновой (12 %) и линоленовой (4 %). В пшенице, особенно проросшей, много ферментов и витаминов. Витамины А и Д представлены в форме провитаминов – каротиноидов и стирола. Из жирорастворимых витаминов содержится витамин Е, который предохраняет жиры от окисления. Многочисленные витамины группы В находятся преимущественно в оболочке зерна. Содержание углеводов составляет 69-85 %, из которых сахара 1-4, ЛГУ – 65-80 и ТГУ – 0,1-4,5 в зависимости от способа переработки. Экструзия зерна повышает в нем уровень сахаров и декстринов.

Рожь отличается более низкой питательной ценностью, хотя использование протеина на прирост составляет 80 %. Рыбы менее охотно потребляют рожь, чем пшеницу. Белки ржи богаты лизином и бедны триптофаном, содержат много витаминов группы В. Уровень протеина составляет 12-13 %, углеводов – 60-65, в том числе клетчатки – до 10, сырого жира – не более 3, золы – 2-4.

В зерне **овса** содержится 10-11 % сырого протеина, до 5 – жира, около 9 – клетчатки, 0,12 г кальция и 0,35 г фосфора. В 1 кг

корма содержится 3,8 г лизина, 1,5 – триптофана, 1,6 – метионина и 2,0 – цистина. В рыбоводстве овес характеризуется невысоким продуктивным действием и вводится в комбикорма в небольшом количестве. При этом следует использовать только овес, в котором пленки составляют не более 25 % массы зерна. Очищенный овес обладает хорошими пищевыми свойствами.

Кукуруза содержит много крахмала, но мало протеина, который к тому же обладает низкой биологической ценностью из-за дефицита лизина и триптофана. Растворимость белков составляет менее 17 %, в которых преобладают низкомолекулярные белковые формы с М.М. менее 1,5 тыс. Да. Содержание водорастворимых белков, полипептидов и олигопептидов в кукурузе ниже по сравнению с пшеницей и ячменем, а переваримость сырого протеина наименьшая в рассматриваемой группе, что также объясняет ограниченное ее применение в рыбной комбикормовой промышленности.

Помимо зерна, в составе комбикормов для рыб используют и продукты его переработки – отруби и мучки.

Одним из продуктов комплексной переработки зерновых культур является *витазар* – жмых зародышевых лепестков пшеницы. В зависимости от переработки зерна в мукомольной промышленности в нем содержится 29-35 % сырого протеина, 4-9 – сырого жира, и 2-5 – золы, 40-50 – углеводов, в том числе 11-20 – сахаров, 21-32 – ЛГУ, 2,0-8,5 – клетчатки.

Комплексная переработка зерновых влияет на качественный состав белковых веществ компонентов. Так, наиболее высокое содержание (30 %) водорастворимых белковых веществ в витазаре – жмыхе пшеничных зародышей, представленных почти на 70 % пептидами с М.М. менее 6,5 тыс. Да. При этом белки пшеничной муки имеют наименьшую растворимость из-за присутствия в них практически нерастворимых в воде проламинов и глютелинов, составляющих клейковину муки. Их удаление при сортовых и обойных помолах зерна повышает относительное содержание растворимых белковых веществ в отрубях почти на 40 % по сравнению с исходным сырьем. При этом содержание исследованных групп белковых веществ находится примерно в равных количествах

с преобладанием суммы полипептидов с М.М. менее 6,5 тыс. Да.

Пшеничные отруби – побочный кормовой продукт мукомольных предприятий, получаемый при помоле зерна в муку. Различают отруби грубого и тонкого помола. Питательная ценность зависит от содержания в них мучнистых частиц: чем меньше в отрубях муки и больше оболочек, тем ниже их питательная ценность. В пшеничных отрубях в среднем содержится 12,6-13,0 % протеина, 4-5 – сахаров, около 70 ЛГУ и 7-10 – клетчатки. Содержание фосфора в отрубях составляет 11,3 г/кг. Аминокислотный состав белка и соотношение фракций по растворимости в отрубях несколько выше по сравнению с зерном. В 1 кг отрубей содержится 5,7 г лизина, 1,9 – триптофана и метионина и 2,2 – цистина. Водорастворимые белки составляют около 26 % белковых веществ с преобладанием белков с М.М. от 1,5 до 6,5 и свыше 12,6 тыс. Да.

Ржаные отруби по составу и питательности близки к пшеничным отрубям, но содержат меньше белка и клетчатки. Уровень некоторых незаменимых аминокислот (валин, треонин, лейцин и изолейцин) выше, чем в пшеничных отрубях. По сравнению с пшеничными, ржаные отруби при близких значениях крахмала имеют более высокий уровень сахаров и меньшее содержание клетчатки.

Кукурузные отруби бедны белком и неполноценны по аминокислотному составу. Переваримость их почти вдвое ниже, чем пшеничных. В кормах для рыб используются редко.

Глютен – побочный продукт при получении крахмала из кукурузы. Содержание воды в нем составляет 6,5-12,0 %, сырого протеина – около 42, жира – 5-6, золы – 3,0-3,4, углеводов – 21-28, из которых на долю сахаров приходится не более 0,2 %, ЛГУ – 20-26, клетчатки – 1,0-1,5. Белок глютена в основном представлен проламинами и глютелином. Содержание водорастворимых белков крайне ограничено – не более 0,1 % от общего уровня белковых веществ. Аминокислотный состав белков глютена так же, как и у кукурузы обладает низкой биологической ценностью из-за дефицита лизина и триптофана. Вместе с тем, глютен в составе продукционных комбикормов для молоди осетровых мас-

сой более 1 г повышает биологическое и продуктивное действие кормов, возможно, за счет биологически активных веществ, из которых нами выявлен зеаксантин.

Мучная пыль является смесью тонкой муки и отрубей. Она появляется на мукомольных предприятиях в результате отделения от муки мельчайших частиц при движении воздуха. Ее собирают как побочный продукт производства. Наиболее питательна белая пыль, менее – серая. Химический состав мучной пыли близок к злаковым, поступающим на мукомольное предприятие.

Мучнистые злаковые должны быть хорошего качества, без постороннего запаха, с пресным вкусом. Неприятный запах муки возникает при поражении зерна грибами, клещами, засорения пылью и головней. Кислый, сладкий и солодовый вкус муки говорит о развитии бактерий, сбраживающих сахара с образованием органических кислот, горьковатый – об окислении жиров до альдегидов, кетонов и оксикислот. Доброкачественный мучнистый корм не должен иметь металлических примесей; доля минеральных веществ в виде земли и песка не должна превышать 0,8 %, головни и спорыньи – до 0,06, куколя – до 0,25; амбарных вредителей не должно быть вообще.

К кормам, богатым белком и жиром, относятся **семена бобовых** – горох, фасоль, соя, люпин, чечевица, вика, чина и продукты их переработки.

Содержание белка и жира в бобовых в 2-3 раза выше, чем в злаковых. Особенностью протеина бобовых является высокая растворимость в воде, что и обуславливает легкую усвояемость его аминокислот рыбами. Но содержание антипитательных веществ (ингибиторы, алкалоиды) снижает питательную ценность этой группы кормового сырья и частично ограничивает их использование. Для устранения ингибирующего действия семена бобовых до введения в состав комбикормов подвергают тепловой обработке.

Среди бобовых культур по питательности первое место занимает соя. Ее аминокислотный состав близок к белкам животного происхождения. Однако семена сои используют редко. Обычно применяют продукты переработки сои на маслобойных предпри-

ятях - жмыхи и шроты, получаемые после выделения масла.

Горох – один из высокопитательных растительных компонентов, традиционно используемый в комбикормах для рыб. В нем содержится 18-24 % протеина, до 5 – клетчатки, 22-26 – белка, 2-3 – жира. В 1 кг гороха имеется 14,1 г лизина, 1,5 – триптофана, 3,0 – метионина и 2,5 – цистина. Из минеральных веществ он богат фосфором (3,7 г/кг). По аминокислотному составу горох можно считать хорошим протеиновым компонентом для балансирования рационов с включением кукурузы. В водорастворимой фракции белка преобладают (до 45 %) высокомолекулярные, с массой свыше 12,6 тыс. Да. Углеводы представлены в основном крахмалом. Клетчатка не превышает 5 %. Горох отлично потребляется и легко переваривается рыбой. Однако наличие веществ, подавляющих действие трипсина, требует предварительной тепловой обработки, в частности экструзии.

Люпин, вика и чечевица используются редко. Вика содержит токсичные соли синильной кислоты и неохотно потребляется рыбами. В этих кормах, более чем в других бобовых, отмечается недостаток незаменимых аминокислот – метионина, изолейцина, фенилаланина и лизина.

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

Подсолнечниковый жмых содержит до 40 % сырого протеина, 6-8 – жира, 10-12 – клетчатки. В 1 кг жмыха содержится 9,4 г лизина, 6,4 – триптофана, 13,1 – метионина, 7,9 – цистина. Среди всех минеральных веществ жмых особенно богат фосфором. Исходя из аминокислотного состава, подсолнечный жмых можно считать хорошим компонентом для балансирования аминокислотного состава комбикормов с включением сырья из кукурузы. Растворимость протеина подсолнечного жмыха зависит от

режима тепловой обработки в процессе извлечения масла и при соблюдении технологических норм достигает 30 %. Водорастворимая фракция до 75 % представлена поли- и олигопептидами с М.М. менее 6,5 тыс. Да. Режимом тепловой обработки обусловлена и доступность отдельных аминокислот.

В *подсолнечном шроте* содержание сырого протеина составляет 38 %, жира – около 4 %, фосфора – 8,2 г/кг, кальция - 3,3 г/кг, углеводов – около 44 %, клетчатки за счет оболочек – 15 %. По аминокислотному составу протеин шрота сходен с протеином жмыха. Растворимость белков – более 28 %. В водорастворимой фракции подсолнечного шрота при сравнительно равном и низком уровне белков М.М. свыше 12,6 тыс. Да и полипептидов М.М. свыше 6,5 тыс. Да – около 3 %. Доля полипептидов с М.М. 6,5-1,5 тыс. Да и олигопептидов составляет более 36 и 42 % растворимых белковых веществ. Несмотря на плохую усвояемость лизина рыбами (не более 63 %), его широко используют в комбикормах, особенно для карпа и канального сома.

Соевый шрот и жмых отличаются высокой биологической ценностью белков, благодаря высокому содержанию незаменимых аминокислот, в особенности лизина (его мало в растительных кормах). Содержание сырого протеина достигает 35-40 %, жира – от 1 до 5 %, фосфора и кальция – 6-7 и 4-5 г/кг, соответственно. Растворимость белков достигает 32 %, а по соотношению различных пептидов он близок к кормам животного происхождения.

В соевом шроте при сравнительно близком содержании полипептидов М.М. 12,6-6,5 и 6,5-1,5 тыс. Да уровень водорастворимых белков с М.М. >12,6 тыс. Да почти в 4 раза выше по сравнению с подсолнечным.

Есть данные о замене соевым шротом более половины рыбной муки в составе комбикорма без снижения их биологической ценности, а также полной замене протеина животного происхождения протеином соевого шрота при добавке необходимого количества недостающих аминокислот метионина и лизина, без снижения эффективности рациона. Однако такая замена в кормах для осетровых и лососевых рыб проблематична.

Льняной шрот и жмых обладают хорошими диетическими

свойствами благодаря содержанию пектиновых веществ. В льняном шроте содержится до 36 % протеина, 1-5 – сырого жира, 0,33 – кальция, 0,74 – фосфора и 1-10 – клетчатки.

Хлопчатниковый шрот и жмых из отшелушенных семян содержат около 45 % сырого протеина, 1 – жира, 7-10 – клетчатки, 0,3 – кальция и 0,7 – фосфора. По аминокислотному составу протеин хлопчатникового шрота и жмыха близок к протеину подсолнечникового шрота. Недостатком является содержание в нем ядовитого вещества госсипола, ограничивающего его применение. Для кормовых целей можно использовать только шрот или жмых с содержанием госсипола не более 0,1 %.

Арахисовый шрот относится к наиболее значительным в пищевом отношении компонентам. Содержание белка составляет 43 %, жира - 11. В нем много лизина, но мало метионина и триптофана. Поэтому в комбикормах его сочетают с подсолнечниковым шротом, пшеницей и рожью.

В кормопроизводстве используются также конопляный, клецевинный, горчичный и другие шроты. Однако в кормопроизводстве для рыб они применяются редко и в небольшом объеме.

К компонентам растительного происхождения относят также травяную, хвойную и водорослевую муку.

Травяная мука содержит много клетчатки и плохо усваивается рыбой. Однако ее введение в корма способствует усилению перистальтики кишечника и более полному усвоению питательных веществ и других компонентов в составе комбикорма. В травяной муке много витаминов и других биологически активных веществ. В комбикорма для рыб вводят 2-5 % этой муки.

Хвойная мука содержит много витаминов (каротин, α -токоферол, рибофлавин, аскорбиновая кислота, филлохинон, провитамин группы Д и др.) и микроэлементов (кобальт, никель, железо, хром). Хвойную муку вводят в комбикорм в количестве 1-3 %.

Водорослевая мука вырабатывается из морских водорослей (филофлора, анфельция, ламинария, фукус и др.), содержит много дефицитных микроэлементов и витаминов, обладает хорошим связующим эффектом. В составе комбикормов ее кол-во ограничено 1-3 %.

Продукты микробиального синтеза

Наряду с сырьем растительного и животного происхождения в комбикормах для рыб широкое распространение получили продукты микробиального синтеза. Для них характерны высокое (40-65 %) содержание сырого протеина, включающего до 28-42 % белка с высокой переваримостью, 1-5 – жира, 20-40 –БЭВ, 6-12 – минеральных веществ, богатый аминокислотный состав, уступающий только сырью животного происхождения по содержанию метионина, цистина и триптофана (Приложения В.1, В.2 и В.3). Отличительной чертой продуктов микробиального синтеза является уровень содержания витаминов, превосходящий практически сырье как растительного, так и животного происхождения.

До недавнего времени для отечественной комбикормовой промышленности поставлялся широкий ассортимент продуктов микробиального синтеза – кормовых дрожжей и белково-витаминных концентратов на основе использования углеводов нефти, синтетических спиртов, а также за счет применения отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности, сельскохозяйственного производства. Однако, несмотря на широкие технологические возможности и практически неограниченную сырьевую базу для развития производства различных белково-витаминных концентратов на углеводородных и органических синтетических субстратах, в нашей стране, ввиду ряда экономических причин, выпускаются лишь кормовые дрожжи на отходах сельскохозяйственного производства. Эти продукты микробиального синтеза, при удовлетворительном уровне сырого протеина (не более 40-45 %), минеральных веществ и витаминов, по питательной ценности уступают используемым ранее в рыбной комбикормовой промышленности меприну, гаприну, эприну, паприну, ферментализату БВК и др.

Меприн – белково-витаминный концентрат белого или светло-серого цвета со свойственным кормовым дрожжам запахом. Получают его, как и паприн, путем микробиального синтеза с использованием технически чистой культуры *Candida guilliermondii*, но культивируемой на средах, содержащих древесный спирт (метанол). Содержание сырого протеина в нем составляет не ме-

нее 51 %, сырого жира – не более 5, зольных элементов – до 8. Остатки метанола не должны превышать 0,01 %.

Бактериальная масса из природного газа (гаприн, БПГ) – аморфный порошок светло-желтого цвета с сероватым оттенком и запахом, свойственным данному продукту. Его получают микробиальным синтезом технически чистых непатогенных культур метаноокисляющих бактерий, выращиваемых на питательной среде с природным газом, в котором содержится не менее 95 % метана, 5 – гомологов метана и углекислого газа. Гаприн содержит воды не более 10 %, золы – 10, сырого протеина – 70,0-81,8, сырого жира – 3-7 и углеводов – 4,4-9,5, часть из которых представлена клетчаткой. Сырой протеин представлен белком (46-57 %), нуклеиновыми кислотами (7,6-9,9 %) и небелковым азотом (14,0-16,5 %).

Паприн – порошок или гранулы от светло-желтого до коричневого цвета с запахом, свойственным дрожжам. Получают его микробиальным синтезом с использованием технически чистой культуры р. *C. guilliermondii* на очищенных жидких парафинах (н-алканах). Содержание воды - не более 10 %, сырого жира – не более 5, сырого протеина в зависимости от группы (сортности) - 48-56, углеводов – не более 0,1-0,4, нуклеиновых кислот – 8-10. В 1 кг паприна содержится 48-54 г лизина, 13-17 – метионина+цистин, 4,5-5,1 – триптофана. Белок паприна на 13 % представлен водорастворимой фракцией, которая на 47 % состоит из олигопептидов с М.М. от 1,5 до 6,5 тыс. Да.

Среди продуктов микробиального синтеза наибольшей питательностью характеризуется **эприн** - порошок светло-желтого цвета с характерным запахом дрожжей. Получают его путем микробиального синтеза с использованием технически чистых культур дрожжей рода *C. utilis* при культивировании на питательной среде, содержащей синтетический этиловый спирт. Продукт содержит воды не более 10 %, золы – 10, сырого протеина – 58-61, БЭВ – 30-37, в том числе легкогидролизуемых углеводов – 30-33, трудногидролизуемых - до 4, нуклеиновых кислот – 3-15 %, остаточных углеводов – в следовых количествах. В 1 кг эприна имеется 44,5 г лизина и 7,5 – метионина. Белок эприна почти

на 15 % представлен водорастворимыми белковыми веществами. Как и в рыбной муке, во фракционном составе преобладают белки (М.М.>12,6 тыс. Да) и полипептиды с М.М. 6,5 тыс. Да, составляющие, соответственно, 34 и 40 % от суммы растворимых белковых веществ. Доля олигопептидов с М.М.<1,5 тыс. Да и полипептидов с М.М. 6,5-1,5 тыс. Да не превышает 17 и 8 %, соответственно.

Ферментолизат БВК – аморфный порошок светло-желтого цвета с характерным дрожжевым запахом. Содержание сырого протеина составляет 55-67 %, сырого жира – 5-7, золы – не более 11. Технология его получения основана на обработке БВК ферментными препаратами (протосубтилином ГЗх), что позволяет повысить до 50 % растворимость белков, содержание полипептидов различной молекулярной массы и свободных аминокислот.

Дрожжи кормовые – порошок, чешуйки или гранулы от светло-желтого до коричневого цвета со специфическим запахом высушенных дрожжей. Их получают из технически чистых культур *S. tropicalis* или *S. utilis*, выращенных на субстратах гидролизно-дрожжевых (гидролизатах древесины, подсолнечной лузги, камыша), спиртовых и ацетонобутиловых производств, а также на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности (используются сульфитные щелоки). По своему химическому составу дрожжи кормовые во многом напоминают паприн, однако они беднее по содержанию протеина, аминокислот и витаминов. Содержание сырого протеина, в зависимости от групп (сортности), составляет 43-56 %, жира – 1-3, золы – не более 10-14, сахаров – 4,5-6,3, легкогидролизуемых углеводов – 21-30, трудногидролизуемых углеводов – 4,0-7,6. Водорастворимая фракция белков не превышает 12-13 % с преобладанием в ней полипептидов с М.М. 1,5-6,5 тыс. Да.

В настоящее время наряду с кормовыми гидролизными дрожжами микробная промышленность производит кормовые биомассы, культивируемые на отходах зерновой промышленности (биотрин, биокорн, белатин и др.), которые по качественному составу протеина практически идентичны.

Биотрин – продукт микробного синтеза – изготавлива-

ется из зерна и отходов переработки зерна (в основном отрубей ржи и пшеницы) с использованием культуры *C. guilliermondii*. Продукт содержит воды 5-7 %, сырого протеина – 41-44, сырого жира – 4-6, золы - не более 7,5. Уровень растворимых белков составляет 16-17 %, с преобладанием фракции полипептидов с М.М. 1,5-6,5 тыс. Да. В 1 кг биотрина содержится 35 г лизина, 3 – метионина, 2 – цистина и 4 – триптофана.

Биокорн представляет собой выращенную на зерновых отходах биомассу дрожжей р. *Candida* с содержанием воды до 12 %, сырого протеина – 36-39, сырого жира – не более 2, золы – до 12. Несмотря на низкий уровень сырого протеина для продуктов микробиального синтеза (в среднем 38 %), содержание растворимых белковых веществ в биокорне в 1,5 раза выше, чем в кормовых дрожжах. В большей степени растворимые белки биокорна представлены полипептидами с М.М. 6,5-1,5 тыс. Да и белками с М.М.>12,6 тыс. Да – 39 и 28 %, соответственно.

Белотин – инактивированная смесь биомассы непатогенных штаммов дрожжей рода *Candida*, культивируемых на ферментализате различных отрубей. Содержит воды до 12 %, сырого протеина – 35-38, сырого жира – 1,5-5,0, золы – не более 10. Уровень растворимых белков не превышает 15 % с преобладанием полипептидов с М.М. 1,5-6,5 тыс. Да. В 1 кг продукта белотина содержится 14,9 г лизина, 3,8 – метионина и 12,4 – аргинина.

Биологически активные вещества

Липидные добавки. В комбикормах используются животные и растительные жиры. Так как гидробионтам необходимы жидкие жиры, в рыбоводстве применяют рыбий жир, жир мелких ракообразных, растительные масла и фосфатиды (Приложение Г.1).

Рыбий жир – жидкость от светло-желтого до коричневого цвета – содержит высоконасыщенные жирные кислоты, витамины А, D и фосфолипиды.

Жир мелких ракообразных получают путем экстракции. Это маслянистая жидкость красно-коричневого цвета с характерным рыбным запахом, богатая полиеновыми жирными кислотами, витаминами и каротиноидами.

Растительными маслами богаты семена масличных культур, зерна злаковых, крестоцветных и других кормовых растений, содержащих много непредельных жирных кислот. Предпочтение отдается нерафинированным маслам, которые устойчивее к окислению и богаче фосфолипидами. В рыбоводстве широко используются подсолнечное, льняное, кукурузное, соевое масла.

Подсолнечное масло получают из семян подсолнечника. Прозрачное или слегка мутное, оно имеет специфический вкус и запах, удельный вес 0,920-0,929, температуру застывания минус 16-19 °С, йодное число 119-144, кислотное число 0,4-2,4.

В подсолнечном масле содержится от 35 до 50 мг% токоферолов, при этом на долю α -токоферола приходится 50 %. В жмыхе содержится 1,2 мг%, а в шроте – 0,6 мг% токоферолов.

Льняное масло желтого цвета, прозрачное над отстоем получают из семян льна, жмыха и шрота, в которых его содержится, соответственно, 30-47; 6,8; 2,5 %. Удельный вес 0,930-0,938, температура застывания минус 8-27 °С, йодное число 165-192, кислотное число 0,55-3,50.

В льняном масле содержится 58 мг% витамина Е. В льняном масле и продуктах переработки льняных семян нет α -токоферола.

Фосфатиды промышленность вырабатывает из масличных культур. В составе рыбных комбикормов они служат источником энергии, а также фосфора и холина, предотвращающего жировое перерождение печени и анемию. В нашей стране используются, как правило, подсолнечные фосфатиды, однако можно применять также соевые, кукурузные и льняные, за исключением хлопчатниковых.

Перспективным источником фосфатидов может быть липидная биомасса – рыхлый маслянистый рассыпчатый порошок от светло-красного до коричневого цвета с содержанием 25-30 % протеина, 55-56 – жира и 8-10 г/кг каротиноидов (до 90 % β -каротиноида). Биомасса богата витаминами группы В.

Линетол и кубовый остаток. Линетол – это очищенное от насыщенных жиров и фосфатидов льняное масло, содержащее 19 % линолевой и 40 – линоленовой жирной кислоты при соотношении

$\omega 3/\omega 6$, равном 2,1. Кубовый остаток получают при производстве линетола. Он в основном представлен фосфолипидами, содержащими 26,9 % линолевой и 33,8 – линоленовой жирной кислоты. Соотношение $\omega 3/\omega 6$ составляет около 1. Оба компонента используются в виде липидных добавок. Большой биологический эффект оказывают их смеси 2:1, 1:1 и 1:2 при соотношении $\omega 3/\omega 6$, равном 1,30-1,45.

Витамины не являются источником энергии, но могут входить в состав клеточных образований, служить материалом и катализатором для их синтеза. При недостатке витаминов у гидробионтов формируются патологии алиментарного характера, что приводит к появлению различных заболеваний.

По физическим свойствам витамины подразделяют на жирорастворимые и водорастворимые.

К жирорастворимым витаминам относят витамины А, Д, Е и К.

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

Витамин А – светло-желтая жидкость, легко растворимая в эфире, хлороформе, ацетоне, бензоле, этиловом и метиловом спиртах, бензине и жирах.

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

Витамин Д (кальциферол) - один из немногих витаминов, ко-

торый не вырабатывается растениями и не содержится в растительных продуктах. Он необходим для индукции синтеза кальцийсвязывающего белка, активации обмена скелетного кальция, стимуляции всасывания кальция в пищеварительном тракте. Дефицит витамина Д вызывает патологические изменения в мышечной и костной тканях. Источниками витамина Д являются рыбий жир, дрожжи, масляный и спиртовой растворы эргокальциферола (соответственно 10-100 тыс. МЕ и 200 тыс. МЕ в 1 мл). Наиболее эффективен искусственно получаемый комплекс синтетического холекальциферола с казеином – видеин D₃, стабилизированный бутилокситолуолом и представляющий собой желтое порошкообразное вещество разного гранулометрического состава. Содержание холекальциферола в видеине D₃ составляет до 225 тыс. МЕ в 1 г. Эффективность препарата существенно зависит от величины его частиц. Максимальной биологической активностью обладает препарат с частицами размером не более 50 мкм. Комбинированным водорастворимым препаратом, состоящим из витаминов А и Д, является дафасол. Его выпускают в капсулах с содержанием в каждой 500 тыс. МЕ ретинола и 250 тыс. МЕ холекальциферола.

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

В неомыляемой фракции растительных масел содержится витамин Е, который состоит из смеси близких по химическому строению веществ – токоферолов: альфа (α), бета (β), гамма (γ), дельта (δ), эпсилон (ϵ), дзета (ζ) и эта (η). Витамин Е обладает мощной антиокислительной способностью. Он предохраняет ненасыщенные жирные кислоты и многие легкоокисляемые части жира от окисления. Несмотря на то, что все токоферолы по своему химическому строению близки между собой, их антиокислительная и биологическая активность различна: наивысшей обла-

дают α -, β - и γ -токоферолы.

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

Витамин К (филохинон и менахинон) повышает свертываемость крови, участвует в образовании протромбина, стимулирует образование фибриногена и способствует регенерации тканей. У рыб недостаток витамина К приводит к снижению свертываемости крови.

Витамин К широко распространен в природе – больше всего в зеленых частях растений, но концентрация его в кормах невысока. Зерновые содержат витамин К в небольших количествах. Наиболее богаты витамином К бобовые, из растительных масел – арахисовое, содержащее 0,5 мг/г, и соевое – 0,1 мг/г.

Витамин К в чистом виде не используется. Широко распространен викасол – бисульфитное производное метилнафтихинона, представляющий собой горький на вкус мелкокристаллический порошок, растворимый в воде. По активности викасол в два раза превосходит естественный витамин К. За рубежом часто применяют менадион – бисульфит натрия с содержанием 99 % действующего начала. Высокой витаминной активностью обладает и синтетический препарат синковит.

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

Тиамин (B_1) входит в состав ферментов, без которых невозможны процессы декарбоксилирования. Тиамин участвует в регулировании углеводного обмена, поддерживает работу нервной системы. У рыб, страдающих недостатком этого витамина, нарушается равновесие, снижается потребление корма. Большое коли-

чество тиамина содержат кормовые дрожжи.

Синтетическими препаратами витамина B_1 являются тиамин-гидрохлорид, тиамингидробромид и тиаминмононитрат. Они термически устойчивы, трудно разрушаются под действием света и кислорода, однако быстро теряют активность в щелочной среде и под воздействием сильных окислителей.

Рибофлавин (витамин B_2), осуществляющий реакции дегидрирования, входит в состав ферментов, которые влияют на обмен белка, некоторых витаминов (B_3 , B_4 , B_6 , оротовая кислота). B_2 участвует в углеводном обмене, способствует образованию гликогена в печени, связан с белковым обменом, поддерживает нормальную функцию половых желез и нервной системы.

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

Препарат витамина B_2 (рибофлавин) представляет собой горький на вкус оранжево-желтый кристаллический порошок, плохо растворимый в воде, устойчивый к повышению температуры, однако легко разрушающийся на свету.

Пантотеновая кислота (B_3) имеет большое значение в клеточном обмене: это незаменимая составная часть кофермента А, который играет важную роль в белковом, углеводном, липидном обмене, участвует в синтезе ацетилхолина и стероидных гормонов. Как правило, используют не пантотеновую кислоту, а ее соли — пантотенат кальция и натрия, представляющие собой горько-сладкий белый аморфный или кристаллический порошок без запаха.

Холин (витамин B_4) необходим организму для осуществления жирового обмена, входит в клеточные структуры как составная часть фосфолипидов. Основное значение этого витамина состоит в его липотропном действии: он служит для образования ацетилхолина, способствует синтезу в организме некоторых аминокислот.

Холин производят в виде хлористоводородной соли, которую выпускают в кристаллическом и жидком состоянии с концентрацией 50-70 %. Холин-хлорид очень гигроскопичен, обладает своеобразным запахом и горьким вкусом. Он устойчив к нагре-

ванию, но подвержен действию ультрафиолетовых лучей. Срок его годности - два года в закрытой упаковке. За рубежом хлорид-холин выпускают в виде порошка, содержащего 25 % действующего начала.

Витамин B₅ (PP, никотиновая кислота) входит в состав коферментов, поддерживающих тканевое дыхание. Участвует в углеводном, белковом и жировом обмене.

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

Пиридоксин (витамин B₆) участвует в белковом обмене, в частности в переаминировании, декарбоксилировании и метилировании аминокислот, а также в обмене триптофана, метионина, цистина, в углеводном и жировом обмене, улучшает использование незаменимых жирных кислот. Витамин B₆ выпускается промышленностью в виде пиридоксина-гидрохлорида - кристаллического порошка белого цвета, без запаха, горько-соленого на вкус. Препарат устойчив к повышенной температуре, действию кислот и щелочей, но быстро разрушается на свету. В последние годы в нашей стране синтезирован трилинолеат, сочетающий полезные свойства витамина B₆ и линолевой кислоты.

Цианкобаламин (витамин B₁₂) вместе с фолиевой кислотой участвует в синтезе гемоглобина, а совместно с холином и метионином обладает липотропным действием. B₁₂ принимает участие в синтезе нуклеиновых кислот, в обмене жира, углеводов, аминокислот. Недостаток в комбикормах вызывает замедление роста, снижает потребление пищи, содержание гемоглобина в крови и оказывает разрушающее действие на эритроциты.

В качестве источника витамина B₁₂ используют как собственно цианкобаламин (кристаллы темно-красного цвета, без вкуса и запаха), так и его концентраты, главным образом КМБ-12. Это порошок коричневого цвета, кислый на вкус, со специфическим запахом, содержащий не менее 100 мг/кг витамина B₁₂. Срок хранения - до 1 года. Цианкобаламин быстро теряет активность на

свету. Известны другие источники витамина B_{12} : кормовой биомидин, биовит-20, -40 и -80, пропомецилин, активный ил.

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

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

Фолиевая кислота (витамин B_9) участвует в синтезе и обмене холина, катализирует синтез аминокислот, стимулирует синтез гемоглобина, влияет на использование витамина B_{12} . Ее дефицит замедляет рост рыб, увеличивает их смертность. Фолиевая кислота особенно необходима для развития эмбрионов и молоди.

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

Содержание витаминов в отечественном кормовом сырье представлено в приложении Г.2.

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

Так, фосфор связывает в организме воедино процессы белко-

вого, углеводного, липидного, минерального и энергетического обменов. Рост мальков и сеголеток рыб напрямую зависит от содержания кальция в воде. С недостатком этого элемента связана невысокая оплодотворяемость икры рыб, замедленная минерализация скелета личинок, а также плохая усвояемость питательных веществ из корма.

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

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

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

Дополнительным источником повышения содержания некоторых макро- и микроэлементов могут служить цеолиты. Кроме того, согласно результатам наших исследований и литературных данных, природные цеолиты способны адсорбировать и выводить из организма рыб эндотоксины, регулировать метаболизм азотистых соединений, снижать всасывание вредных эффекторов в кровь, иммобилизовать ферменты желудочно-кишечного тракта.

Наиболее эффективно по совокупности рыбоводно-биологи-

ческих и физиолого-биохимических показателей введение в рацион до 3 % пегасина или шивыртуина.

В качестве минеральных добавок в комбикормах для рыб используют створки моллюсков, в частности мидий, и продукты их переработки, сухой порошок медузы. Явным достоинством гидробионтов является большой набор макро- и микроэлементов, в том числе селена.

Содержание макро- и микроэлементов в минеральных добавках представлено в приложении Г.3.

Кормовые антибиотики. Многие антибиотики являются необходимыми и естественными биологически активными веществами, которые содержатся в организме рыб и их естественных кормах. Термическая обработка искусственных комбикормов снижает их антибиотическую активность, что приводит к нарушению равновесия в составе кишечной микрофлоры организма и появлению патогенных микроорганизмов. Поэтому в комбикорма, особенно сухие, следует вводить кормовые антибиотики. Эффективность их действия зависит от вида, возраста, физиологического состояния рыбы.

Как правило, в комбикорма добавляют не чистые антибиотики, а их кормовые препараты, в состав которых, кроме антибиотических веществ, входят витамины, ферменты, аминокислоты и другие полезные вещества. Из большого перечня антибиотиков для стимуляции роста животных и профилактики желудочно-кишечных заболеваний в настоящее время применяют только препараты бацитрацина и гризина - бацилихин-10 (-20, -30), кормогризин-5 (-10, -40), витамин-0,5 (-1, -5). Использование этих препаратов разрешено специальной комиссией ФАО/ВОЗ, так как они, в силу полипептидного строения, имеют широкий спектр антимикробной активности как против грамположительных, так и грамотрицательных микробов, не всасываются из желудочно-кишечного тракта и, соответственно, не накапливаются в тканях и органах животных.

Каротиноиды и иммуностимуляторы. Каротиноидные пигменты характеризуются высокой полифункциональностью в живых организмах и содержатся в естественных кормах рыб. В

пище рыб каротиноиды играют особую роль: участвуют в пигментации и размножении, дыхании и окислительном метаболизме клеток животных, тесно связанных с липидным и жирнокислотным обменом, обеспечивают животных витамином А.

Одной из многочисленных биологических функций каротиноидов является участие их в процессах свободнорадикального окисления в качестве регуляторов. Применение каротиноидов в искусственных кормах затруднено ввиду ограниченности их источников. До недавнего времени практически единственным источником каротиноидных пигментов, используемым в производстве рыбных комбикормов, был КПКМ (кормовой препарат микробиологического каротина), содержащий до 0,5 % β -каротина.

Новым каротинсодержащим препаратом является Витатон, содержащий наряду с повышенным уровнем группы витамина В, 6-8 % β -каротина.

Перспективными источниками каротиноидных пигментов являются многие гидробионты, в том числе мидии. Как известно, в теле этого моллюска содержание каротиноидов достигает 249 мкг/г сырой массы: из них ксантофиллы - 156 мкг/г и каротины - 93 мкг/г. В настоящее время с развитием мариккультуры мидий и разработкой технологии их переработки стало возможным и необходимым более широкое использование продуктов этой переработки в различных областях.

Одним из таких продуктов является кислотный гидролизат - МИГИ-К ЛП, или МИДЭЛ, технология производства которого разработана ВНИРО. Этот препарат обладает широким спектром лечебно-профилактических свойств: он оказывает радиотерапевтический эффект, обладает иммуностимулирующим действием, способствует заживлению ран, язв и т.д. Гидролизат содержит минеральных солей 22 %, аминокислот - 12, липидов - 0,1, микроэлементов - 0,1, меланоидинов - 0,1. К настоящему времени из мидийного гидролизата производят ряд препаратов медицинского назначения с высокой биологической активностью, основа которой еще не выявлена. Следует также отметить, что состав мидийного гидролизата варьирует в значительных пределах и зависит как от места культивирования мидий, так и технологии

изготовления гидролизата.

Никфан (Симбионт-2) – препарат, представляющий собой продукты метаболизма эндофитных грибов, выделенных из корней облепихи, растворенных в спирте. Он предназначен для стимуляции роста сельскохозяйственных растений (картофель, яровая и озимая пшеница, яровой ячмень), а также повышения их устойчивости к болезням. Никфан разработан в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, защищен авторским свидетельством и включен в список разрешенных президиумом Госхимкомиссии Министерства сельского хозяйства России.

В состав препарата входят: спирт – 70,0-99,8 %, продукты метаболизма эндофитных грибов (индолилуксусная кислота, абсцизовая кислота, цитокинины) – 0,2 %.

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

В настоящее время в составе комбикормов и компонентов, содержащих ненасыщенные липиды, применяется уже значительное количество антиоксидантов, предохраняющих от окисления липиды и витамины. Из естественных антиокислителей традиционно используются токоферол, аскорбиновая кислота, лецитин. Среди синтетических препаратов следует выделить сантохин (этоксихин, сантоквин), бутилокситолуол (ионол), бутилоксанизол (бутилгидрок-сианизол), додецилгаллат, пропилгаллат, дилудин, а также антиоксиданты нового поколения - анфелан и кормолан, разработанные под руководством П.И. Гольденберга (г. Москва). Эти препараты обычно добавляют в кормосмеси в количестве до 0,02 %.

Премиксы. Физиологически полноценные комбикорма, помимо адекватности протеина, жира, углеводов, должны иметь полный комплекс органических и минеральных веществ, обеспечивающих естественное течение обменных процессов в ор-

ганизме рыб.

Для создания оптимального уровня биологически активных веществ – микроэлементов, витаминов антиоксидантов, антибиотиков вкусовых и красящих веществ – в кормопроизводстве широко используются премиксы.

Премиксы – это обогатительная смесь, включающая биологически активные вещества микробиального и химического синтеза – витамины, микроэлементы, антибиотики, химико-терапевтические препараты, ферменты и другие высокоэффективные вещества, нанесенные на инертную структуру и обеспечивающие равномерное и дозированное поступление БАВ в организм рыб с пищей.

По внешнему виду премиксы – аморфные порошки, по цвету и запаху соответствующие характеру наполнителя, обладают широким спектром действия: способствуют повышению темпа роста, выживаемости, сопротивляемости инфекционным заболеваниям и обеспечению полноценного гомеостаза. Вводят премиксы в комбикорма в незначительных количествах (отечественные – 1 %, импортные – 0,5 % к основной массе) в виде предварительно приготовленных смесей БАВ.

По своему назначению премиксы делят на профилактические (витаминные, минеральные, комплексные) и лечебные (витаминно-терапевтические). Профилактические премиксы используются для балансирования комбикормов и рационов по недостающим компонентам и предназначаются для повседневного использования. Лечебные премиксы имеют более узкое применение – для оказания терапевтической помощи при различных заболеваниях – и предназначаются для временного использования или для определенной возрастной группы.

По ассортименту вводимых веществ их можно классифицировать как комплексные, когда в их состав входят витамины, микроэлементы, аминокислоты, антиоксиданты и другие вещества, и простые – из однородных компонентов, либо только витаминов, или только микроэлементов и т.д.

В состав витаминных премиксов, как правило, вводятся витамины группы В, А, С, Е и Н. Минеральные премиксы из микроэлементов содержат железо, цинк, медь, марганец, кобальт и йод, реже магний, серу, селен и молибден.

Для целей животноводства в ограниченных количествах вы-

пускают также лечебные и антистрессовые премиксы, рецептура которых периодически утверждается в установленном порядке. Основой для их получения являются профилактические премиксы, в которых отдельные БАВ или их группа взяты в больших дозах. Однако лечебные и антистрессовые премиксы чаще готовят непосредственно в хозяйствах по прописи ветеринарной службы, исходя из обстановки на самом предприятии. В отечественной практике кормопроизводства используют только комплексные премиксы.

Для рыб чаще всего используются комплексные профилактические премиксы, реже – лечебные и лечебно-витаминные. Различные виды и составы премиксов для рыб разрабатываются с учетом вида и возраста объекта выращивания. В рыбоводстве применяют ряд премиксов, но приоритет остается за форелевыми витаминными премиксами серии ПФ, которые дают хорошие результаты при кормлении ценных видов рыб (табл. 1).

Таблица 1. Состав отечественных премиксов для форели*

Элементы	Ед. изм.	ПФ-1М	ПФ-1В	ПФ-1ВМ
Витамины				
А	МЕ/кг	1,7	1,5	1,5
Д ₃	-	0,35	0,3	0,3
Е	г/кг	2,0	2,0	2,0
С	-"-	50,0	50,0	50,0
К	-"-	0,25	0,25	-
В ₁	-"-	1,5	1,5	-
В ₂	-"-	3,0	3,0	-
В ₃	-"-	5,0	5,0	-
В ₄	-"-	50,0	50,0	-
В ₅	-"-	20,0	17,5	-
В ₆	-"-	1,7	1,5	-
В ₁₂	-"-	0,007	0,005	0,01
Фолевая (В ₉)		0,5	0,5	-
Антиоксиданты				
Сантохин	г/кг	10,0	10,0	10,0
Наполнитель				
Пшеничная мука	г	до 1000	до 1000	до 1000

*Предназначаются для комбикормов, содержащих не менее 15 % кормовых дрожжей.

Состав премиксов для карпа при выращивании в условиях тепловодных хозяйств представлен в таблице 2.

Таблица 2. Состав премиксов для карпа
(по прописи ООО «ПРОВИМИ»)

Элементы	Ед. измерения	ПМ-1	ПМ-2
Витамины			
А	млн МЕ	1,2	0,8
Д ₃	"	0,3	0,18
С	мг	-	2000
В ₁	"	1500	1000
В ₂	"	3000	3000
В ₃	"	2500	2000
В ₅	"	5000	2500
В ₆	"	1500	-
В ₁₂	"	2,4	3,0
Фолевая (В ₉)	мг	300	500
Н	"	10	-
Микроэлементы			
Медь	мг/кг	250	250
Железо	"	2500	1000
Цинк	"	3500	1800
Марганец	"	5000	1000
Йод	"	50	-
Кобальт	"	35	20
Селен	"	15,0	-
Наполнитель			
Пшеничная мука	кг	до 100	до 100

В 1998-1999 гг. ВНИИПРХом разработаны новые витаминно-минеральные премиксы ПФ-3В для лососевых рыб и ПКП – для карпа, которые в настоящее время выпускаются отечественной промышленностью. Для осетровых рыб созданы витаминные премиксы серии ПО и витаминно-минеральные ВМП ПО (табл. 3), которые хорошо зарекомендовали себя в условиях Астраханской области.

В условиях Ростовской области высокой эффективностью характеризовались стартовые комбикорма для осетровых рыб, в рецептуру которых входил витаминно-минеральный премикс Вр. Ш Укр., разработанный УкрНИИРХом (табл. 4).

В рецептуры комбикормов для выращивания карпа в тепловодных хозяйствах и канального сома включены премиксы, используемые в птицеводстве (таблицы 5, 6).

Таблица 3. Состав премиксов для осетровых рыб

Элементы	Ед. измерения	ПО-1	ВМП ПО-3
Витамины			
А	млн МЕ	0,75	1,7
Д ₃	"	0,35	0,35
Е	г/кг	10,0	1,0
С	"	50,0	200
В ₁	"	1,5	3,0
В ₂	"	3,0	3,0
В ₃	"	5,0	-
В ₄	"	50,0	50,0
В ₅	"	20,0	20,0
В ₆	"	1,7	1,7
В ₁₂	"	0,007	0,007
Фолевая (В ₉)	"	0,5	0,5
Н	"	0,3	0,3
Микроэлементы			
Медь	мг/кг	-	6,0
Марганец	"	-	20,0
Иод	"	-	1,0
Молибден	"	-	0,5
Селен	"	-	0,1
Кобальт	"	-	0,1
Антиоксиданты			
Сантохин	мг/кг	10,0	10,0
Наполнитель			
Пшеничная мука	г	до 1000	до 1000

Таблица 4. Состав премикса Вр. Ш Укр.

Элементы	Ед. измерения	Вр.Ш Укр.
Витамины		
А	млн МЕ	1000
Д ₃	"	40
Е	тыс. МЕ	200
В ₁	г	15
В ₂	"	500
В ₃	"	2000
В ₄	"	60000
В ₅	"	2500
В ₁₂	"	2
Микроэлементы		
Медь	г	350
Магний	"	6000
Марганец	"	360
Цинк	"	360
Кобальт	"	2500
Макроэлементы		
Кормовой фосфат	г	62000
Ферменты		
Протосубтилин	г	50000
Наполнитель		
Пшеничная мука	кг	до 1000

Таблица 5. Состав премиксов для птицы, используемых в рыбоводстве
(по прописи ООО «Биомикс-Плюс»)

Элемент	Ед. изм.	П-1-2	П-1-22	П-1-21	П-1-1	П-5-1	П-5-11	П-6-1	П-5-Б-1	П-5-Б-2
Витамины										
А	млн МЕ.	800	700	500	1000	1000	1200	800	1500	1200
Д	"	200	150	80	200	200	300	150	400	400
Е	г	700	125	125	2000	2500	4000	1000	2500	1000
К ₃	"	100	100	-	200	200	200	200	400	400
В ₁	"	100	-	-	200	200	200	100	300	300
В ₂	"	300	300	300	500	400	800	300	900	800
В ₃	"	1000	1000	500	2000	1200	1000	800	1600	1000
В ₄	"	25000	17500	-	35000	40000	100000	40000	60000	40000
В ₅	"	2000	1000	400	2500	3000	6000	3000	3000	2000
В ₆	"	200	200	-	350	200	300	100	600	600
В ₁₂	"	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	2,0	2,5	4,0	3,0
В ^с	"	-	-	-	100	70	100	50	160	100
Н (биотин)	"	5	10	-	5000	5000	3000	2500	3000	3000
Микроэлементы										
Железо	"	1000	1000	2000	1000	1000	6000	1000	5000	5000
Марганец	"	7000	7000	5000	10000	10000	6000	10000	10000	10000
Медь	"	250	250	250	250	250	500	250	1000	1000
Цинк	"	7000	7000	1800	6000	5000	5000	5000	7000	7000
Кобальт	"	50	-	-	100	100	50	100	-	100
Иод	"	70	70	80	100	100	100	70	130	130
Селен	"	10	10	10	25	20	80	20	20	20
Антиоксиданты										
Атидол	"	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Наполнитель										
Отруби пшеничные	кг	до 1000	до 1000	до 1000	до 1000	до 1000	до 1000	до 1000	до 1000	до 1000

Таблица 6. Состав премиксов «Геомар» для птицы, используемых в рыбководстве (по прописи ООО «Франко-Дон»)

Состав	Ед. измерен.	6140 (стартер)	6141 (финишер)
Витамины			
А	млн МЕ	2000	1800
Д ₃	-"-	600	600
Е	-"-	6000	4000
К ₃	-"-	400	400
В ₁	-"-	200	-
В ₂	-"-	1300	1000
В ₆	-"-	400	-
В ₁₂	-"-	2,5	2,0
РР	-"-	4000	4000
В ₃ (пантент)	-"-	2000	1500
Фолевая	-"-	80	-
Холин-хлорид	-"-	70000	6500
Биотин	-"-	10	-
Микроэлементы			
Fe	г	10800	2500
Mn	-"-	16120	15500
Cu	-"-	1600	875
Zn	-"-	10100	8350
Co	-"-	-	-
I	-"-	300	200
Se	-"-	40,13	40,13
Наполнитель			
Отруби пшеничные	кг	до 1000	до 1000

При разработке премиксов и их производстве особое значение имеет наполнитель как основная несущая основа.

К наполнителю предъявляются определенные требования: совместимость с микроингредиентами, хорошая сыпучесть, несслеживаемость, небольшой размер частиц. При этом частицы не должны образовывать пыли и иметь шероховатую поверхность, а по отношению к микроингредиентам иметь противоположный электрический (статический) заряд и быть способными удерживать на своей поверхности биологически активные вещества.

Наполнитель, как правило, должен быть кормовым средством с удельной массой, примерно равной массе ингредиентов, и влажностью не выше 12 %. Наполнитель должен иметь нейтральную реакцию или близкую к ней и хорошо смешиваться с ингредиента-

ми комбикормов и кормовых смесей, при определенных добавках не нарушая соотношения питательных веществ в комбикормах.

Наиболее полно удовлетворяют этим требованиям пшеничные отруби, различные шроты, кормовые дрожжи, кукурузная, костяная и травяная мука. Однако для изготовления премиксов для рыбы предпочтительнее пшеничные отруби, подсолнечный и соевый шроты, а также дрожжи.

Биологически активные вещества, вводимые в премиксы, так же, как и наполнитель, должны соответствовать определенным требованиям: иметь устойчивость по отношению к наполнителю и друг к другу и обладать химической совместимостью.

В премиксах важное значение имеет гранулометрический состав микродобавок для однородного распределения их по всему комбикорму.

Для достижения наибольшего соответствия размерности предъявляемым требованиям их подвергают измельчению на молотковых, шаровых или других типах мельниц. В отдельных случаях размалывают в присутствии других минеральных веществ, которые не будут оказывать химического воздействия на основной компонент.

Эффективность действия премиксов зависит не только от оптимального набора БАВ и их количества, но правильности и тщательности приготовления.

В основу премиксов положена принципиальная технологическая схема точного дозирования и тщательного смешивания ингредиентов до получения однородной массы. При этом большое значение имеют достижение необходимой величины частиц наполнителя и микроингредиентов, а также скорость вращения барабана, шнека или ротора, обеспечивающих оптимальную размерность частиц.

При изготовлении премиксов используют стандартные технологические приемы. Предварительно взвешивают биологически активные вещества и добавляют одну десятую часть наполнителя при непрерывном перемешивании. При этом соблюдают порядок введения БАВ. Вначале смешивают наполнитель с витаминами и аминокислотами, а затем вводят в смеси соли микроэлементов.

Полученную смесь измельчают, просеивают и доводят до необходимой массы наполнителем и вновь смешивают при малых оборотах смесителя в течение 20-25 минут. При этом образуется устойчивая гомогенная смесь. Полученный премикс расфасовывают в мешки.

Эффективность смешивания оценивается по коэффициенту неоднородности смеси, который определяют по следующей формуле:

$$W_c = \frac{100}{C_0} \sqrt{\frac{\sum(C_1 - C_0)^2}{n-1}}$$

где: W_c – коэффициент неоднородности;
 C_0 – заданное содержание ингредиента в смеси, г;
 C_1 – фактическое содержание ингредиента в смеси, г;
 n – число проверенных образцов.

Идеальным считается смешивание при коэффициенте неоднородности, равным нулю, и соотношении $C_0 = C_1$. При значении $W_c = 5-10\%$ смешивание признается хорошим, а свыше 15% – неудовлетворительным.

Как правило, для вычисления коэффициента неоднородности один и тот же элемент премикса определяют не менее чем в 7-10 образцах. При этом определяемый элемент премикса по массе внесения должен соответствовать большинству ингредиентов, быть меньше большинства ингредиентов, а метод его определения отличаться простотой и надежностью.

3. ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ КОРМОВ ДЛЯ МОЛОДИ

Содержание питательных веществ в корме, установленное на основании химических анализов, характеризует лишь его потенциальную ценность. Попадая в пищеварительный тракт, кормовые вещества подвергаются частично механическому, а в основном химическому расщеплению. В процессе продвижения корма по пищеварительному тракту часть питательных веществ не успевает усвоиться и удаляется из организма с экскрементами.

Основным компонентом осетровых комбикормов является рыбная мука, количество которой в зависимости от рецептуры составляет 35-45 %. Питательная ценность ее для молоди осетровых достаточно высока: переваримость сырого протеина – не менее 87 %, доступность незаменимых аминокислот – 97 (Приложение Д). Однако количество растворимых белков невысоко – около 10 % всего сырого протеина, из которых пептиды М.М. 10 тыс. Да и менее составляют около половины.

Суберкон характеризуется высокой переваримостью сырого протеина и доступностью аминокислот – 97-98 %. Растворимая фракция белка в Суберконе по сравнению с рыбной мукой выше почти в 5 раз, полипептидов М.М. 1,5-10,0 тыс. Да – в 1,5, олигопептидов М.М. <1,5 тыс. Да – в 13, свободных аминокислот – более чем в 2 раза при снижении доли белков М.М. >10 тыс. Да в 1,5-1,6 раза. Несмотря на высокую питательную ценность Суберкона, количество его в комбикорме лимитируется из-за повышенного содержания NaCl, которое достигает 14 %.

Кровяная мука характеризуется меньшей по сравнению с рыбной мукой переваримостью сырого протеина и доступностью аминокислот – 72 и 65 %, соответственно. Несмотря на высокую растворимость, 78 % белков представлены альбуминами с М.М. свыше 10 тыс. Да.

Переваримость сырого протеина сухого молока (или обрат) составляет 78 % при высокой доступности аминокислот – 89 %. Сырой протеин представлен растворимыми белковыми веществами, которые на 95-96 % состоят из полипептидов и белков, с преобладанием последних.

В отечественных рыбных комбикормах широко используются соевый и подсолнечный шроты. Общеизвестно, что наибольшей питательной ценностью характеризуется соевый шрот

с благоприятным аминокислотным составом. Однако при равной переваримости молодью осетровых сырого протеина этих шротов (89 %) доступность аминокислот у подсолнечного шрота выше на 7 %, а незаменимых аминокислот – на 10. При удалении лузги кормовые свойства подсолнечного шрота значительно улучшаются. Частичный гидролиз шротов (17 %) приводит к повышению растворимости белков более чем в 10 раз и их дисперсности за счет увеличения доли пептидов и свободных аминокислот, что значительно улучшает переваримость сырого протеина и доступность аминокислот.

Ценным кормовым сырьем в стартовых комбикормах для осетровых рыб является соевый белковый концентрат: переваримость протеина составляет 91, доступность аминокислот – 93, незаменимых – 96, уровень растворимых белков – около 14 % от общего протеина, которые на 57 % представлены пептидами с преобладанием полипептидов.

Пшеница и ячмень, уровень протеина в которых невысок – 13-15 %, характеризуются достаточно высокой его переваримостью (89-98 %) и доступностью аминокислот (83-94 %). Растворимые белки составляют около 15 % от общего протеина и представлены в большей степени полипептидами, затем белками. Олигопептиды составляют 17-19 %. Значительно ниже для молодежи осетровых питательная ценность сорго и гидролизата хлореллы.

Особый интерес для осетровых рыб представляют продукты микробиальной синтеза – паприн, эприн и их ферментоллизаты. Переваримость протеина у них высока – 83-96 %, доступность суммы аминокислот и незаменимых аминокислот – 79-92 и 84-93 %, соответственно, причем у ферментоллизата паприна эти показатели наиболее высокие. По соотношению белковых веществ различной молекулярной массы эприн и паприн близки к зерновым. Но за счет более высокого уровня протеина и растворимых белков абсолютное содержание олиго- и полипептидов в эприне и паприне почти в 4 раза больше, чем в зерновых.

Таким образом, доля растворимых белковых веществ в традиционных кормах животного происхождения достаточно высока – почти на порядок выше, чем в растительных белках. Растворимые животные белки в основном представлены белками и полипептидами с М.М. более 1,5 тыс. Да. В растительных белках, кроме того, высока доля олигопептидов. Корма микробиальной синтеза занимают промежуточное положение: по фракционному составу

растворимых белков они близки к растительным, но при этом доля растворимых белков у них выше более чем в 2,5 раза. Для кормов животного происхождения и микробиального синтеза, за исключением мясокостной муки и кормовых дрожжей, характерна более высокая (в 1,8-2,6 раза) обменная энергия по сравнению с зерновыми. Для шротов этот показатель также высок и увеличивается в соответствующих концентратах и гидролизатах.

Использованный нами подход для оценки физиологической питательности кормового сырья позволяет более полно выявить недостатки и потенциальные возможности их белковой части, что важно при разработке полноценных рационов.

Переваримость углеводов у ранней молоди осетровых невысока и колеблется в широких пределах, но не превышает в кормах животного, растительного и микробиального происхождения 41, 54 и 40 %, соответственно. Степень переваримости углеводов зависит от сложности строения, биологическая ценность - от содержания мономерных форм, которые в большей степени усваиваются простой диффузией. Однако при длительном кормлении диетами с преобладанием мономеров вступает в действие бактериостимулирующий фактор, снижающий доступность таких кормов. В этой связи наиболее значимы олигомерные формы.

У ранней молоди осетровых легкогидролизуемые углеводы, вероятно, не менее важны в питании в качестве биоэнергетического материала, чем протеин, в связи с чем, по-видимому, у личинок осетровых рыб повышается активность амилазы и лактазы при одновременном снижении активности липазы. Следует отметить также, что в естественной пище молоди осетровых, согласно нашим и литературным данным, содержание углеводов составляет от 24 до 40 % сухого вещества.

Определено, что способность рыбы более полно утилизировать углеводы пищи находится в прямой зависимости от температуры их обитания, размера и возраста и не определяется характером питания животных в природе.

4. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СЫРЬЯ И КОРМОВ

Компоненты растительного происхождения

Ячмень (зерно). Для кормовых целей предназначен ячмень второго класса без затхлого, солодового или плесневелого запаха и цвета, не свойственного здоровому зерну. Допускается его незначительное потемнение, когда ячмень теряет свой естественный цвет или имеет потемневшие концы. В кормовом ячмене не ограничивается содержание мелких зерен и допускается (до 15 %) включение зерен и семян других культурных растений. Основные требования, предъявляемые к кормовому ячменю, представлены в таблице 7.

Таблица 7. Требования к качеству зерна кормового ячменя (по ГОСТу 28672-90)

Показатели	Норма
Влажность, %	15,5
Сорная примесь, % (не более)	5,0
в т.ч.: минеральная примесь	1,0
куколь	0,5
спорынья и головня (по совокупности)	0,1
горчак ползучий и вязель разноцветный	0,04
фузариозные зерна	1,0
Зерновая примесь, % (не более)	15,0

Не допускается зараженность кормового зерна вредителями. Содержание токсических элементов, микотоксинов и пестицидов в ячмене не должно превышать допустимые уровни, установленные медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества для комбикормового сырья.

В рыбные корма вводят 5-12 % ячменя в зависимости от вида кормов и объектов выращивания.

Ячмень перевозят всеми видами транспортных средств в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, и хранят в сухих, хорошо проветриваемых зернохранилищах согласно санитарным правилам и условиям хранения, утвержденным в установленном порядке.

Овес. Для кормовых целей используется овес 4-го класса 1-го и 2-го типов, а также их смесь. Для него характерна разнокачественность размера и формы зерна. Согласно стандартам, в кормовом овсе допускаются: потеря естественного цвета или потемнение концов, наличие зерен и семян других кормовых культур, а также содержание до 50 % от массы битых и изъеденных зерен или зерновой примеси; остальные 50 % массы должны относиться к основному зерну. Запах не должен быть затхлым, солодоватым и плесневелым. Ограничительные нормы для кормового овса представлены в таблице 8.

Таблица 8. Требования к качеству зерна кормового овса
(по ГОСТу 28673-90)

Показатели	Норма
Влажность, % (не более)	15,5
Сорная примесь, % (не более),	5,0
в т.ч.: минеральная примесь	1,0
куколь	0,5
спорынья и головня (по совокупности),	0,1
софора лисохвостая и вязель разноцветный	0,04
Зерновая примесь (без учета других культурных растений, отнесенных к зерновой примеси), % (не более)	15,0

В зерне не допускается зараженность вредителями и превышение допустимых норм для токсических элементов, установленных медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества.

В корма для рыб вводят овес в ограниченном количестве – не более 5 %.

Овес размещают и транспортируют отдельно по классам в чистых, сухих, без постороннего запаха, не зараженных вредителями хлебных запасов транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, и хранят в сухих, хорошо проветриваемых зернохранилищах согласно санитарным правилам и условиям хранения, утвержденным в установленном порядке.

Просо. Для переработки на комбикорма предназначено просо 3-го класса. Зерно должно быть в здоровом состоянии, иметь цвет, свойственный нормальному и характерный для проса. К кормовому зерну относят также зерна проса с серой, темно-коричневой, черной окраской пленок. Наличие затхлого, солодового, плесневелого и постороннего запахов недопустимо. В кормовом просе разрешается содержание примесей зерен и семян других культурных растений и поврежденных зерен, а также щуплых зерен проса удлинненной формы с невыполненным ядром. Ограничительные нормы качества для кормового проса представлены в таблице 9.

Таблица 9. **Требования к качеству зерна кормового проса**
(по ГОСТу 22983-88)

Показатели	Норма
Влажность, % (не более)	13,5
Сорная примесь, % (не более), в т.ч.: минеральная примесь	8,0
куколь	1,0
спорынья и головня (по совокупности)	0,5
горчак, софора лисохвостая и вязель разноцветный	0,1
горчак, софора лисохвостая и вязель разноцветный	0,04
Зерновая примесь без учета других культурных растений, отнесенных к зерновой примеси, % (не более)	15,0

В зерне не допускается зараженность вредителями и превышение допустимых норм для токсических элементов, установленных медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества.

В корма для рыб вводят не более 5 % проса.

Просо размещают и транспортируют отдельно по классам в чистых, сухих, без постороннего запаха, не зараженных вредителями хлебных запасов транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, и хранят в сухих, хорошо проветриваемых зернохранилищах согласно санитарным правилам и условиям хранения, утвержденным в установленном порядке.

Горох. В кормовых целях при переработке на комбикорма используют зерна 3-го класса. Кормовой горох может иметь одно-

тонный бурo-зеленый, коричневый, фиолетовый и черный цвет, быть пятнистым с мраморным и точечным рисунком, с непросвечивающейся кожурой. Наличие затхлого, солодового, плесневелого и постороннего запахов недопустимо. В кормовом горохе возможно присутствие зерен и семян других культурных растений. Ограничительные нормы для кормового гороха представлены в таблице 10.

Таблица 10. Требования к качеству зерна кормового гороха
(по ГОСТу 28674-90)

Показатели	Норма
Влажность, % (не более)	20,0
Сорная примесь, % (не более), в т.ч.: минеральная примесь	8,0
спорынья	1,0
горчак и софора лисохвостая	0,5
вязель разноцветный	0,1
Зерновая примесь, % (не более)	0,1
проросшие зерна, % (не более)	15,0
	5,0

Превышение примеси зерен свыше 15 % классифицирует его как смесь гороха с другими культурами с указанием состава в процентах.

В зерне не допускается зараженность вредителями и превышение допустимых норм для токсических элементов, установленных медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества.

Горох размещают и транспортируют отдельно по классам в чистых, сухих, без постороннего запаха, не зараженных вредителями хлебных запасов транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, и хранят в сухих, хорошо проветриваемых зернохранилищах согласно санитарным правилам и условиям хранения, утвержденным в установленном порядке.

Сорго. Для комбикормовой промышленности предназначено сорго 3-го класса. Кормовое сорго имеет цвет от белого до желто-коричневого. Запах должен быть характерным для сорго без

присутствия затхлого, солодового, плесневелого и другого постороннего запаха. По размерности кормовое сорго представлено зернами 1-го и 2-го типов. Возможно наличие поврежденных зерен, а также присутствие зерен и семян других культурных растений. Ограничительные нормы для кормового сорго представлены в таблице 11.

Таблица 11. Требования к качеству зерна кормового сорго (по ГОСТу 8759-92)

Показатели	Норма
Влажность, % (не более)	19,0
Сорная примесь, % (не более),	8,0
в т.ч.: минеральная примесь	1,0
спорынья и головня	0,5
горчак ползучий и софора лисохвостая	0,1
вязель разноцветный	0,1
гелиотроп опушенноплодный	0,1
Зерновая примесь, % (не более)	15,0
проросшие зерна, % (не более)	5,0

Сорго размещают и транспортируют отдельно по классам в чистых, сухих, без постороннего запаха, не зараженных вредителями хлебных запасов транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, и хранят в сухих, хорошо проветриваемых зернохранилищах согласно санитарным правилам и условиям хранения, утвержденным в установленном порядке.

Рожь. Для кормовых целей используют рожь 4-го класса или группы Б. Она может содержать до 50 % от общей массы битых и изъеденных зерен любого характера и размера повреждений.

Ограничительные нормы для кормовой ржи представлены в таблице 12.

Не допускаются зараженность зерна вредителями и превышение допустимых норм для токсических элементов, установленных медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества.

В кормовой ржи могут присутствовать (до 15 %) в качестве примесей зерна и семена зерновых и зернобобовых культур.

Таблица 12. Требования к качеству зерна кормовой ржи
(по ГОСТу 16990-88)

Показатели	Норма
Влажность, %, не более	15,5
Сорная примесь, % (не более),	5,0
в т.ч.: минеральная примесь	1,0
куколь	0,5
спорынья,	0,1
горчак, и вязель разноцветный	0,1
Фузариозные зерна по совокупности, % (не более)	5,0
Зерновая примесь без учета других культурных растений, отнесенных к зерновой примеси, % (не более)	15,0

При наличии более 5,0 % фузариозных зерен и свыше 1,0 % заплесневевших и загнивших зерен, относимых к зерновой и сорной примесям, необходимо заключение органов ветеринарной службы о возможности использования ржи на кормовые цели (с указанием, для каких видов комбикормов и в каком соотношении).

Рожь размещают и транспортируют отдельно по классам в чистых, сухих, без постороннего запаха, не зараженных вредителями хлебных запасов транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, и хранят в сухих, хорошо проветриваемых зернохранилищах согласно санитарным правилам и условиям хранения, утвержденным в установленном порядке.

Соя. Поставляемые для комбикормовой промышленности семена сои должны иметь форму, цвет и запах, свойственные нормальным семенам сои – не затхлый, плесневелый или другой посторонний. В кормовой сое, помимо целых, допускается наличие поврежденных семян, но не относящихся к сорной и масличной примесям (битые и давленные диаметром менее 3 мм), а также морозобойных (незрелые семена со сморщенной вытянуто-продолговатой формой, тусклой поверхностью и серо-зеленым цветом семядолей в разрезе). Ограничительные нормы для кормовой сои представлены в таблице 13.

Не допускаются: присутствие в зерне семян клещевины, зараженность вредителями и превышение допустимых норм для

токсических элементов, установленных медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества.

Таблица 13. Требования к качеству семян кормовой сои
(по ГОСТу 17109-88)

Показатели	Норма
Влажность, %, не более	12,0
Сорная и маслячная примеси (суммарно), % (не более), в т.ч.: сорная примесь	15,0 3,0
морозобойные семена	10,0

Соя с включением более 1 % испорченных и поврежденных семян, относимых соответственно к сорной или маслячной примеси, должна сопровождаться заключением службы Госагропрома об отсутствии токсичных семян.

Семена сои содержат вещества, препятствующие пищеварению, – это антитрипсин, уреазы, генистейн. Поэтому необходима дополнительная обработка сои нагреванием (так называемое тостирование), при котором происходит инактивация многих перечисленных вредных веществ.

Сою размещают и транспортируют отдельно по классам в чистых, сухих, без постороннего запаха, не зараженных вредителями хлебных запасов транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, и хранят в сухих, хорошо проветриваемых зернохранилищах согласно санитарным правилам и условиям хранения, утвержденным в установленном порядке.

Отруби пшеничные – побочный продукт при сортовых и обойных помолах пшеницы – представляют собой чешуйки и более мелкого размера крупку из оболочек зерна и зародышей красно-желтого цвета с сероватым оттенком, без постороннего запаха. Недопустимо присутствие затхлого, плесневелого и горелого запахов.

Основные требования, предъявляемые к пшеничным отрубям, представлены в таблице 14.

Не допускается зараженность отрубей вредителями. Содержание токсических элементов, микотоксинов и пестицидов в них

не должно превышать допустимые уровни, установленные медико-биологическими требованиями и санитарными нормами для комбикормов.

Таблица 14. Требования к качеству пшеничных отрубей
(по ГОСТу 7169-66)

Показатели	Норма
Влажность, %	15,0
Сорная примесь, % (не более), в т.ч.: минеральная примесь	5,0
куколь	1,0
спорынья и головня (по совокупности)	0,5
горчак ползучий и вязель разноцветный	0,1
Зерновая примесь, % (не более)	0,04
	15,0

В рыбные корма вводят 5-12 % отрубей в зависимости от вида кормов и объектов выращивания.

Отруби транспортируют всеми видами транспортных средств в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, и хранят в сухих, хорошо проветриваемых зернохранилищах и специализированных силосах, согласно санитарным правилам и условиям хранения, утвержденным в установленном порядке.

Следует иметь в виду, что длительное хранение отрубей повышает в них кислотность, что может ограничивать длительность хранения компонента, которая и так невелика – до одного месяца.

Отруби ржаные – побочный продукт при сортовых и обойных помолах ржи – содержат частицы оболочек зерна с примесью муки и зародышей серого цвета с коричневым или зеленоватым оттенком и своеобразным запахом. Недопустимо присутствие затхлого, плесневелого и горелого запахов.

Основные требования, предъявляемые к ржаным отрубям, представлены в таблице 15.

Не допускается зараженность отрубей вредителями. Содержание токсических элементов, микотоксинов и пестицидов не должно превышать допустимые уровни, установленные медико-

биологическими требованиями и санитарными нормами для комбикормов.

Таблица 15. Требования к качеству ржаных отрубей
(по ГОСТу 7170-66)

Показатели	Норма
Влажность, %	15,0
Сорная примесь, % (не более), в т.ч.: минеральная примесь	5,0
куколь	1,0
спорынья и головня (по совокупности)	0,5
горчак ползучий и вязель разноцветный	0,1
Зерновая примесь, % (не более)	0,04
	15,0

В рыбные корма вводят 5-7 % отрубей в зависимости от вида кормов и объектов выращивания.

Отруби транспортируют всеми видами транспортных средств в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, и хранят в сухих, хорошо проветриваемых зернохранилищах и специализированных силосах, согласно санитарным правилам и условиям хранения, утвержденным в установленном порядке.

Срок хранения – не более 1 месяца, так как длительное хранение отрубей повышает в них кислотность.

Для комбикормовой промышленности из продуктов переработки маслоэкстракционной промышленности используют шроты и жмыхи различных масличных культур. Как правило, жмыхи изготавливают гидравлическим и шнековым прессованием из предварительно обработанных семян, шроты – различными экстрактивными методами с помощью органических растворителей (бензин и гексан), зачастую с использованием дополнительной влаго- и теплообработки.

Соевый шрот и жмых. Соевый шрот получают из предварительно обработанных семян сои после экстракции масла бензином. Выпускают два вида шрота: 1) обыкновенный экстрагированием семян сои и пропариванием для удаления остатков растворителя с последующим высушиванием, 2) тостированием. После

температурной обработки шрот производят по схемам фортпрес-
сование-экстракция или прямой экстракции из предварительно
обработанных семян сои с применением дополнительной влаго-
и теплообработки.

Жмых изготавливают прессованием при переработке семян
сое.

Соевый шрот и жмых выпускают дробленным, гранулирован-
ным и в виде ракушек от светло-желтого до светло-бурого цвета
со свойственным сое запахом, без затхлости и посторонних запа-
хов.

По органолептическим показателям соевый шрот и жмых
должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 16.

Таблица 16. Показатели качества соевого жмыха и шрота
(по ГОСТу 27149-95, 12220-96)

Показатели	Шрот гостирированный	Жмых
Содержание микотоксинов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:		
афлатоксин В ₁	0,025	0,005
Т-2 токсин	0,1	0,1
Зеараленон	1,0	не допускается
Содержание нитратов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	450	450
Содержание нитритов млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	10	10
Активность уреазы (изменение рН за 30 мин)	0,1-0,2	0,1-0,3
Проход через сито с отверстиями диаметром 1 мм, % (не более)	-	7,0
Массовая доля остаточного количества растворителя (бензина), % (не более)	0,1	-

В шроте и жмыхе разрешено наличие не более 0,01 % метал-
лопримесей размером до 2 мм включительно. Свыше 2 мм, осо-
бенно с острыми режущими краями, практически не допускается,
как и посторонних примесей в виде камешков, стекла и земли, а
также зараженность вредителями.

Содержание ртути не должно превышать 0,02, кадмия – 0,10, свинца – 0,50 мг/кг.

Соевый жмых и шрот из семян, выращенных в зонах, подвергшихся радиационному облучению, обязательно проходят контроль на суммарное содержание радиоактивных веществ. Суммарное содержание бета-активности не может превышать 600 Бк/кг.

По показателям кормовой ценности соевый жмых и шрот должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 17.

Таблица 17. Требования к кормовой питательности соевого шрота и жмыха, в пересчете на абсолютно сухое вещество

Наименование показателя	Шрот тостированный	Жмых
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	8,5-10,0	7,0-10,0
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	45,0	42,5
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном, % (не более)	7,0	7,0
Массовая доля сырого жира, % (не более)	1,5	8,0
Массовая доля общей золы, % (не более)	6,0	5,8
Общая энергетическая питательность, к.е. (не менее)	1,18	1,26

Семена сои содержат антитрипсин, уреазу, генистейн – вещества, препятствующие пищеварению. В связи с этим необходима дополнительная обработка шрота и жмыха сои нагреванием, при котором происходит инактивация многих перечисленных вредных веществ.

В корма для ценных пород рыб вводят, в зависимости от рецептуры, от 5 до 15 % жмыха и шрота, а в производственные корма для карпа – до 40 %.

Шроты и жмыхи упаковывают в целые, чистые, сухие мешки или отпускают без тары (насыпью). Перевозят всеми видами транспорта и хранят в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок

годности соевого шрота при хранении насыпью – два месяца, в мешках – один год, а жмыха – три месяца.

Жмых и шрот льняной. Жмых льняной получают при отжиме масла на шнековых прессах из предварительно обработанных семян льна. Для его выработки используют семена льна масличного и льна-долгунца. Льняной жмых выпускают дробленным или в виде ракушек. Для жмыха характерен цвет от серого до светло-коричневого, для шрота – серый различных оттенков с запахом, свойственным льняному маслу. Не допускается посторонний запах затхлости, плесени и горелости.

Физико-химические показатели жмыха и шрота должны соответствовать нормам согласно ГОСТу 10974-95, приведенным в таблице 18.

Таблица 18. Показатели качества льняного шрота и жмыха (по ГОСТу 10471-96 и 10974-95)

Показатели	Шрот	Жмых
Содержание микотоксинов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:		
афлатоксинВ ₁	0,025	0,005
Т-2 токсин	0,1	0,1
зеараленон	1,0	1,0
Содержание нитратов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более	450	450
Содержание нитритов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более	10	10

В шроте и жмыхе допускается наличие не более 0,01 % металлопримесей (их края не должны быть острыми и режущими) размером до 2 мм включительно, но не более. Запрет относится и к посторонним примесям в виде камешков, стекла и земли, а также к зараженности вредителями.

Содержание ртути не должно превышать 0,02, кадмия – 0,10, свинца – 0,50 мг/кг.

Льняной жмых и шрот из зон, подвергшихся облучению, обязательно проходят контроль на суммарное содержание радиоактивных веществ. Суммарное содержание бета-активности не должно превышать 600 Бк/кг.

По показателям кормовой ценности льняной жмых и шрот

должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 19.

Несмотря на высокую питательную ценность продуктов переработки льна, необходимо учитывать, что незрелые семена и льняные отходы содержат цианогенный гликозид линамарин и сопутствующий фермент линазу, гидролизующий гликозид с выделением до 8-65 мг⁰% синильной кислоты в зависимости от климатических условий.

Таблица 19. Требования к кормовой питательности льняного шрота и жмыха, в пересчете на абсолютно сухое вещество

Показатели	Шрот		Жмых	
	Лен масличный	Лен- долгуец	Лен масличный	Лен- долгуец
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	6,0-9,0	6,0-10,0	6,0-8,0	
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	36,0	36,0	34,0	34,0
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном, % (не более)	9,0	14,0	9,0	14,0
Массовая доля сырого жира, % (не более)	3,0		10,0	10,0
Массовая доля золы, % (не более)	5,5		10,0	
Общая энергетическая питательность, к.е. (не менее)	1,11	1,08	1,19	

В продукционные корма для карпа вводят до 10 % шрота и жмыха.

Шроты и жмыхи упаковывают в целые, чистые, сухие мешки или отпускают без тары (насыпью), перевозят всеми видами транспорта и хранят в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности для льняного шрота три, для жмыха – полтора месяца.

Подсолнечный жмых и шрот получают прессованием на шнековых прессах по схеме форпрессования-экстракции или обыкновенной экстракции из предварительно обработанных семян при извлечении масла.

Выпускают компоненты дроблеными или в виде ракушки. Для обыкновенного шрота характерен серый цвет, для тостированного – серый с коричневым оттенком, а для жмыха – от серого различных оттенков до коричневого различных оттенков.

В зависимости от предварительной обработки семян жмых может быть низколузжичным (около 4 % лузги) и обыкновенным (до 15,5 % лузги), а шрот высокобелковым при отделении основного количества лузги и обычным – при частичном ее удалении. Питательная ценность подсолнечного шрота и жмыха представлена в таблице 20.

Показатели качества шрота и жмыха представлены в таблице 21.

В шроте и жмыхе разрешается наличие не более 0,01 % металлопримесей размером до 2 мм включительно, а свыше 2 мм с острыми режущими краями практически не допускается, как и посторонних примесей в виде камешков, стекла и земли, а также зараженность вредителями.

Содержание ртути не должно превышать 0,02, кадмия – 0,1, свинца – 0,5 мг/кг.

Подсолнечный жмых и шрот, получаемый из семян, выращенных в зонах, подвергшихся облучению, обязательно проходят контроль на суммарное содержание радиоактивных веществ, которое по бета-активности не должно превышать 600 Бк/кг.

Таблица 20. Требования к кормовой питательности подсолнечного шрота и жмыха, в пересчете на абсолютно сухое вещество

Показатели	Шрот		Жмых
	Обыкновенный	Тостированный	
Массовая доля влаги и летучих веществ, % (не более)	7,0-10,0	9,0-11,0	8,5
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	39,0	39,0	38,0
Массовая доля растворимых протеинов в шроте к общему содержанию протеинов, %	-	68,0	-
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном веществе, % (не более)	23,0	23,0	20,0
Массовая доля сырого жира, % (не более)	1,5	1,5	10,0
Массовая доля общей золы, % (не более)	6,5	6,5	6,2-6,8
Общая энергетическая питательность, к.е. (не менее)	0,968	0,968	1,04

Таблица 21. Показатели качества подсолнечного шрота и жмыха (по ГОСТу 80-96, 11246-96)

Показатели	Шроты		Жмых
	Обыкновенный	Тостированный	
Содержание микотоксинов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:			
дезоксиниваленол	1,0	1,0	1,0
Т-2 токсин	0,1	0,1	0,1
зеараленон	1,0	1,0	1,0
Содержание нитратов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	450,0	450,0	450,0
Содержание нитритов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	10,0	10,0	10,0
Массовая доля остаточного количества растворителя (бензина), % (не более)	0,1	0,08	-

В корма для ценных пород рыб вводят, в зависимости от рецептуры, от 5 до 15 % жмыха и шрота подсолнечного, а в продукционные корма для карпа – до 40 %.

Шроты и жмыхи необходимо упаковывать в целые, чистые, сухие мешки, возможен отпуск без тары (насыпью). Перевозить можно всеми видами транспорта, хранить необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности для подсолнечного шрота и жмыха - три месяца.

Шрот клещевинный кормовой получают при экстракции масла из предварительно обработанных семян клещевины и клещевинного жмыха. Дополнительно шрот подвергают специальной обработке. В комбикормах используют шрот первого и второго классов, которые выпускают малоэкстракционные заводы. В зависимости от сорта шрот имеет цвет от серо-коричневого до бурого со свойственным для него запахом без прелости, плесени и затхлости.

Основные требования, предъявляемые к кормовому клещевинному шроту, представлены в таблице 22.

Таблица 22. **Требования к качеству кормового клещевинного шрота, при пересчете на абсолютно сухое вещество**
(по ГОСТу 17290-71)

Показатели	Норма
Влажность, % (не более)	7,5-9,0
Сырой жир, % (не более)	2,0
Сырой протеин, % (не менее)	
для первого сорта	45,0
для второго сорта	35,0
Сырая клетчатка, % (не более)	
для первого сорта	30,0
для второго сорта	40,0
Зола, не растворимая в 10%-ной соляной кислоте, % (не более)	
для первого сорта	1,5
для второго сорта	2,0

В клещевинном шроте не допускается наличие посторонних минеральных примесей и зараженность вредителями. Содержание токсических элементов и пестицидов в шроте не должно превышать допустимые уровни, установленные медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества продовольственного сырья и пищевых продуктов Минздрава РФ (для хлорорганических пестицидов ДДТ – 0,05 и ГХЦГ – 0,2 мг/кг). Практически полностью должна отсутствовать реакция на рицин. Шрот не может быть токсичным.

В продукционные корма для карпа вводят до 10 % клещевинного шрота.

Шрот необходимо упаковывать в целые, чистые, сухие мешки, возможен отпуск без тары (насыпью). Перевозить можно всеми видами транспорта. Хранить необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Гарантийный срок хранения – шесть месяцев.

Шрот хлопковый используют для производства комбикормов и кормления сельскохозяйственных животных. Получают его форпрессованием-экстракцией и обычной экстракцией масла из предварительно обработанных и обрубленных семян хлопчатника. В зависимости от способа обработки хлопковый шрот вырабатывают двух сортов. Он имеет цвет от желтого до коричневого со свойственным для него запахом без признаков прелости, плесени и затхлости для первого сорта и бензина – для второго.

Питательная ценность хлопкового шрота представлена в таблице 23.

Хлопковый шрот, как и семена хлопчатника, может содержать от 0,03 до 0,20 % пигмента госсипола. Свободный госсипол более токсичен, чем связанный с белком. Токсичность госсипола снижается посредством тепловой обработки, в результате которой он связывается с белком по аминной группе лизина. Предельно допустимое содержание свободного госсипола в пересчете на абсолютно сухое вещество должно быть не более 0,02 %.

В хлопковом шроте не допускается включение посторонних

минеральных примесей и зараженность вредителями. Категорически не допускается наличие токсичности, гептахлора и альдрина. Содержание хлорорганических пестицидов и ДДТ в шроте не должно превышать 0,20 и 0,05 мг/кг.

Таблица 23. Требования к кормовой питательности хлопкового шрота, в пересчете на абсолютно сухое вещество (по ГОСТУ 606-75)

Показатели	Шрот	
	Обыкновенный	Тостированный
Содержание воды и летучих веществ, %	7,0-9,0	9,0-11,0
Содержание сырого протеина, % (не менее)		
для первого сорта	44,0	44,0
для второго сорта	36,0	36,0
Содержание растворимых протеинов в шроте к общему содержанию протеина, % (не менее)*		
для первого сорта	-	50,0
для второго сорта	-	40,0
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном, % (не более)		
для первого сорта	14,0	14,0
для второго сорта	25,0	25,0
Массовая доля сырого жира, % (не более)	1,5	1,5
Массовая доля общей золы, % (не более)		
для первого сорта	0,5	0,5
для второго сорта	1,0	1,0
Общая энергетическая питательность, к.е. не менее		
для первого сорта	1,08	1,08
для второго сорта	0,93	0,93

* Определение по ГОСТ 13979.3-68

В производственные корма для карпа вводят, в зависимости от рецептуры, до 40 % хлопкового шрота.

Хлопковый шрот необходимо упаковывать в целые, чистые, сухие мешки, возможен также отпуск без тары (насыпью). Пере-

возить можно всеми видами транспорта. Хранить необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности для подсолнечного шрота и жмыха – три месяца.

Витазар – жмых пшеничных зародышей – получают прессованием на шнековых прессах и отжимом при извлечении масла из зародышей пшеницы. Выпускают дробленным или в виде ракушки, от светло-желтого до желто-коричневого цвета, с характерным запахом пшеницы без примесей затхлости и горелого.

Питательная ценность витазара представлена в таблице 24.

Таблица 24. Требования к кормовой питательности витазара, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %

Показатели	Норма
Массовая доля влаги, % (не более)	8,5
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	32,0
Массовая доля растворимых протеинов в жмыхе к общему содержанию протеинов, %	25,0
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном веществе, % (не более)	8,0
Массовая доля сырого жира, % (не более)	7,0
Массовая доля общей золы, % (не более)	7,0
Общая энергетическая питательность, к.е. (не менее)	1,04

Показатели качества витазара представлены в таблице 25.

Таблица 25. Показатели качества витазара

Показатели	Норма
Содержание микотоксинов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	
дезоксиниваленол	1,0
Т-2 токсин	0,1
Зеараленон	1,0
Содержание нитратов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	450,0
Содержание нитритов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	10,0

В жмыхе содержание металлопримесей размером до 2 мм должно быть не более 0,01 %, а включение свыше 2 мм с острыми режущими краями практически не допускается, как и посторонних примесей в виде камешков, стекла и земли, а также зараженность вредителями.

Содержание ртути не должно превышать 0,02, кадмия – 0,10, свинца – 0,50 мг/кг.

Витазар, получаемый из зерна, выращенного в зонах, подвергнутых облучению, обязательно проходит контроль на суммарное содержание радиоактивных веществ. Суммарное содержание бета-активности не должно превышать 600 Бк/кг.

В корма для ценных пород рыб при выращивании молоди, ремонта и производителей самой оптимальной нормой витазара в зависимости от рецептуры является 5-15 %. Вводить свыше 15 % целесообразно лишь в производственные корма при кормлении товарной рыбы перед реализацией.

Жмых необходимо упаковывать в целые, чистые, сухие мешки, возможен также отпуск без тары (насыпью). Перевозить можно всеми видами транспорта. Хранить необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности – три месяца.

При производстве различных видов крахмала образуются побочные продукты, используемые при кормлении животных и рыб. В рыбных кормах наиболее перспективным компонентом является глютен.

Глютен – продукт крахмальной переработки кукурузы – представляет собой рассыпчатый порошок или крупку, обладающую сыпучестью, желто-серого цвета со свойственным запахом. По физико-химическим показателям должен отвечать следующим требованиям, представленным в таблице 26.

Показатели качества представлены в таблице 27.

В глютене металлопримесей размером до 2 мм включительно должно быть не более 50 мг/кг, а содержание свыше 2 мм с

острыми режущими краями практически не допускается, как и посторонних примесей в виде камешков, стекла и земли, а также зараженность вредителями.

Таблица 26. Требования к кормовой питательности кукурузного глютенa, в пересчете на абсолютно сухое вещество, %

Показатели	Норма
Массовая доля влаги, % (не более)	12,0
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	42,0
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном веществе, % (не более)	7,0
Массовая доля сырого жира, % (не более)	6,0
Массовая доля общей золы, % (не более)	4,0

Таблица 27. Показатели качества кукурузного глютенa

Показатели	Норма
Содержание микотоксинов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	
дезоксиниваленол	1,0
Т-2 токсин	0,1
Зеараленон	1,0
Содержание нитратов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	450,0
Содержание нитритов, млн ⁻¹ (мг/кг), не более:	10,0
Крупность помола (масса должна проходить через сито с диаметром отверстий 5 мм), %	100,0

Содержание ртути не должно превышать 0,02, кадмия – 0,10, свинца – 0,50 мг/кг.

Глютен, получаемый из зерна, выращенного в зонах, подвергшихся облучению, должен пройти контроль на суммарное содержание радиоактивных веществ, которое по бета-активности не должно превышать 600 Бк/кг.

При выращивании молоди, ремонта и производителей наиболее оптимальной нормой введения глютенa в продукционные корма для ценных пород рыб является 15 %.

Глютен необходимо упаковывать в целые, чистые, сухие мешки, возможен также отпуск без тары (насыпью). Перевозить можно всеми видами транспорта. Хранить необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности – три месяца.

Компоненты животного происхождения

Муку кормовую рыбную из морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных изготавливают из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных, беспозвоночных, а также отходов их переработки. По внешнему виду мука должна быть рассыпчатой, без плотных не разрушаемых при надавливании комков. Крупность помола не должна превышать 5 мм. Выпускают также и в гранулированном виде с гранулами не более 15 мм в диаметре и длиной – до 3 см. Запах должен соответствовать запаху исходного сырья. Категорически не допускается присутствие плесени, затхлого, плесенного и других посторонних запахов.

Требования к качеству рыбной муки представлены в таблице 28.

Таблица 28. Требования к качеству рыбной муки
(по ГОСТу 2116-2000)

Показатели	Норма
Массовая доля влаги, % (не более) в рассыпчатой муке	
из криля	10,0
из других видов сырья	12,0
в гранулированной муке	13,0
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	
в муке из рыбы, кальмара и морских млекопитающих	50,0
в муке из креветок и криля	42,0
в муке из крабов	36,0
Массовая доля сырого жира, % (не более)	
в муке из криля	18,0
в муке из других видов сырья	14,0
Массовая доля фосфора, % (не более)	
в муке из криля	5,5
в муке из других видов сырья	5,0
Массовая доля кальция, % (не более)	13,0
Массовая доля хлористого натрия, % (не более)	5,0
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, % (не	1,0

В муке, выработанной из жирного сырья, допускается содержание жира до 22 % при условии снижения влаги до 8 %. Для повышения качества и предотвращения окисления жиров, содержащих высокое количество ненасыщенных жирных кислот, в

рыбную муку вводят различные антиокислители (агидол, ионол, кормолан и др.). При этом их содержание не должно превышать 0,1 % и карбамида – 0,12-0,30 %.

Важным показателем качества липидов являются перекисные и кислотные числа, характеризующие степень окисления липидов рыбной муки. Допустимые значения кислотного числа не более 20,0 мг КОН на 1 г и перекисного числа – 0,1 % йода (или ммоль/кг $1/2O$).

В рыбной муке возможно наличие не более 100,0 мг/кг металломагнитной примеси размером до 2 мм включительно и практически не допускаются посторонние примеси в виде камешков, стекла, земли, а также патогенная микрофлора.

Содержание ртути не должно превышать 0,5, кадмия – 0,3, свинца – 5,0, меди – 80,0, цинка – 100,0 и мышьяка – 2,0 мг/кг. Минимально допустимые количества пестицидов для ГХЦГ – 0,2 и для ДДТ и его метаболитов – 0,4 мг/кг.

Уровень радионуклеидов (цезия-134 и 137, стронция-90) не может превышать допустимые уровни, а суммарное содержание бета-активности не должно быть выше 600 Бк/кг.

Рыбную муку, в зависимости от рецептуры и объекта выращивания, следует вводить в стартовые комбикорма в количестве 40-55 %, в продукционные – не более 40 %.

Упаковывают рыбную муку в тканевые, бумажные мешки с пленочными мешками-вкладышами, в пропиленовые пакеты, а также в тару из других полимерных материалов, рассчитанную на массу до 40-60 кг. Хранить муку необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны

Срок хранения рыбной муки жирностью до 14 % – не более 12 месяцев с момента изготовления. При более высоком уровне жира (свыше 14 %) допустимый срок хранения сокращают до шести месяцев.

Кормовую муку животного происхождения, в зависимости от состава сырья, подразделяют на мясо-костную, мясную, кровяную, костяную и из гидролизного пера. Два последних вида прак-

массе жира в муке.

В мясной муке допускается наличие не более 200 мг/кг металломагнитной примеси размером до 2 мм включительно, но не минеральных в виде камешков, стекла и земли, а тем более патогенной микрофлоры.

Содержание ртути не должно превышать 0,5, кадмия – 0,3, свинца – 5,0, меди – 80,0, цинка – 100,0 и мышьяка – 2,0 мг/кг. Минимально допустимое количество пестицидов для ГХЦГ – 0,2 и для ДДТ и его метаболитов – 0,4 мг/кг. В стартовых комбикормах для рыб мясная мука не используется и вводится только в производственные – не более 9 %

Упаковывают муку в тканевые, бумажные мешки с пленочными мешками-вкладышами, пропиленовые пакеты, а также в тару из других полимерных материалов, рассчитанную на массу до 40-60 кг.

Хранить муку необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок хранения мясной муки – не более шести месяцев.

Кровяная мука и альбумин черный технический – это сухая рассыпчатая масса темно-шоколадного цвета со специфическим запахом. Вырабатывается из цельной крови всех видов скота, фибрина, шлямпа и кости и добавляется из расчета не более 5 % от общей массы корма. Продукт изготавливают термической обработкой паром (100 °С) с последующим отжимом, просушкой, размолом и просеиванием.

В зависимости от исходного сырья и технологии изготовления кровяную муку выпускают трех сортов: высший и первый – для технического альбумина; 1-й и 2-й сорта – для кровяной муки.

Требования к качеству кровяной муки и альбумина представлены в таблицах 31 и 32.

В кровяной муке и техническом альбумине возможно наличие не более 100,0 мг/кг металломагнитной примеси размером до 2 мм включительно, но практически не допускаются посторонние примеси в виде камешков, стекла и земли, а также патогенная микрофлора.

Таблица 31. Требования к качеству кровяной муки
(по ГОСТу 17536-82)

Показатели	1-й сорт	2-й сорт
Массовая доля влаги, % (не более)	9,0	10,0
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	81,0	73,0
Массовая доля сырого жира, % (не более)	3,0	6,0
Массовая доля золы, % (не более)	6,0	10,0

Таблица 32. Требования к качеству альбумина черного
технического (по ГОСТу 8115-73)

Показатели	Высший сорт	1-й сорт
Массовая доля влаги, % (не более)	11,0	11,0
Массовая доля растворимых белковых веществ, % (не менее)	85,0	75,0
Массовая доля жировых веществ, % (не более)	0,4	1,0

Содержание ртути не должно превышать 0,5, кадмия – 0,3, свинца – 5,0, меди – 80,0, цинка – 100,0 и мышьяка – 2,0 мг/кг. Минимально допустимое количество пестицидов для ГХЦГ – 0,2, для ДДТ и его метаболитов – 0,4 мг/кг.

Уровень радионуклеидов (цезия-134 и 137 и стронция-90) не должен превышать допустимые уровни, а суммарное содержание бета-активности не должно быть выше 600 Бк/кг.

Допустимые нормы ввода компонента – не более 4 % в стартовые комбикорма и около 10 % – в производственные.

Упаковывают кровяную муку и альбумин в бумажные мешки с пленочными мешками-вкладышами, пропиленовые пакеты, а также в тару из других полимерных материалов, рассчитанную на массу до 50 кг.

Хранить муку необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок хранения – не более шести месяцев с момента изготовления.

Молоко сухое обезжиренное вырабатывается из пастеризованного обезжиренного коровьего молока или смеси его с пахтой путем сгущения и последующего высушивания. В зависимости от способа сушки сухое обезжиренное молоко подразделяют на распылительное, получаемое высушиванием на распылительных сушильных установках, и пленочное – результат высушивания на вальцовых сушильных установках. Внешне представляет собой порошок мелкодисперсный или из измельченных пленок от белого до кремового цвета с характерным запахом молока без посторонних примесей и привкусов.

Требования к качеству сухого обезжиренного молока представлены в таблице 33.

Таблица 33. Требования к качеству сухого обезжиренного молока (по ГОСТу 10970-87)

Показатели	Норма
Массовая доля влаги, % (не более)	
для распылительного	4,0-5,0
для пленочного	5,0
Массовая доля белка, % (не менее)	32,0
Массовая доля сырого жира, % (не более)	1,5
Массовая доля лактозы, % (не менее)	50,0
Кислотность, мгКОН (не более)	20,0-21,0

В сухом обезжиренном молоке не допускается наличие патогенной микрофлоры и бактерий кишечной палочки. Содержание остаточных количеств пестицидов, токсических элементов, афлатоксинов В₁ и М₁, антибиотиков не должно превышать нормативных значений, олова – не выше 0,0100 и меди – 0,0008 мг/кг.

Допустимые нормы ввода: не более 4 % в стартовые комбикорма и около 10 % – в продукционные.

Упаковывают в бумажные мешки с пленочными мешками-вкладышами, пропиленовые пакеты, а также в тару из других полимерных материалов, рассчитанную на массу до 20-30 кг.

Хранить сухое молоко необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного

го воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны, не более восьми месяцев с момента изготовления.

Кормовые гидролизаты из отходов рыбной промышленности

В стартовые комбикорма, особенно для ценных видов рыб, для повышения адекватности искусственных рационов следует вводить различные белковые гидролизаты с высоким уровнем растворимого высококачественного легкоусвояемого белка.

В настоящее время рядом научно-производственных организаций налажено изготовление опытных партий гидролизатов из малоценной рыбы и отходов переработки ценных пород, а также различных гидробионтов.

Аминок – белковый гидролизат – аморфный, гигроскопичный порошок светло-желтого или светло-серого цвета с характерным запахом рыбы. Получают его ферментативным гидролизом белка рыб лососевых пород.

Питательная ценность гидролизатов представлена в таблице 34.

Таблица 34. Требования к качеству Аминок

Показатели	Норма
Массовая доля влаги, % (не более)	7,0
Массовая доля белка, % (не менее)	65,0
Массовая доля растворимых белков, в пересчете на протеин, % (не менее)	85,0
Массовая доля жировых веществ, % (не более)	1,5

В гидролизатах не допускается наличие патогенной микрофлоры. Содержание остаточных количеств пестицидов, токсических элементов, афлатоксинов не должно превышать нормативных значений, ртути – не выше 0,5, кадмия – 0,3, свинца – 5,0, меди – 80,0, цинка – 100,0 и мышьяка – 2,0 мг/кг. Допустимые значения кислотного числа – не более 20,0 мг КОН на 1 г и перекисного числа – 0,1 % йода (или ммоль¹/₂O/кг).

Норма ввода в стартовые корма – 5-15 %.

Гидролизаты упаковывают в бумажные мешки с пленочными мешками-вкладышами, пропиленовые пакеты, а также в тару из других полимерных материалов, рассчитанных на массу до 20 кг.

Хранить компоненты необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, насыпью или в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок хранения – не более шести месяцев с момента изготовления.

Продукты микробиального синтеза

Паприн – биомасса инактивированных клеток непатогенных штаммов дрожжей рода *Candida*, выращенных на жидких парафинах, в виде гранул или порошка и чешуи. Массовая доля растворителя после экстракции липидов не должна превышать 0,1 %.

Требования к питательной ценности паприна представлены в таблице 35.

Таблица 35. Требования к паприну, в пересчете на абсолютно сухое вещество (по ГОСТу 28179-89)

Показатели	Сорт			
	Высший	1-й	2-й	3-й
Массовая доля влаги, % (не более)	10,0	10,0	10,0	10,0
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	54,0	51,0	46,0	43,0
Массовая доля белка по Барнштейну в пересчете на абсолютно сухое вещество, % (не менее)	44,0	41,0	36,0	32,0
Массовая доля общей золы, % (не более)	12,0	14,0	14,0	14,0

В паприне разрешено наличие не более 20,0 мг/кг металлопримесей размером до 2 мм включительно.

Содержание ртути не должно превышать 0,1, кадмия – 0,3, свинца – 5,0, мышьяка – 2,0, фтора – 100,0 мг/кг, нитратов – до 200,0 мг/кг. Не допускаются наличие бактерий рода *Salmonella* и общая токсичность. Количество дрожжевых клеток в 1 г продукта

должно быть не более 1×10^2 , а общая обсемененность 1 г продукта – до 1×10^5 клеток. Содержание 3,4-бензпирена не должно превышать 5,0 мкг /кг продукта.

В корма для ценных пород рыб паприн вводят, в зависимости от рецептуры, от 5 до 15 %, а в производственные комбикорма для карпа – до 20-22 %.

Паприн необходимо упаковывать в целые чистые сухие мешки из полиэтиленовой пленки. Заваренные мешки можно перевозить всеми видами транспорта. Хранить паприн следует в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности паприна – 12 месяцев.

Дрожжи кормовые (гидролизные) – биомасса инактивированных клеток непатогенных штаммов дрожжей рода *Candida*, выращенных на различных субстратах гидролизно-дрожжевых, меласно-дрожжевых, спиртовых, ацетоно-бутиловых и сульфитно-щелочных производств. По внешнему виду это порошок, гранулы или чешуйки от светло-желтого до коричневого цвета. По качеству продукта и субстрата выделяют четыре сорта – высший, первый, второй и третий.

Требования к питательной ценности гидролизных дрожжей представлены в таблице 36.

В гидролизных дрожжах разрешено наличие не более 20,0 мг/кг металлопримесей размером до 2 мм включительно.

Содержание ртути не должно превышать 0,1, кадмия – 0,3, свинца – 5,0, мышьяка – 2,0, фтора – 100,0 мг/кг, нитратов – до 200,0 мг/кг. Не допускаются наличие бактерий рода *Salmonella* и общая токсичность. Количество дрожжевых клеток в 1 г продукта должно быть не более 1×10^2 , а общая обсемененность 1 г продукта – не выше 1×10^5 клеток.

В корма для ценных пород рыб, в зависимости от рецептуры, вводят от 5 до 10 % паприна.

Дрожжи гидролизные необходимо упаковывать в целые чистые сухие мешки из полиэтиленовой пленки. Заваренные мешки можно перевозить всеми видами транспорта. Хранить продукт необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещени-

ях, защищенных от прямого солнечного воздействия, в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности гидролизных дрожжей – шесть месяцев.

Таблица 36. Требования к гидролизным дрожжам, в пересчете на абсолютно сухое вещество (по ГОСТу 20083-74)

Показатели	Сорт			
	Высший	1-й	2-й	3-й
Массовая доля влаги, % (не более)	10,0	10,0	10,0	10,0
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	54,0	51,0	46,0	43,0
Массовая доля белка по Барнштейну в пересчете на абсолютно сухое вещество, % (не менее)	44,0	41,0	36,0	32,0
Массовая доля общей золы, % (не более)	12,0	14,0	14,0	14,0

Биотрин – биомасса инактивированных клеток непатогенных штаммов дрожжей рода *C. guilliermondii*, выращенных на зерне и отходах зернопереработки (в основном отрубей ржи). Выпускается в виде гранул (6-10 мм) и порошка светло-коричневого цвета. Изготовитель – ООО «Башкирские агротехнологии».

Требования к питательной ценности биотрина представлены в таблице 37.

Таблица 37. Требования к биотрину, в пересчете на абсолютно сухое вещество

Показатели	Норма
Массовая доля влаги, % (не более)	7,0
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	44,0
Массовая доля белка, % (не менее)	40,0
Массовая доля лизина, % (не менее)	3,5
Массовая доля сырого жира, % (не более)	6,0
Массовая доля общего количества углеводов, % (не более)	
Массовая доля общей золы, % (не более)	7,0

В биотрине содержание металлопримесей размером до 2 мм включительно не должно превышать 20,0 мг/кг, ртути – не выше 0,1, кадмия – 0,3, свинца – 5,0, мышьяка – 2,0, фтора – 100,0 мг/кг, нитратов – не более 200,0 мг/кг. Не допускаются наличие бактерий рода *Salmonella* и общая токсичность. Дрожжевых клеток в 1 г продукта должно быть не более 1×10^2 , а общая обсемененность 1 г продукта не может превышать 1×10^5 клеток.

В корма для рыб вводят, в зависимости от рецептуры, от 5 до 10 % биотрина.

Биотрин необходимо упаковывать в целые чистые сухие мешки из полиэтиленовой пленки. Заваренные мешки можно перевозить всеми видами транспорта. Хранить биотрин следует в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности биотрина – 12 месяцев.

Белотин – биомасса инактивированных клеток непатогенных штаммов дрожжей рода *Candida*, выращенных на ферментализате различных отрубей. По внешнему виду это порошок светло-желтого цвета с характерным запахом дрожжей.

В белотине содержание металлопримесей размером до 2 мм включительно не должно превышать 20,0 мг/кг, ртути – не выше 0,1, кадмия – 0,3, свинца – 5,0, мышьяка – 2,0, фтора – 100,0 мг/кг, а нитратов – 200,0 мг/кг. Не допускается наличие бактерий рода *Salmonella* и общая токсичность. Количество дрожжевых клеток в 1 г продукта не может быть более 1×10^2 , а общая обсемененность 1 г продукта не должна превышать 1×10^5 клеток.

Требования к питательной ценности белотина представлены в таблице 38.

В корма для рыб вводят, в зависимости от рецептуры, от 5 до 10 % белотина.

Белотин необходимо упаковывать в целые, чистые, сухие мешки из полиэтиленовой пленки. Заваренные мешки можно перевозить всеми видами транспорта, хранить необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности белотина – 12 месяцев.

Таблица 38. Требования к белотину,
в пересчете на абсолютно сухое вещество

Показатели	Норма
Массовая доля влаги, % (не более)	12,0
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	38,0
Массовая доля белка, % (не менее)	30,0
Массовая доля лизина, % (не менее)	4,9
Массовая доля сырого жира, % (не более)	8,0
Массовая доля общего количества углеводов, % (не более)	2,2
Массовая доля общей золы, % (не более)	10,0

Биокори – биомасса инактивированных клеток непатогенных штаммов дрожжей рода *Candida*, выращенных на ферментолитах зерновых продуктов. По внешнему виду представляет собой аморфный порошок грубого помола от светло-коричневого до бурого цвета со свойственным дрожжам запахом. Изготовитель – АООТ «Кстовский ОПЗ».

Требования к питательной ценности биокорна представлены в таблице 39.

Таблица 39. Требования к биокорну,
в пересчете на абсолютно сухое вещество

Показатели	Норма
Массовая доля влаги, % (не более)	12,0
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	25,0
Массовая доля лизина, % (не менее)	3,9
Массовая доля сырого жира, % (не более)	12,0
Массовая доля общего количества углеводов, % (не более)	2,2
Массовая доля общей золы, % (не более)	12,0

В биокорне содержание металлопримесей размером до 2 мм включительно не должно быть более 20,0 мг/кг, ртути – до 0,1, кадмия – 0,3, свинца – 5,0, мышьяка – 2,0, фтора – 100,0 мг/кг, а нитратов – 200,0 мг/кг. Не допускаются наличие бактерий рода

Salmonella и общая токсичность. Количество дрожжевых клеток в 1 г продукта должно быть не более 1×10^2 , а общая обсемененность 1 г продукта не выше 1×10^5 клеток.

В корма для ценных пород рыб вводят, в зависимости от рецептуры, до 20 % биокорна.

Биокорн необходимо упаковывать в целые, чистые, сухие мешки из полиэтиленовой пленки. Заваренные мешки можно перевозить всеми видами транспорта. Хранить необходимо в чистых, хорошо проветриваемых сухих помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, в мешках, сложенных штабелями на поддоны. Срок годности – 12 месяцев.

Премиксы – препараты, предназначенные для обогащения комбикормов, белково-витаминных добавок и кормовых смесей.

По внешнему виду премиксы представляют собой аморфные однородные смеси измельченных до необходимого размера (крупки) микродобавок и наполнителя со свойственным ему запахом и цветом, а также набора биологически активных веществ без запаха плесени и привкуса прогорклости.

В качестве наполнителей для равномерного распределения микродобавок, разъединения химически несовместимых частиц биологически активных веществ и обеспечения наилучшей эффективности смешивания премикса с обогащенным продуктом используют различные виды сырья. Это тонкоизмельченные зерна пшеницы, ячменя, ржи, отруби пшеничные и рисовые, дрожжи кормовые, белотин и биотрин, кормовой лизин, жмых соевый и подсолнечный, мука пшеничная, соевая и ячменная, а также целолиты.

В зависимости от рецептуры в наполнитель вводят различные витамины и микроэлементы, ферментативные (аминосубтилин, просубтилин, пектофоетидин, целловиридин, протовортманин, протохроматин, мультиэнзимные композиции) и лекарственные (кормогризин, биовит, бациллихин) препараты, а также антиокислители, стабилизаторы (натрия тиосульфат, сантохин, дилудин, кальция стеарат). По содержанию биологически активных веществ премиксы должны соответствовать рецептуре, утвержденной соответствующими организациями.

Требования к качеству премикса представлены в таблице 40.

Таблица 40. Требования к качеству премикса, в пересчете на абсолютно сухое вещество (по ГОСТу 51095-97)

Показатели	Измельченные зерна и продукты его переработки (мука, отруби)	Жмыхи и шроты	Кормовые дрожжи, белотин, биотрин	Цеолиты, известняковая мука
Массовая доля влаги, % (не более)	13,0	10,0	10,0	6,0
Содержание нитратов, мг/кг (не более)	300,0	450,0	300,0	-
Содержание нитритов, мг/кг (не более)	10,0	10,0	10,0	-

Следует особое внимание уделить влажности премиксов, которая изначально не должна быть выше 10 %, а размер частиц не должен превышать 1,2 мм. Премиксы могут содержать примеси металломагнитных частиц размером до 2 мм включительно - не более 100 мг в 1 кг продукта. Включение более крупных металлических частиц не допускается.

Содержание ртути не должно превышать 0,6, кадмия – 2,2, свинца – 50,0, мышьяка – 50,0, фтора – 2000,0 мг/кг. Не допускаются наличие бактерий рода *Salmonella* и общая токсичность.

Норма ввода в комбикорма для рыб 0,5-1,0 %

Премиксы расфасовывают по 20-25 кг в четырехслойные бумажные мешки с полиэтиленовой пленкой. Перевозят препарат любым видом крытого транспорта с соблюдением санитарных правил, предусмотренных для перевозки пищевых продуктов. Хранят премиксы в заводской упаковке в сухих, чистых и хорошо вентилируемых помещениях, защищенных от прямого солнечного воздействия, на поддонах в штабелях высотой не более 2 м

в течение шести месяцев. По истечении этого срока проверяют фактическое содержание в премиксах компонентов и с учетом полученных данных корректируют дозы введения их в комбикорма.

Срок годности премиксов, выработанных на основе зерна, продуктов его переработки, минеральных наполнителей – не более четырех месяцев; кормовых дрожжей, жмыхов и шротов, лизина – не более пяти.

Стартовые и производственные комбикорма

Для кормления рыбы различных видов с учетом их возраста и физиологической потребности в питательных веществах разработаны и применяются в рыбоводстве стартовые и производственные гранулированные комбикорма. Гранулированные стартовые комбикорма для рыб изготавливают в виде крупки и гранул, производственные – в виде гранул. Крупка и гранулы, в зависимости от размера, делятся на 10 групп (табл. 41).

Таблица 41. Размер гранул комбикормов для рыб

Группы	Размер крупки, мм	Диаметр гранул*, мм
1	до 0,2	-
2	0,2-0,4	-
3	0,4-0,6	-
4	0,6-1,0	-
5	1,0-1,5	-
6	1,5-2,5	-
7	-	3,2
8	-	4,5
9	-	6,0
10	-	8,0

* Длина гранулы должна быть не более 1,5 значения ее диаметра.

Требования в питательности стартовых кормов представлены в таблице 42.

Требования к качеству производственных кормов представлены в таблице 43.

Таблица 42. Требования к качеству стартовых комбикормов, в пересчете на абсолютно сухое вещество

Показатели	Норма в кормах	
	Осетровые	Карповые
Массовая доля влаги, % (не более)	13,5	13,5
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	50,0	45,0
Водорастворимые белковые вещества, % к общему белку	30,0	
Массовая доля сырого жира без введения липидной добавки, % (не более)	8,0	8,0
Массовая доля клетчатки, % (не более)	3,0	3,0
Массовая доля общей золы, % (не более)	12,0	12,0
Содержание фосфора, % (не более)	2,0	2,0
Перекисное число, % йода (не более)	0,2	0,2
Кислотное число, мг КОН (не более)	30,0	30,0
Водостойкость, мин.	15,0	15,0

Таблица 43. Требования к качеству производственных кормов, в пересчете на абсолютно сухое вещество

Показатели	Норма в кормах	
	Осетровые	Карповые
Массовая доля влаги, % (не более)	13,5	13,5
Массовая доля сырого протеина, % (не менее)	38,0	32,0
Массовая доля сырого жира без введения липидной добавки, % (не более)	8,0	8,0
Массовая доля клетчатки, % (не более)	8,0	10,0
Массовая доля общей золы, % (не более)	15,0	15,0
Содержание фосфора, % (не более)	1,5	1,5
Перекисное число, % йода (не более)	0,3	0,3
Кислотное число, мг КОН (не более)	70,0	70,0

Условия хранения кормов. Комбикорма в процессе хранения могут самонагреваться, плесневеть и поражаться вредителями. В результате питательная ценность их резко снижается, они становятся непригодными для скармливания рыбе, могут вызывать отравление.

Для рационального использования и правильного хранения комбикормов существует ряд правил, указанных в ТУ на комбикорма. Их соблюдение позволит наиболее рационально использовать корма и избежать потерь.

Комбикорма разных рецептур необходимо хранить в отдельных отсеках, отгороженных друг от друга щитами или перегородками. На отсеках устанавливают таблички с данными о рецептуре корма, дате поступления и количестве. Недопустимо присутствие в помещении других материалов, особенно горюче-смазочных.

Корма хранят в сухих, чистых и хорошо вентилируемых помещениях на поддонах в штабелях не более 2 м высотой. Оптимальная температура при длительном хранении комбикормов – не выше 10 °С.

Во время хранения кормов следует регулярно контролировать температуру воздуха, влажность, запах и наличие амбарных вредителей. Рассыпные корма 1-2 раза в месяц необходимо перелопачивать, а мешки, в которых хранятся комбикорма – переключивать.

Нестойкие корма желательно использовать в первую очередь.

Гарантированный срок годности рыбных кормов для ценных пород рыб и кормов, используемых при выращивании карпа в хозяйствах индустриального типа, без введения жира составляет не более четырех месяцев со дня изготовления, с введением жира – не более двух (при соблюдении правил хранения). Дату окончания гарантированного срока годности следует указывать на этикетке каждого мешка или в сертификате.

По истечении этого срока оставшиеся неизрасходованными корма необходимо проверить на содержание в них питательных веществ и их качество.

5. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

Для контроля качества кормов необходимо знать, какие компоненты входят в состав кормов, их химический состав, скор аминокислот, агрегатное состояние и способ изготовления.

В обязательном порядке следует приводить полное общепринятое название кормовых средств (по возможности, с указанием международного номера и изготовителя). В отдельных случаях нужно указать источник кормового сырья (видовое название организмов и растений) с описанием особенностей технологии изготовления. Следует привести химические формулы минеральных добавок и витаминов и качественную характеристику препаратов.

Химический состав комбикормов дается на основании зоотехнического анализа согласно общепринятой классификации по следующим группам веществ: вода, сырой протеин (содержание азота $\times 6,25$), сырой жир (эфирный экстракт), сырая клетчатка; зола, безазотистые экстрактивные вещества. Сумма должна быть равной 100 %.

Первые пять показателей определяют химическим путем по стандартным методикам, их модификациям или с использованием новых методов (с указанием автора). Безазотистые экстрактивные вещества можно рассчитывать по разности. Сумма сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ представляет собой общие углеводы корма.

Определение валового содержания энергии комбикормов. Энергетическую оценку корма или другого биологического объекта дают по содержанию в нем валовой энергии, которая представляет собой потенциальную энергию всех входящих в его состав питательных веществ. Валовую энергию определяют двумя способами: сжиганием корма в калориметрической бомбе либо расчетным методом, суммируя средние показатели теплоты сгорания трех содержащих энергию компонентов (углеводы – 4,2 ккал/г, липиды – 9,5, протеин – 5,7). Для пересчета полученных величин из ккал в кДж необходимо умножить их на 4,187 (1 ккал = 4,187 кДж).

Расчет скоры в кормах. Под идеальным белком понимается то соотношение и количество аминокислот, которое удовлетворяет потребность организма и обеспечивает его оптимальный рост. Потребность молоди лососевых, карповых и других рыб в незаменимых аминокислотах представлена в различных справочных изданиях и научных публикациях, в частности в сводке (Groop, 1978).

Для ориентировочных расчетов, в качестве эталона может быть принято процентное содержание аминокислот в икре рыб. При использовании для этих целей соотношения аминокислот в мышцах следует вводить поправки в соответствии с уже имеющимися сведениями о потребностях рыб в аминокислотах, например, потребность форели в аргинине и фениланине в два раза выше их уровня в белках мышц (Щербина, 1979).

$$\text{Скор для АК} = \frac{\text{аминокислоты в кормовом белке, \%}}{\text{аминокислоты в идеальном белке, \%}} \times 100 \%$$

Определяют также лимитирующие биологическую ценность белка незаменимые аминокислоты, то есть аминокислоты, скор которых имеет наименьшее значение.

Дополнительные определения. Из жирных кислот рассчитывают насыщенные, мононенасыщенные, полиненасыщенные, $\Sigma\omega 6$, $\Sigma\omega 3$, а также витамины, макро- и микроэлементы, в том числе кальций, фосфор, поваренную соль, натрий, калий, магний, хлор, цинк, медь, кобальт, селен, железо, марганец, йод.

Агрегатное состояние и способ изготовления корма. Дается описание типа и способа изготовления корма: рассыпной (с последующим замешиванием на воде или растворах связующих веществ), брикеты, гранулы сухого прессования, гранулы сухого прессования с введением связующих веществ, гранулы влажного прессования, макрогранулы, инкапсулированные частицы, экструдированные комбикорма и т.д. Приводится анализ размера крупок исходного комбикорма (проход частиц через сито диаметром 2, 3, 5 мм) и гранулометрический анализ; размеры менее 0,05, 0,1, 0,2, 0,5 мм и более 1 мм. Желательны данные и об объемной массе (г/см³).

Физиологические методы

Переваримые вещества

При оценке переваримости питательных веществ кормов чаще всего применяются показатели, характеризующие «видимую» переваримость и усвоение, а также коэффициенты использования питательных веществ корма и энергии на рост рыб. Показатели «истинной» переваримости и усвоения служат дополнительными характеристиками.

К переваримым веществам относят то количество питательных веществ корма, которое расщепилось и всосалось в пищеварительном тракте животного. Понятие об их количестве дают показатели «видимой» и «истинной» переваримости.

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

$$K_{вп} = \frac{P_k \times C_k - Пэ \times Cэ}{P_k \times C_k} \times 100 \%, \quad (1)$$

где P_k , $Пэ$ – содержание питательного вещества в корме и экскрементах, %;

C_k , $Cэ$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г.

Применение термина «видимая переваримость» связано с тем, что экскременты, помимо непереваренных остатков корма, содержат микрофлору, пищеварительные ферменты, эндогенные выделения, слущивающийся эпителий кишечника и т.д., которые занижают действительную переваримость.

Для определения показателей видимой переваримости у рыб обычно применяют два метода. Балансовый основан на прямом учете количества съеденной пищи и выделенных экскрементов (Карзинкин, 1932, 1952; Яблонская, 1935), а индикаторный предусматривает введение в корм непереваримых инертных веществ (Щербина, 1971). В последнем случае расчеты ведут по формуле:

$$K_{ВП} = \frac{100 - Пэ}{Пк} \times \frac{Ик}{Иэ} \times 100 \%, \quad (2)$$

где Ик, Иэ - содержание инертного вещества в корме и экскрементах, %.

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

$$K_{ИП} = \frac{Пк \times Ск - (Пэ \times Сэ - Офэ \times Ск)}{Пк \times Ск} \times 100 \%, \quad (3)$$

где Офэ - обменная фракция экскрементов, % от съеденного корма.

Таким образом, величина истинной переваримости больше видимой.

Однако для оценки питательности корма показатель видимой переваримости более объективен, так как, помимо учета количества непереваренных веществ, он отражает общую реакцию организма на специфические особенности корма, то есть учитывает изменения в интенсивности секреции пищеварительных соков и ферментов, выделении продуктов обмена, интенсивности отторжения кишечного эпителия, развития микрофлоры и т.д. В этом плане он является выражением конечных результатов процессов расщепления, всасывания и обмена, происходящих в пищеварительной системе и организме в целом.

Для соединений, которые не подвергаются в пищеварительном тракте расщеплению и всасываются в неизменном виде (аминокислоты, жирные кислоты, минеральные вещества, витамины и др.), термин «переваримость» меняется на «доступность».

По приведенным формулам можно рассчитать переваримость сухого вещества корма или сумму переваримых питательных веществ, переваримость сырого протеина, доступность аминокислот, переваримость сырого жира с детализацией переваримости отдельных фракций липидов, различных групп углеводов, золь-

ных элементов с учетом отдельных макро- и микроэлементов, витаминов и других питательных веществ, входящих в состав корма, и определить энергию переваримых веществ.

На основе показателей доступности аминокислот могут быть рассчитаны скорости доступных незаменимых аминокислот, являющиеся важным инструментом при балансировании кормов по незаменимым аминокислотам. В практических целях обычно достаточно рассчитать скор для лизина, триптофана, метионина (или суммы аминокислот - метионин + цистин + цистеин), реже – для фенилаланина и тирозина.

Усвоенные вещества

К усвоенным веществам относятся переварившиеся и всосавшиеся вещества за вычетом той их части, которая подверглась лишь частичным превращениям и в недоокисленном виде выделилась через почки и жабры.

Показатели видимого усвоения рассчитывают по формуле:

$$K_{\text{вв}} = \frac{P_k \times C_k - P_z \times C_z - M \times C_i - J \times C_k}{P_k \times C_k} \times 100 \%, \quad (4)$$

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

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

По зоотехнической терминологии показатель видимого усвоения энергии характеризует «обменную» энергию, а видимого усвоения азота - видимую биологическую ценность протеина (Крэмpton, Харрис, 1972) или видимую утилизацию чистого белка.

Для получения ориентировочной характеристики обменной или физиологически полезной энергии кормов для рыб используют энергетические коэффициенты, рассчитанные на базе средних значений показателей переваримости основных питательных веществ и энергии их окисления в организме (табл. 44).

Таблица 44. Коэффициенты для расчета физиологической калорийности кормов (Щербина, 1979)

Питательные вещества	Энергетический коэффициент, г/ккал	Переваримость, %	Физиологическая калорийность	
			ккал/г	кДж/г
Карп				
Белок	5,50*	83	4,6	19,3
Сырой протеин	5,50	75	4,1	17,2
Жир при содержании				
2-4 %	9,40	50	4,7	19,7
>4 %	-	75	7,1	29,7
Углеводы:				
легкогидролизуемые	4,15	65	2,7	11,3
трудногидролизуемые	4,15	30	1,2	5,0
Форель				
Белок	5,50*	85	4,7	19,7
Сырой протеин	9,40	80	4,4	18,4
Жир		90	8,5	35,6
Углеводы:				
легкогидролизуемые	4,15	35	1,5	6,3
трудногидролизуемые	4,15	35	1,5	6,3

*Энергетический коэффициент для белков, предполагающий выделение продуктов их распада в основном посредством образования аммонийных соединений (Halver, 1975).

Показатель истинного усвоения рассчитывают по формуле:

$$K_{\text{иу}} = \frac{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}} - (P_{\text{э}} \times C_{\text{э}} - O_{\text{фэ}} \times C_{\text{к}}) - (M \times C_{\text{к}} - O_{\text{фм}} \times C_{\text{к}}) - (J_{\text{с}} \times C_{\text{к}} - O_{\text{фк}} \times C_{\text{к}})}{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}}} \times 100\% \quad (5)$$

где $O_{\text{фм}}$, $O_{\text{фж}}$ - обменные фракции мочи и жаберных выделений, % от съеденного корма.

Для разделения и количественного сбора экскрементов, мочи и жаберных выделений рыб можно использовать методические приемы и метаболическую камеру, предложенные R. Smith (Post, Schanks, Smith, 1965; Smith, 1971).

Определение усвоения питательных веществ у рыб можно проводить балансовым методом (Карзинкин, Кривобок, 1962), если известно количество потребляемого рыбами корма. В этом случае нет необходимости разделять неусвоенные питательные вещества, выделяемые рыбой через пищеварительный тракт, почки и жабры. Их можно определять при проведении опытов в непроточных или слабопроточных аквариумах, собирая вместе выделения за определенный промежуток времени (в зависимости от вида рыб и температуры).

Определение истинной переваримости и истинного усвоения у рыб методически трудно выполнимо в связи со сложностями вычисления обменных фракций экскрементов, мочи и жаберных выделений.

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

Таблицы переваримости позволяют рыбоведам, а также работникам комбикормовых заводов производить подобную замену с максимальным приближением питательной ценности нового варианта корма к базовому.

Питательную ценность корма можно оценивать по ее обменной энергии (физиологическая калорийность), которая рассчитывается по основным элементам (сырой протеин, сырой жир и углеводы) и их переваримости с дальнейшим пересчетом на энергетические единицы.

Расчет переваримой части элементов питания в каждом компоненте корма производится по формуле:

$$P = \frac{A \times B \times C}{1000}, \quad (6)$$

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

A – количество компонента в корме, %;

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

C – переваримость протеина, углеводов или жира компонента, %.

Далее полученные данные по каждому компоненту суммируют и получают количество переваримого протеина, углеводов или жира в комбикорме.

Суммарное количество переваримого протеина, углеводов или жира в комбикорме умножают на соответствующие энергетические коэффициенты и вновь суммируют.

Полученную физиологическую калорийность базового варианта корма сравнивают с новым.

Показатели эффективности использования корма рыбами

Затраты питательных веществ корма и кормовой коэффициент. Под затратами корма обычно понимают отношение количества корма (или отдельных питательных веществ и энергии), внесенного в емкость, где выращивается рыба, или съеденного рыбой, к единице прироста массы.

$$З = \frac{Ск}{(M_1 - M_0)} \quad (7)$$

где M_1, M_0 – масса рыбы в начале и конце экспериментов, г;

$Ск$ – количество внесенного или съеденного корма или отдельного питательного вещества за период экспериментов.

Кормовой коэффициент – это количество корма, внесенного в пруд или съеденного рыбой, отнесенного к единице прироста, за вычетом прироста за счет естественной пищи:

$$КК = \frac{Ск}{(M_1 - M_0) - M_e}, \quad (8)$$

где M_e – прирост, полученный за счет естественной пищи;

$Ск$ – количество съеденного корма или количество внесенного корма минус несъеденный корм и его суммарные потери при кормлении из-за механического рассеивания на воздухе и в воде, потерь от экстрагирования.

Эти показатели обычно рассчитывают для воздушно-сухого и сухого вещества корма, сырого протеина, энергии.

Учет количества комбикорма, съеденного рыбами, методически очень труден, особенно в тех случаях, когда несъеденные остатки падают на дно, смешиваются с экскрементами или могут быть вынесены с током воды. При проведении экспериментов в

аквариумах и бассейнах с известной долей допущений можно использовать метод прямого учета заданного корма, несъеденных остатков и выделенных экскрементов (Лавровский, Белковский, 1976). Ориентировочное количество потребленного корма можно определить косвенным методом, введя в корм определенный процент инертного вещества, например, окиси хрома (Щербина, 1971). Собрав выделенные экскременты от определенной порции корма и установив в них количество окиси хрома, можно рассчитать величину съеденного корма. При этом следует внести поправку на экстракцию питательных веществ из экскрементов, которая ориентировочно может быть принята равной 10 %. При проведении экспериментов в прудах и крупных емкостях реконструировать количество потребленной пищи можно на основе периодических круглосуточных наблюдений за индексами наполнения пищеварительного тракта с последующей реконструкцией потребленного корма по коэффициентам его переваримости (Щербина, Рекубратский, Киселев, 1982).

Эффективность использования питательных веществ. Показатели эффективности использования питательных веществ или энергии корма на рост (или величина ретенции – «удержания» – в организме) характеризуют ту часть питательных веществ корма, которая трансформируется в ткани животного.

Эти показатели отражают отношение количества питательных веществ, отложенных в организме рыб, к величине потребленных. Расчеты ведут по следующим формулам:

$$Э_k = \frac{M_1 \Pi_1 - M_0 \Pi}{(M_1 - M_0)} \times Z_c, \quad (9)$$

$$Э_{и} = \frac{M_1 \Pi_1 - M_0 \Pi_0}{C_k}, \quad (10)$$

где Π_0 , Π_1 – содержание питательного вещества или энергия в теле рыб в начале и конце экспериментов, % или ккал/100 г;

Z_c – затраты съеденного корма или отдельных питательных веществ и энергии на единицу прироста массы;

C_k – количество съеденного корма или питательных веществ, г.

Показатели эффективности использования на рост или ретенцию в организме рассчитывают для азотсодержащей части корма, в частности для незаменимых аминокислот, незаменимых жирных кислот, углеродистой и минеральной частей, а также энергии (по зоотехнической терминологии – энергии продукции прироста).

Для оценки эффективности использования корма в целом применяется и показатель отношения прироста массы тела рыб к количеству съеденного корма:

$$Эи = \frac{M_1 - M_0}{C_k} \times 100 \%, \quad (11)$$

то есть величины, обратной затратам корма, а также отношение прироста сухого вещества в теле рыб к сухому веществу съеденного корма. Если первый показатель отражает только биологическое действие корма, то есть характеризует прирост массы тела при потреблении единицы корма, то второй устраняет маскирующее действие изменения влаги в организме, характеризует действительный процесс трансформации суммы питательных веществ корма в ткани и органы рыб.

Аналогичным образом рассчитывают широко используемый в исследованиях по питанию человека и животных коэффициент эффективности белка, а также показатель эффективности использования энергии на рост, который характеризует чистую энергию, или нетто-энергию.

Показатели эффективности использования могут быть рассчитаны как для валовых, так и для переваримых веществ корма.

Траты на поддержание и потеря неусвоенных веществ и энергии. Используя показатели, характеризующие переваримость питательных веществ корма и их ретенцию в организме рыб, можно определить количество переваренных веществ или энергии, которое выделяется из организма рыб после использования в обменных процессах по формуле:

$$T_{пп} = K_{вп} - Эи (\%), \quad (12)$$

где $T_{пп}$ – сумма трат на поддержание гомеостаза, теплопродукцию и потери неусвоенных веществ и энергии, %,

$K_{вп}$ – коэффициент видимой переваримости.

Измерение продуктивного действия корма. Рост рыб измеряют по изменению (приращение или убыль) массы тела в начале и конце экспериментов (или по отдельным периодам). Абсолютный прирост определяют в граммах, относительный - в процентах: он является отношением прироста к исходной массе:

$$M_{\text{отн}} = \frac{(M_1 - M_0)}{M_0} \times 100 \%, \quad (13)$$

Содержание органических и минеральных веществ в организме рыб определяется на основании данных химических анализов рыб в конце эксперимента и выражается в процентах к единице массы или на абсолютно сухое вещество. Является критерием оценки влияния факторов питания на качество продукции (как продукта питания человека или объекта, предназначенного для дальнейшего выращивания или воспроизводства).

Накопление органических минеральных веществ и энергии в теле рыб рассчитывается на основании данных изменения массы и химического состава рыб от начала к концу эксперимента по следующей формуле:

$$N_{\text{накоп}} = \frac{(M_1 P_1 - M_0 P_0)}{100 \text{ г, ккал}}, \quad (14)$$

где P_0, P_1 - содержание питательных веществ или энергии в теле рыб в начале и конце эксперимента, %, ккал/100 г.

Этот показатель не только позволяет учитывать биологический эффект кормления, то есть прирост массы, но и дает представление об абсолютном и относительном изменениях отдельных групп органических и минеральных веществ в организме рыб в период экспериментов.

Концентрация органических и минеральных веществ в единице прироста рыб позволяет судить об изменениях в обмене веществ за время проведения (или отдельные периоды) экспериментов:

$$P_{\text{конц}} = \frac{M_1 P_1 - M_0 P_0}{M_1 - M_0} \times 10 \text{ г}, \quad (15)$$

где $P_{\text{конц}}$ - содержание питательного вещества, г, или энергии, ккал в 1 кг прироста рыб.

Коэффициент упитанности отражает взаимосвязь между линейным ростом и массой рыб. Рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{упит}} = \frac{M_1}{l^3}, \quad (16)$$

где l – длина рыбы от начала головы до конца чешуйчатого покрова, см;

M_1 – масса рыб, г.

Выживаемость (B) – это отношение количества выживших рыб (K_k) к начальному числу рыб (K_n), выраженное в процентах:

$$B = \frac{K_k \times 100\%}{K_n} \quad (17)$$

Продукция с единицы площади или объема рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{(M_1 - M_0) \times \Pi_1}{S}, \quad (18)$$

где S – площадь или объем емкости бассейна, г/м², м³.

Схема комплексной оценки питательности кормов для рыб

1. Содержание питательных веществ (Π_k , %) и энергии (ккал/100 г) в корме (по данным химических анализов и расчетов).

2. Перевариваемость ($K_{\text{пер}}$, %) питательных веществ и энергии корма в организме рыб (по данным физиологических экспериментов и химических анализов).

3. Эффективность использования рыбами валовых и переваренных веществ и энергия корма (по данным изменений массы, содержания питательных веществ и энергии в теле рыб в начале (M_0 , г; Π_0 , %) и конце (M_1 , г; Π_1 , %) экспериментов), а также количество потребленного корма или отдельных питательных веществ (C_k , г, ккал):

а) затраты (Z) питательных веществ и энергии корма на единицу прироста массы рыб:

$$Z = \frac{C_k}{(M_1 - M_0)}, \quad (7)$$

б) коэффициент использования (Эи , %) питательных веществ и энергии корма на прирост рыб (траты на образование продукции, отложение в теле):

$$\text{Эи} = \frac{M_1 \Pi_1 - M_0 \Pi_0}{C_k} \quad (10)$$

4. Продуктивное действие корма по данным изменений массы, химического состава и числа рыб (n) в начале и конце экспериментов:

а) химический состав (Π_1 , %) и калорийность рыб после приращения корма;

б) накопление ($N_{\text{накоп}}$) массы органических, минеральных веществ и энергии в теле рыб за период кормления:

$$N_{\text{накоп}} = \frac{(M_1 \Pi_1 - M_0 \Pi_0)}{100 \text{ г, ккал}}, \quad (14)$$

в) выживаемость рыб (В, %):

$$B = \frac{K_k \times 100\%}{K_n}, \quad (17)$$

г) продукция биомассы рыб (Р) с единицы площади или объема (S):

$$P = \frac{(M_1 - M_0) \times \Pi_1}{S} \quad (18)$$

Для этого достаточно проведения ростовых опытов с учетом количества съеденного рыбами корма, сведений о химическом составе кормов и рыб в начале и конце экспериментов. На основе этих данных рассчитывают затраты кормов на единицу прироста массы рыб и оценивают их продуктивное действие (накопление массы, а также органических, минеральных веществ и энергии в теле рыб, их концентрация в единице прироста массы и другие производные показатели). Подобные эксперименты можно проводить в прудах, садках, установленных в водоемах, бассейнах и других емкостях.

Дополнение ростовых экспериментов определением показателей видимой переваримости (с помощью метода инертных веществ) позволяет установить, какая часть валовых питательных веществ и энергии корма доступна организму рыб, рассчитать, какое количество переваренных веществ и энергии корма недоиспользуется в организме и затрачивается на поддерживающий обмен, а также определить ту часть переваренных питательных веществ, которая удерживается в организме (Щербина, 1975).

Проведение детальных химических анализов кормов и экскрементов позволяет, на основании полученных показателей переваримости и эффективности использования на рост, дать более глубокую характеристику питательной ценности отдельных компонентов корма.

Технически более сложными являются эксперименты по определению усвоения корма.

Необходимость учета веществ, выделяющихся через жабры и почки, ограничивает круг показателей (в основном, азотом, углеродом и энергией), определяемых по интенсивности потребления кислорода. Их получение требует специальных установок (Карзинкин, Кривобок, 1962; Строганов, 1962; Post, Shanks, Smith, 1965) и методических приемов.

Определение переваримости питательных веществ комбикормов у рыб методом инертных веществ по М.А. Щербине (1971) является наиболее распространенным и технически удобным.

Его суть заключается в добавлении к кормам в определенных соотношениях неперевариваемых инертных веществ (индикаторов), по концентрации которых в корме и экскрементах судят о количестве питательных веществ, всосавшихся в кишечнике.

Преимущество индикаторного метода перед балансовым состоит в отсутствии необходимости полного учета потребленного корма и выделенных экскрементов. Переваримость определяют по соотношению питательных веществ в корме и экскрементах на единицу непереваримого инертного вещества по формуле:

$$П = 100 - \frac{Пз}{Пк} \times \frac{Ик}{Из} \times 100 \% \quad (19)$$

где Пк, Пз - содержание питательного вещества в корме и экскрементах, %;

Ик, Из - содержание индикатора в корме и экскрементах, %.

В качестве инертного вещества обычно используют окись хрома. Она не участвует в процессах обмена, не задерживается в пищеварительном канале, равномерно выделяется с массами кала, отсутствует в воде, почве, воздухе, сравнительно легко и точно определяется при химическом анализе.

Переваримость кормов можно определять при выращивании

или содержания рыб в аквариумах, бассейнах и других емкостях, а также в небольших прудах.

Стратегия эффективного кормления

Для достижения наилучшего результата при выращивании рыб важными факторами являются планирование производства, подбор подходящего корма и выбор правильной стратегии кормления. Темп роста рыб и эффективность использования кормов – тесно связанные между собой факторы, которые оцениваются двумя основными показателями: удельной скоростью роста, или среднесуточным приростом, и кормовым коэффициентом. Эти показатели рассчитываются по формуле:

$$C = \frac{\ln M_1 - \ln M_0}{T} \times 100, \quad (20)$$

$$КК = \frac{C_k}{(M_1 - M_0) n} \quad (21)$$

где C – удельная скорость роста, % в сутки;

$КК$ – кормовой коэффициент, грамм корма на 1 грамм прироста;

M_0 – средняя масса рыбы начальная, г;

M_1 – средняя масса рыбы конечная, г;

T – продолжительность периода выращивания, сутки;

C_k – количество корма, израсходованного за период, г;

n – количество рыб в рыбоводной емкости, экз.

Максимальное значение скорости роста, достигаемое при кормлении по полной норме, не соответствует оптимальному (наименьшему) значению кормового коэффициента. Кормовой коэффициент имеет наименьшее значение при норме кормления 70-80 % от максимального уровня. Если параметры среды не лимитируют, скорость роста будет возрастать с увеличением нормы кормления до тех пор, пока рыба в состоянии усваивать выданный ей корм. Однако темпы увеличения скорости роста снижаются, когда норма кормления превышает 80 % от максимального уровня. Другими словами, максимальный темп роста экономически не выгоден, так как для его обеспечения требуется повышенный расход кормов. Нормы кормления для продукционных кормов ре-

комендуется установить на уровне 90 % от максимального уровня.

Воздействие на среду также связано с кормовым коэффициентом. Наиболее важными показателями здесь являются содержание азота и фосфора в кормах. Участвуя в обмене веществ, азот и фосфор выделяются рыбой в окружающую среду. Попадая в водоемы в избыточном количестве, эти вещества стимулируют развитие водорослей, вызывая «цветение» водоемов и ухудшая условия обитания гидробионтов, и рассматриваются как загрязнители.

Следовательно, при наименьшем кормовом коэффициенте корм усваивается полнее, а воздействие на среду выделениями азота и фосфора будет минимальным.

Количество азота в корме рассчитано путем деления величины содержания протеина в корме на 6,25. Количество азота и фосфора, выделяемое рыбой, - это разница между содержанием этих веществ в корме и их затратами на рост рыбы.

Аналитические методы

Определение воды (по ГОСТу 17681-72)

Принцип метода. Метод основан на гравиметрическом определении свободной воды высушиванием биологического образца при температуре 105 °С.

Проведение анализа. 1-5 г биологического материала помещают в предварительно высушенный и взвешенный бюкс (с погрешностью не более 0,001 г). Бюкс с навеской помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до 105 °С. Первое взвешивание проводят в зависимости от влажности образца через 5-20 часов, а последующие - через 1 час. Высушивание считают законченным, если разница между двумя последними взвешиваниями не превышает 0,0004 г.

Обработка результатов. Содержание воды (В) в процентах вычисляют по формуле:

$$B, \% = \frac{m - m_1}{m_2} \times 100, \quad (22)$$

где m - масса бюкса с навеской до высушивания, г;

m_1 - масса бюкса с навеской после высушивания, г;

m_2 - навеска образца, г.

За результаты анализа принимается среднее значение из двух определений. Допустимое расхождение между параллельными определениями - 0,3 %.

Определение сырого жира методом Сокслета (по ГОСТу 13496.15-97)

Принцип метода. Метод основан на растворимости жиров в различных органических растворителях и количественном определении экстрагированного жира.

Проведение анализа. Исследуемый образец (комбикорм или ткань), высушенный при 105 °С в сушильном шкафу, тщательно растирают в фарфоровой ступке до однородной консистенции. Затем навеску данного сырья массой 0,1-0,5 г закладывают в заранее приготовленные особым образом пакеты из фильтровальной бумаги.

Накануне эти пакеты из фильтровальной бумаги подсушивают в металлических бюксах в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянного веса. В случае повторяющихся дважды одинаковых значений взвешивание прекращают. Полученный вес пустого пакета принимают для дальнейшего расчета. Все пакеты должны быть пронумерованы шифром, соответствующим бюксам. Причем, все отметки на пакетах пишутся, как правило, простым карандашом, во избежание размывания надписей при контакте их с эфиром.

Далее пакеты с навеской также помещают в металлические бюксы, а затем в сушильный шкаф и просушивают их до постоянного веса при температуре 105 °С. Извлеченные из сушильного шкафа пробы (бюксы с пакетами и навесками) охлаждают в эксикаторе примерно 20-30 мин, после чего взвешивают на аналитических весах. Взвешивание производят каждые 1,5-2,0 часа. Как только последующий вес пакета с навеской будет равен предыдущему (подобный результат достигается, как правило, через 2-3 взвешивания), пакеты вытаскивают из бюксов и закладывают в аппарат Сокслета. Полученный вес пакета с навеской записывают в специальный журнал и используют при дальнейшем расчете жира.

Аппарат Сокслета сверху соединяют с обратным холодильни-

ком, а снизу – с чистой колбой, заполненной этиловым эфиром. Колбу помещают на печку и приступают к экстрагированию.

Продолжительность экстракции составляет 22-24 часа.

Конец экстракции устанавливают по отсутствию жира при пробе на полноту экстракции. Для этого, отсоединив от колбы и от холодильника экстрактор, наносят одну каплю раствора на часовое стекло. После испарения эфира на стекле не должно оставаться жирного пятна. Другой способ: раствор из экстрактора приливают в стеклянный стаканчик и по цвету эфира судят о полноте экстракции. Жидкость при визуальном просмотре на свет должна быть бесцветной.

По окончании экстракции отгоняют эфир, вынимают пакеты с навеской из аппарата Сокслета и сушат их на фильтровальной бумаге под тягой до полного исчезновения запаха эфира. После окончательного удаления запаха эфира из пакетов бумажные пакеты помещают, согласно номерам, в соответствующие им металлические бюксы. Бюксы ставят в сушильный шкаф и доводят их до постоянного веса при температуре 105 °С. Первое взвешивание производят через 1,0-1,5 часа, последующие – через 30 минут. В случае повторяющегося дважды увеличения веса высушивание прекращают и для расчета принимают наименьший вес.

Важно! Все работы с эфиром проводятся только в вытяжном шкафу.

Обработка результатов. Содержание жира (Ж) в процентах вычисляют по формуле:

$$\text{Ж, \%} = \frac{(m - m_1) \times 100}{m_2}, \quad (23)$$

где m – масса бюкса с пакетом и навеской образца до экстракции, г;

m_1 – масса бюкса с пакетом и навеской образца после экстракции, г;

m_2 – навеска образца, г.

За результат принимают среднее арифметическое из трех параллельных определений. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5 %.

Определение сырой золы (по ГОСТу 17681-72)

Принцип метода. Метод основан на гравиметрическом определении неорганического остатка биологического образца, полученного в результате его озоления при температуре 550 °С.

Проведение анализа. 0,2-0,7 г воздушно-сухого образца помещают в предварительно прокаленный до постоянного веса фарфоровый тигель. Для обеспечения проникновения воздуха в нижние слои навеску укладывают рыхло (ее объем не должен превышать половины тигля).

Тигель с навеской помещают в холодный муфель и, не закрывая полностью дверцу, нагревают до появления дыма, затем муфельную печь отключают до полного прекращения выделения дыма. Если при вторичном включении сжигаемый материал продолжает дымиться, муфель снова отключают. При таком режиме озоления температура в муфеле не поднимается выше 220-250 °С, а постепенное нагревание обеспечивает сжигание образца без потерь.

После полного прекращения выделения дыма озоление ведут при 550 °С. Продолжительность сжигания зависит от химического состава корма и обычно составляет 6-8 ч. Отсутствие частичек угля и светло-серый цвет золы указывают на полное озоление материала.

По окончании озоления тигли охлаждают в муфеле 10-15 мин, а потом 30-40 мин – в эксикаторе и взвешивают. Первое взвешивание проводят через 1,5 ч, а последующие – через каждые 30 мин прокаливания в муфельной печи.

Обработка результатов. Содержание сырой золы (х, %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(в - б)}{а - б} \times 100, \quad (24)$$

где а – масса тигля с навеской, г;

б – масса пустого тигля, г;

в – масса тигля с золой, г.

За результаты анализа принимается среднее значение из двух определений. Допустимое расхождение между параллельными определениями - 0,5 % абс (содержание золы 10 %), а между дву-

мя средними результатами, полученными в разных лабораториях, - 1,0 % абс.

Определение сырого протеина методом Кьельдаля с использованием реактива Несслера (по ГОСТу 13496.4-93)

Принцип метода. Метод основан на минерализации навески биологического материала в присутствии концентрированной серной кислоты, в результате чего все органические вещества окисляются, а выделяющийся аммиак связывается серной кислотой. Затем аммиак определяют колориметрически с использованием реактива Несслера и умножают полученный результат на коэффициент 6,25.

Реактивы: кислота серная - х. ч., плотностью 1,84 г/см³, перекись водорода (пергидроль) - 30%-ный раствор, аммоний сернокислый - х. ч., вода дистиллированная, реактив Несслера, калий-натрий виннокислый (сегнетова соль) - 50%-ный раствор.

Приготовление стандартного раствора азота. Для приготовления стандартного раствора используют сернокислый аммоний, который предварительно перекристаллизовывают, для чего растворяют в горячей дистиллированной воде до получения насыщенного раствора. Затем его быстро охлаждают, помещая колбу с раствором в холодную воду. Выпавшие кристаллы отфильтровывают на воронке Бюхнера, используя вакуум-насос Комовского. Отфильтрованные кристаллы помещают на фильтровальную бумагу и высушивают до постоянной массы на воздухе или в сушильном шкафу при температуре 60 °С.

Взвешивают 1,1816 г приготовленного сернокислого аммония, растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1000 мл и доводят водой до метки.

Из приготовленного стандартного раствора готовят рабочий раствор, для чего отбирают 1 мл, помещают раствор в мерную колбу вместимостью 100 мл и доводят дистиллированной водой до метки. В 1 мл рабочего раствора содержится 0,005 мг азота.

Построение калибровочного графика. В шесть мерных колб вместимостью по 50 мл вносят, соответственно, 3, 5, 8, 10, 12, 15 мл рабочего раствора сернокислого аммония, приливают дистиллированную воду до объема, приблизительно равного 45 мл,

добавляют 2 мл реактива Несслера, доводят водой до метки и тщательно перемешивают. Каждый из приготовленных растворов содержит в 1 мл, соответственно, 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5 мкг азота. Растворы колориметрируют при синем светофильтре (400 нм) в кювете с рабочей гранью 20 мм против контрольного образца (дистиллированная вода+реактив Несслера).

Строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс количество азота в мкг/мл фотометрируемого раствора (А), на оси ординат - соответствующую оптическую плотность (Е).

Содержание азота определяют по калибровочному графику или используя эмпирический коэффициент (К), величину которого вычисляют по формуле:

$$K = \sum A / \sum E, \quad (25)$$

где А – количество азота в 1 мл фотометрируемых растворов, мкг;

Е – оптическая плотность растворов.

Проведение анализа. Навеску сырья массой 0,04-0,07 г или навеску комбикорма массой 0,1 г взвешивают с погрешностью не более 0,0001 г и помещают в колбу Кьельдаля, сюда же приливают 4 мл концентрированной серной кислоты. Содержимое колбы осторожно перемешивают круговыми движениями так, чтобы смесь не попадала на стенки пробирки, и добавляют несколько капель перекиси водорода.

Пробирки ставят на заранее нагретую этернитовую или обычную электроплитку, покрытую асбестовой сеткой, и нагревают в вытяжном шкафу.

Минерализацию навески проводят до полного обесцвечивания содержимого колбы. С целью ускорения процесса сжигания добавляют перекись водорода. Для этого колбу снимают с электроплитки. Охлаждают и добавляют 1 мл перекиси водорода. Затем колбу вновь нагревают. Сжигание считают законченным, если при интенсивном выделении белых паров жидкость остается бесцветной.

Колбы снимают с электроплитки, охлаждают до комнатной температуры, и содержимое количественно переносят в мерные колбы вместимостью 100 мл. Раствор в мерных колбах после ох-

лаждения доводят дистиллированной водой до метки и перемешивают.

Из колбы отбирают определенное количество (в зависимости от содержания азота в исследуемом продукте) зольного раствора, переносят в мерную колбу вместимостью 50 мл и добавляют 10 мл воды. При содержании азота в исследуемом продукте до 16 % отбирают 1 мл зольного раствора, при содержании азота от 16 до 19 % - 0,7 мл, свыше 19 % - 0,5 мл.

Затем в колбу приливают воды примерно до 45 мл, добавляют 2 мл реактива Несслера (пипетку на дно не опускать!), доводят водой до метки, и полученный раствор колориметрируют через 10 минут при синем светофильтре в кювете с рабочей гранью 20 мм против контрольного образца (без зольного раствора).

Если раствор при колориметрировании мутнеет, то перед добавлением реактива Несслера следует прилить 2 мл 50%-го раствора сегнетовой соли.

Обработка результатов. Содержание сырого протеина (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{a \times V \times V_1 \times 100}{V_2 \times m \times 1000000} \times 6,25, \quad (26)$$

где a – количество азота, найденное по градуировочному графику, мкг;

V – объем зольного раствора, мл;

V_1 – объем фотометрируемого раствора, мл;

V_2 – объем зольного раствора, взятого для определения азота, мл;

m – масса навески, г;

1000000 – коэффициент пересчета мкг в г;

6,25 – коэффициент пересчета азота на белок.

При использовании эмпирического коэффициента содержание протеина (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{K \times E \times V \times V_1 \times 100}{V_2 \times m \times 1000000} \times 6,25 \quad (27)$$

где K – эмпирический коэффициент;

E – оптическая плотность исследуемого раствора;

V – объем зольного раствора, мл;

- V_1 – объем фотометрируемого раствора, мл;
 V_2 – объем зольного раствора, взятого для определения азота, мл;
 m – масса навески, г;
1000000 – коэффициент пересчета мкг в г;
6,25 – коэффициент пересчета азота на белок.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

Допускаемые расхождения между результатами параллельных определений не должны превышать: $\pm 0,8$ абс. % – для комбикорма и сырья с содержанием сырого протеина до 40 %; $\pm 1,90$ абс. % – для сырья с содержанием протеина более 40 %.

Определение различных групп углеводов

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

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

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

Определение различных групп углеводов в одной навеске

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

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

центрированная серная кислота.

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

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

Выделение легкогидролизуемых углеводов. Осадок после растворения сахаров заливают 50-кратным объемом 2%-го раствора соляной кислоты и кипятят на водяной бане в течение пяти часов, затем центрифугируют, и надосадочную жидкость сливают в мерную колбу на 100 мл. Осадок дважды промывают дистиллированной водой и центрифугируют. Центрифугаты объединяют для определения в них углеводов методом Дюйбоса.

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

Количественное определение углеводов. В растворах сахаров из фарфоровых чашек и объединенных центрифугатах после гидролиза 2%-ной соляной кислотой и 72,5%-ной серной проводят определение углеводов методом Дюйбоса. Для этого 1 мл раство-

ра, содержащий от 10 до 70 мкг углеводов, переносят в широкую пробирку диаметром 16-20 мм и добавляют 1 мл 1%-ного водного раствора фенола (10 г свежеперегнанного фенола растворяют в 1 л воды), после чего в пробирку приливают точно 5 мл химически чистой серной кислоты (плотность 1,84). Пробирки оставляют на 10 минут, затем встряхивают и содержимое выдерживают на водяной бане 10-20 минут при 25-30 °С для развития окраски. Окраска стабильна в течение нескольких часов. Интенсивность окрашивания определяют на фотоколориметре при 490 нм.

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

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

Разделение белковых веществ методом гель-хроматографии (Дарбре и др., 1989)

Принцип метода основан на линейной зависимости логарифмов молекулярных масс исследуемых белковых веществ и объемов элюирования при прохождении хроматографической колонки, заполненной гелем с определенным размером пор.

Реактивы: сефадекс G-50 fine, натрий фосфатный буфер pH 6,5, сахараза 0,5 М в фосфатном буфере.

Калибровка колонки. Для определения размерно-массовой характеристики исследуемого белкового раствора проводят калибровку хроматографической колонки, наполненной сефадексом G-50 fine, размером 1,5×50,0 см и рабочим объемом 100 см³ стандартными образцами с известной молекулярной массой: голубой декстран – 2000 кДа, лизоцим – 12,6 кДа, цитохом С – 12,3 кДа, апротенин – 6,5 кДа, гастрин – 1,7 кДа в фосфатном буфере pH 6,5.

Растворение белковых веществ. Навеску образца корма растворяют в дистиллированной воде в соотношении 1:10 при температуре 0-4 °С с использованием магнитной мешалки ММ-5 и последующим центрифугированием при 10 тыс. об./мин. Про-

цесс завершается после полного растворения белковых веществ, регистрируемого при 280 нм на спектрофотометре СФ-46.

Проведение определения. Пробу, содержащую 5 мг/мл и 0,5 М сахарозы объемом 1-2 мл, наносят на колонку и элюируют 0,05 М натрий - фосфатным буфером при рН 6,5 и скорости потока 0,5 мл/мин. Фракции собирают объемом 3 мл. В каждой фракции определяют концентрацию белка при 280 нм, на основании которых строят график распределения белковых веществ по молекулярным массам. Молекулярные массы исследуемых белков находят по калибровочным графикам, учитывая объем выхода фракции элюата.

Определение белка по Лоури (Дарбре и др., 1989)

Принцип метода. Метод основан на образовании окрашенных продуктов ароматических аминокислот с реактивом Фолина в сочетании с биуретовой реакцией на пептидные связи.

Реактивы. Готовят щелочной медный реактив: 2%-ный раствор углекислого натрия в 0,1 н растворе гидроокиси натрия и 0,5%-ный раствор сернокислой меди в 1%-ном растворе калий-натрий виннокислом смешивают в пропорции 50:1, реактив Фолина, 0,15 М раствор хлористого натрия.

Ход определения. К 0,8 мл разведенного гомогената приливают 4 мл щелочного медного реактива и через 10 минут – 0,4 мл реактива Фолина в разведении 1:1. Оптическую плотность проб измеряют через 30-40 минут при 750 нм. В контроле вместо гомогената добавляют 0,8 мл 0,15 М раствора хлористого натрия.

Расчет. Концентрацию общего белка рассчитывают по калибровочному графику, используя в качестве стандарта бычий сывороточный альбумин, и выражают в мкг на мл гомогената или г ткани.

Определение гликогена (Лиманский и др., 1984)

Принцип метода. Под действием концентрированной серной кислоты происходит дегидрирование глюкозы и образование оксиметилфурфурола, который с антроном образует соединение, окрашенное в сине-зеленый цвет.

Реактивы: 30%-ный КОН, 0,2%-ный раствор антрона, этило-

вый спирт, глюкоза, стандартный реактив.

Прямое определение. В пробирки, содержащие 25-100 мг биологического образца, приливают 3 мл 30%-ного КОН, закрывают пробками и 20 мин выдерживают на кипящей водяной бане. После охлаждения разводят до 25-50 мл дистиллированной водой. 1 мл полученного раствора смешивают с 2 мл антронового реактива и кипятят на водяной бане в течение 10 мин. Охлажденные пробы колориметрируют при 620 нм против холостой пробы. Окраска стабильна в течение нескольких часов.

Непрямой метод определения проводят при малых количествах гликогена. В центрифужную пробирку, содержащую 25-100 мг ткани, приливают 3 мл 30%-ного КОН, закрывают пробками и 20 мин выдерживают на кипящей водяной бане. После охлаждения добавляют 4 мл этилового спирта, хорошо перемешивают и вновь нагревают на водяной бане, пока спирт не закипит. После охлаждения центрифугируют в течение 15 мин при 3 тыс. об./мин и сливают надосадочную жидкость. Осадок растворяют в 1 мл дистиллированной воды и снова повторяют осаждение равным объемом спирта. Осадок растворяют в 1 мл дистиллированной воды, добавляют 2 мл антронового реактива. Далее ход определения, как и при прямом методе.

Расчет содержания гликогена выражают в мМ глюкозы/г ткани. Для расчета содержания гликогена (мг%) найденное по калибровочному графику количество глюкозы делят на коэффициент 1,11, который отражает отношение молекулярного веса глюкозы к молекулярному весу глюкозного остатка в гликогене.

Определение общих липидов по Фолчу (1957)

Принцип метода. Метод основан на растворении липидов в смеси хлороформ-метанол (2:1) и гравиметрическом определении процентного содержания липидов в ткани.

Реактивы: смесь хлороформа и метанола (2:1),

Проведение анализа. Навеску сырой ткани массой не менее 1 г взвешивают с точностью до четвертого знака и растирают в ступке с химически чистым стеклом или песком. Растертую навеску заливают 20-кратным объемом смеси Фолча хлороформ-метанол

(2:1). Полученную однородную массу помещают в колбы 100-250 мл и встряхивают 10 минут, после чего проводят экстракцию липидов в течение 3-24 часов. Экстракт хранят в плотно закрытой посуде в холодильнике при $T=0^{\circ}\text{C}$. После экстракции пробу отфильтровывают в пробирки Хагедорна через бумажный фильтр, оставляя пробирки в холоде. Осадок заливают очередной порцией смеси Фолча. Экстракцию проводят трижды.

Для разделения липидов экстракт осторожно подслаивают раствором хлористого калия (1/10 объема). Образовавшийся верхний слой отсасывают пипеткой с помощью водоструйного насоса, не задевая нижнего слоя, или шприцем. Нижний слой переносят в колбу Вюрца и упаривают экстракт на водяной бане. Небольшим количеством чистого хлороформа из колбы Вюрца липиды смывают в стеклянные бюксы с постоянным весом. Бюксы помещают в вакуумный эксикатор, где под вакуумом (1 атм.) липиды доводят до постоянного веса.

Разделение липидов методом тонкопленочной хроматографии (Шталь, 1965)

Количественное разделение спектра липидов и глицеринов, соотношение содержания свободного и этерифицированного холестерина, неэтерифицированных жирных кислот, а также препаративное выделение отдельных фракций липидов проводят методом тонкопленочной хроматографии. В качестве сорбента используют закрепленный слой силикагеля с 13%-ным гипсом. Толщина слоя силикагеля составляет от 0,25 до 1,00 мм в зависимости от задач, решаемых с помощью данного метода. Обнаружение веществ на пластинках проводят проявлением в парах йода.

Принцип метода. Метод основан на различной скорости движения отдельных фракций липидов в системе растворителя.

Реактивы: силикагель, гипс, гексан, диэтиловый эфир, уксусная кислота, ацетон, йодная кислота, метанол.

Приготовление пластинок. Пластинка тщательно моется мыльным раствором, хромовой смесью и дистиллированной водой.

Приготовление силикагеля с гипсом. 5 г силикагеля предвари-

тельно растворяют в 5-7 мл воды, тщательно взбалтывают, чтобы не было комочков, затем объем воды доводят до 11-12 мл (лучше готовить в ступке). Перемешанную массу быстро наносят на рабочую пластину и пестиком помогают ей распределиться по поверхности, пластинку можно ритмически покачивать. Далее необходимо высушить ее в горизонтальном положении.

Нанесение липидов. Высохшую и охлажденную пластинку расчерчивают по специальному трафарету на дорожки, добиваясь, чтобы места для нанесения «старта» — капли липидов — были одинаковой ширины. Аккуратно наносят растворенный липид специальной пипеткой небольшими порциями, давая силикагелю подсохнуть и впитать каждую порцию. Можно включить вентилятор. Необходимо следить, чтобы липид не растекался за пределы старта, так как он будет потерян для анализа. Наносится 0,3-0,4 мл липидного экстракта, содержащего 30-40 мг липидов.

Приготовление камеры. Камера высушивается фильтром, для чего ее стенки обкладываются вдоль фильтровальной бумагой. Камера заливается подвижной системой и помещается в холодное место для насыщения на 40 минут.

Готовую пластинку переносят в насыщенную камеру и оставляют на 40 минут, пока фронт растворителя не достигнет 2-3 см. Периодически следует проверять равномерность движения системы. Далее пластины вынимают, дают подсохнуть и помещают в другую камеру, насыщенную парами йода для проявления. Йод растворяется во фракциях липидов, окрашивая их в желтый цвет. Необходимо быстро и точно на ярком свете обколоть места расположения отдельных компонентов иглой.

Разгонку нейтральных липидов на классы проводят в системе гексан:диэтиловый эфир:ледяная уксусная кислота в соотношении 80:20:2.

Для этого пластинки вынимают из камеры, насыщенной парами ацетона, быстро удаляют растворитель выпариванием в термостате при температуре 60 °С и помещают в камеру с системой растворителей гексан:диэтиловый эфир:ледяная уксусная кислота в соотношении 80:20:2. По этой методике липиды разделяют на следующие фракции: фосфолипиды, моноацилглицерины,

диацилглицерины, холестерин, незэтерифицированные жирные кислоты, триацилглицерины и эфиры холестерина. При этом фосфолипиды находятся на старте.

Участки силикагеля, соответствующие на пластинках фракциям липидов, помещают в стеклянные хроматографические колонки и элюируют соответствующим растворителем: нейтральные липиды – ацетоном и гексаном в соотношении 1:1, фосфолипиды – метанолом, подкисленным 5%-ной соляной кислотой.

Определение липидного фосфора (Iso Schuja et al., 1967)

Принцип метода. На первом этапе определения органический фосфор переводят в неорганический. Для этого исследуемый хлороформенный экстракт липидов подвергают гидролизу путем нагревания его с раствором йодной кислоты в присутствии серной кислоты и этилового спирта. Этиловый спирт применяется для лучшего контакта между липидным и водным растворами йодной кислоты. На втором этапе выполняется цветная реакция на неорганический фосфор. Реакция обусловлена образованием комплексного соединения фосфора с молибденовокислым аммонием, которое при добавлении эйконогена (восстановитель), метабисульфита и сульфита натрия (они обеспечивают определенную рН среды) восстанавливается с образованием молибденовой сини. Интенсивность окраски цветного комплекса определяется колориметрически, а содержание фосфора в липидах вычисляется по калибровочному графику.

Реактивы: хлороформ перегнанный, йодная кислота, 10 н. серной кислоты (на пробы Саваяля), этиловый спирт, очищенный эйконоген, метабисульфит натрия, сульфит натрия безводный, аммоний молибденовокислый, однозамещенный фосфорнокислый калий.

Реактив 1: 3 мл 10 н. серной кислоты, 1 мл 0,1 М йодной кислоты, 6 мл перегнанного этилового спирта.

Реактив 2: 6 г метабисульфита натрия, 100 мг очищенного эйконогена, 200 мг сульфита натрия безводного, 1,5 г аммония молибденовокислого в 50-60 мл бидистиллированной воды.

Ход определения. Хлороформенный экстракт липидов (коли-

чество его определяется видом ткани) переносят из бюкса в пробирки для определения фосфора. Каждую пробу ставят в трех параллелях. Если количество хлороформенного экстракта превышает 0,2 мл, то пробы следует упарить досуха, а затем в каждую пробирку прилить 0,2 мл хлороформа для растворения липидов.

Затем в каждую пробирку приливают по 1 мл реактива 1, тщательно встряхивают и ставят в круглом штативе в сильно кипящую водяную баню на 45 мин., после чего пробы охлаждают в воде и приливают строго 4,8 мл реактива 2. Пробирки тщательно встряхивают и опять ставят в сильно кипящую водяную баню на 10 минут с последующим охлаждением в воде. Пробы приобретают синий цвет, интенсивность которого зависит от количества фосфора. Пробы колориметрируют на фотоэлектроколориметре при (750 нм). Параллельно с опытными пробами ставят контроль в трех параллелях, который содержит только реактивы 1 и 2.

Расчет. Количество фосфора в липидах определяют по калибровочному графику стандартного раствора однозамещенного фосфорнокислого калия.

Фракционирование фосфолипидов

(Ржавская, 1976)

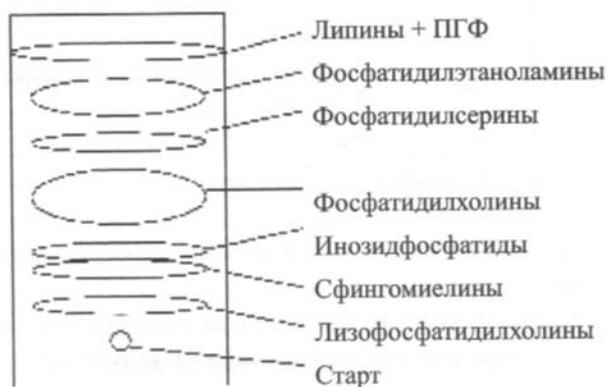


Рис. 1. Схематическое изображение расположения пятен фосфолипидов при хроматографировании в тонком слое

Хроматографическое разделение холестерина и его эфиров в тонком слое силикагеля

Принцип метода. Суть метода заключается в том, что эфиры холестерина, обладая большой подвижностью и зарядом, при хроматографировании идут с фронтом растворителя. Свободный холестерин остается недалеко от старта, что позволяет отделить фракции холестерина друг от друга.

Порядок проведения. На заранее приготовленную пластину, как указывалось выше в разделе о тонкослойной хроматографии, микропипеткой на старт наносят 1-2 мг липида (в зависимости от вида ткани растворяют 0,1 мл хлороформа). Каждую пробу ставят в двух параллелях.



А – система гексан: диэтиловый эфир:укусная ледяная кислота;
Б – место разделения.

Рис. 2. Схематическое изображение расположения пятен липидов при хроматографировании в тонком слое

Пластину помещают в хроматографическую камеру с заранее налитой смесью растворителей гексан:диэтиловый эфир:ледяная укусная кислота в соотношении 70:30:10 для одной пластины.

Движение растворителя по пластине восходящее. Хроматографирование ведут под углом 30° .

Когда фронт растворителя достигнет конца пластины (~1 см от верхнего края), ее вынимают и просушивают под тягой.

Для определения местоположения пятен пластину проявляют в парах йода с последующей его сублимацией, так как йод мешает количественному определению холестерина.

Как видно из рисунка 2, при хроматографировании холестерин и его эфиры располагаются далеко друг от друга. Остальные классы липидов не мешают проведению реакции Либермана-Бурхарда, поэтому каждую полосу делят пополам, затем счищают и переносят в колонки размером $0,9 \times 20,0$ см. В носик колонки предварительно вкладывают кусочек обезжиренной ваты. В колонки заливают по 2 мл смеси гексан:ацетон (1:1) или только ацетон и встряхивают для удаления пузырьков воздуха. Элюат собирают в чистую сухую пробирку, колонки промывают этой же смесью еще дважды.

Полученные элюаты, содержащие свободный холестерин или его эфиры и освобожденные от силикагеля, выпаривают осторожно на водяной бане досуха.

В сухом остатке липида проводят количественное определение холестерина.

Определение содержания общего холестерина в сыворотке крови (Пса, 1962)

Принцип метода. В основе метода – модифицированная Ильком реакция Либермана-Бурхарда, которая дает изумрудно-зеленое окрашивание в присутствии холестерина и смеси ледяной уксусной кислоты, уксусного ангидрида и концентрированной серной кислоты. Данный метод позволяет проводить определения без предварительной экстракции липидов, что значительно сокращает время анализа.

Реактивы.

1. Смесь ледяной уксусной кислоты, уксусного ангидрида и концентрированной серной кислоты (1:5:1). При смешивании ин-

грединентов следует избегать нагревания смеси. Для этого колбу, где готовится реактив, постоянно охлаждают, помещая ее в сосуд со льдом, а серную кислоту добавляют в последнюю очередь медленно, по каплям, постоянно помешивая. Смесь должна быть бесцветной или слегка желтого цвета и может длительно храниться в холодильнике.

2. Стандартный раствор холестерина: 100 мг холестерина в 100 мл ледяной уксусной кислоты.

Ход определения. К 2 мл реактива 1 добавляют 0,1 мл негемолизированной сыворотки, встряхивают короткими энергичными движениями 10 раз и помещают в темное место на 20 мин. Окрашенную в зеленый цвет жидкость колориметрируют в фотоэлектроколориметре, применяя красный светофильтр (длина волны 650-660 мкм) и кюветы диаметром 0,5 см.

Расчет производят по предварительно составленной градуировочной таблице.

При постановке реакции нужно пользоваться абсолютно чистыми и совершенно сухими пробирками и пипетками. Соотношение ингредиентов реактива рассчитано так, что белки сыворотки не выпадают в осадок. Появление мути может быть вызвано только наличием воды в реактиве или посуде.

Расчет холестерина и его эфиров производят в процентах на липиды или сухую (сырую) ткань, в сыворотке – в мг%.

Фракционирование глицеринов

Реактивы: периодат натрия, спиртовой раствор едкого калия, хромотроповый реактив, 0,2 М арсенита натрия.

Методом тонкослойной хроматографии 1 мг липида разделяют на классы соединений в системе гексан:диэтиловый эфир:ледяная уксусная кислота (80:20:2).

Фракции, соответствующие глицеринам (МАГ, ДАГ, ТАГ), соскабливают в хроматографические колонки и элюируют ацетоном в пробирки.

Элюат упаривают досуха. Добавляют 1 мл КОН в этаноле и гидролизуют на водяной бане при 70-80 °С в течение 30 мин.

Упаривают досуха. Затем наливают по 1 мл 0,7 М H_2SO_4 .

Встряхивают пробирки и наслаивают шприцом по 1,5 мл петролейного эфира или гексана.

После расслоения фаз (время 30 мин.), верхнюю фазу, содержащую жирные кислоты и неомыляемую фракцию, отсасывают и отбрасывают. На этой стадии эксперимент можно остановить и продолжить на следующий день.

В пробирки приливают по 0,2 мл 0,02 М раствора NaJO_4 и оставляют на 10 минут в темном месте (строго!).

Затем добавляют по 0,2 мл раствора солянокислого гидроксиламина (2,78 г реактива на 100 мл дист. H_2O) или раствора сернокислого гидроксиламина (3,20 г на 100 мл дист. H_2O).

По возможности, вместо растворов гидроксиламинов используется раствор арсенита натрия 0,2 мл 0,2 М. Арсенит иногда вызывает побурение раствора – это означает, что реактив не годен.

Приливание раствора гидроксиламина всегда вызывает побурение раствора, которое устраняется кратковременным нагреванием на водяной бане при температуре 80 °С в течение 10 минут.

Затем приливают по 3 мл 0,2%-го раствора хромотроповой кислоты. Пробы сделанные с применением гидроксиламина выдерживают на кипящей водяной бане в течение 40 минут, а с арсенитом натрия – 30 минут.

Колориметрируют при зеленом сфетофилт্রে – 540 нм в кювете 1 см против контроля реактивов.

Стандартную кривую строят по глицерину или трибутирину.

Определение незэтерифицированных жирных кислот (Jang et al., 1971)

Принцип метода. При добавлении медного реактива получают медные соли жирных кислот (НЭЖК), которые выявляются в цветной реакции с диэтилдитиокарбоматом Na окраской желтого цвета. Интенсивность окраски цветного комплекса определяется колориметрически, а содержание НЭЖК вычисляется по калибровочной кривой стандартного раствора пальмитиновой кислоты.

Реактивы: цетон, хлороформ, гексан, уксусная кислота, триэтиламин, азотнокислая медь (перекристаллизованная), хлористый натрий, диэтилдитиокарбомат Na, бутанол, пальмитиновая кислота.

1. Экстракционная смесь: 3 объема хлороформа + 2 объема гексана.

2. Медный реактив – общий объем 400 мл – готовится в следующей последовательности в цилиндре на 500 мл:

- 24 мл триэаноламина растворить в 180 мл дистиллированной воды, прилить 1,14 мл ледяной уксусной кислоты;

- в химическом стакане растворить 9,5 г азотнокислой меди в дистиллированной воде и прилить в цилиндр;

- можно в этом же стакане растворить 114 г хлористого натрия в воде. Растворение происходит медленно, поэтому воду следует добавлять постепенно и раствор по мере растворения сливать в цилиндр. Остаток нерастворенной соли можно перенести в цилиндр. Необходимо помнить, что объем раствора не должен превышать 400 мл;

- стеклянной длинной палочкой тщательно перемешать содержимое цилиндра и слить все в заранее приготовленную химически чистую склянку (хранить в холодильнике в течение месяца). Перед работой встряхивать.

3. Цветной реактив: в 25 мг ДЭДТК Na+15 мл бутанола+25 мл хлороформа.

Хранить в холодильнике 3 дня. Лучше готовить перед работой.

4. Очистка и перегонка ацетона

Ход определения. Хлороформенный экстракт липидов 1-2 мг (количество его определяется видом ткани) перенести из бюкса в химически чистые (х. ч.) пробирки для определения НЭЖК. Каждая проба ставится в трех параллелях.

Заранее приготовить колонки, заполнить обезжиренной ватой (набивка средней плотности), присыпать силикагель (количество – на кончике скальпеля). Колонки предварительно поставить в пробирки, так как они нужны как приемник при смачивании силикагеля ацетоном до хорошего прокапывания.

После того, как ацетон полностью прокапает, перенести колонки в химически чистые пробирки с надписями.

Экстракт липида упарить до объема 0,1 мл (не упаривать досуха!).

Чистым шприцем или пипеткой перенести липид на поме-

ценный в колонках силикагель (обработанный ацетоном – 1 100/250 мм), трижды смыть охлажденным ацетоном по 1 мл, что позволяет получить фракцию, содержащую НЭЖК и лишнюю фосфолипидов. После каждого перенесения дать ацетону полностью прокапать (1,0-1,5 часа). На этом этапе пробы можно оставить в холодильнике до следующего дня.

Далее элюат следует осторожно упарить досуха на водяной бане. К остатку прибавить 5 мл экстракционной смеси и 2,5 мл медного реактива. Встряхивать на электровибраторе 30 с и центрифугировать 5 мин. при 3000 об./мин.

Из верхнего органического слоя отобрать 2 мл и прилить 0,5 мл цветного реактива.

Колориметрировать при 440 нм в кювете на 0,5 см.

Контроль. В химически чистую пробирку прилить 5 мл экстракционной смеси и 2,5 мл медного реактива и далее – по методике.

В работу брать не более 5-6 проб. Всякий раз проверять стандартную кривую (можно точку).

Количество НЭЖК рассчитывать по калибровочной кривой, построенной по пальмитиновой кислоте.

Расчет. Экстинцию по ФЭКу находят по кривой, получают значение в мкг. Необходимо знать количество липида, взятого для анализа. Расчет производится в процентах на липид.

Подготовка проб к газофлюидкостной хроматографии

Гидролиз липидов. Липиды из ампул переносят шприцем в пробирки Хагедорна. Ампулы и шприц смывают хлороформом.

Все пробы ставят на водяную баню при температуре 50 °С с последующим доведением температуры до 80 °С в токе азота. После упаривания хлороформа (его должно остаться около 0,1 мл) пробирки с липидом ставят в штатив. В каждую пробирку приливают по 10 мл смеси 2 н. КОН, приготовленном на 50 %-ном метаноле.

Пробирки закрывают каплеуловителями, ставят на водяную баню и нагревают в токе азота при температуре 70-75 °С не более 12 часов. Раствор липида периодически встряхивают.

Удаление неомыляемой фракции. По истечении указанного

срока пробы извлекают из бани или из термостата и в каждую пробирку добавляют по 3 мл гексана+6-10 мл воды, хорошо встряхивают и ставят на водяную баню при температуре 80 °С на 1-2 минут для расслоения. Без водяной бани расслоение будет длиться дольше, при этом нижний слой может оставаться мутным, а на границе двух слоев возможно появление тонкого слоя пены, который не стоит трогать. После завершения процесса верхний слой гексана снимается и выбрасывается (это неомыляемая фракция). Процедуру следует повторить 2-3 раза.

Извлечение жирных кислот. Во все пробирки добавляют по 3-4 мл гексана, 2 капли метилоранжа и подкисляют 6 н HCl до появления бледно-розовой окраски. Тщательно встряхивают и ставят на водяную баню при 80 °С на две минуты для разделения слоев. Далее оставляют при комнатной температуре примерно на 12 часов.

Далее собирают жирные кислоты (верхний гексановый слой, который должен быть совершенно прозрачным) в новые Хагедорновские пробирки для последующего метилирования. Процедуру повторяют еще дважды, после чего жирные кислоты упаривают на водяной бане в токе азота при температуре 70-80 °С до 0,5-1,0 мл. Далее проводят метилирование.

Метод метилирования высших жирных кислот с использованием метанола с серной кислотой

В пробирки Хагедорна с упаренными жирными кислотами добавляют по 0,5-2 мл гексана и встряхивают. Приливают 5 мл 0,7 н H₂SO₄ в абсолютном метаноле (перегнанном и высушенном) и опять встряхивают. Пробирки накрывают каплеуловителями и помещают в водяную баню при температуре 70-75 °С на 1 час. При интенсивном выпаривании добавляют до прежнего количества абсолютный метанол, затем извлекают штатив из бани, охлаждают при комнатной температуре. В каждую пробирку добавляют по 5 мл гексана, две капли бромтимолового синего, перемешивают. Подслаивают, постоянно встряхивая, 0,5 н раствором NaHCO₃ до зелено-голубого окрашивания, затем добавляют воду до 4/5 объема Хагедорновской пробирки. Встряхивают, ставят в

водяную баню при температуре 70-80 °C на 1-2 минуты, извлекают из бани, охлаждают, помещают в холодильник примерно на 12 часов. В каждую пробирку вновь добавляют по 5 мл гексана, встряхивают и ставят на водяную баню на 2-3 мин. для расслоения. Пробирки извлекают и оставляют при комнатной температуре на 1-2 часа. После этого снимают верхний слой (метилловые эфиры жирных кислот). Процедуру повторяют еще дважды.

Метилловые эфиры жирных кислот упаривают досуха в токе азота. Затем их растворяют в 0,2 мл хлороформа и наносят для очистки на тонкий слой силикагеля. Очистку метилловых эфиров проводят в системе растворителей гексан:диэтиловый эфир 95:5 в камере с хорошо притертой крышкой. Проявку производят в йодной камере. На пластинах выявляют пятна, одно из которых на старте (интенсивно окрашено), второе – на фронте растворителей: это метилловые эфиры в виде бледно-розового пятна. Пятно метилловых эфиров обкалывают тонкой иглой. Пластины оставляют на некоторое время для выветривания йода. Соскабливают силикагель с пятнами метилловых эфиров в колонки с обезжиренной ватой. Элюируют 3 мл ацетона двух-трехкратно в чистые пробирки. Элюат упаривают при температуре 40-60 °C на водяной бане в токе азота досуха. Упаренные метилловые эфиры растворяют в 2 мл гексана, переносят шприцом в ампулы. Пробирки и шприц смывают небольшим количеством гексана, который также вносится в ампулы, которые запаивают и хранят при температуре 5-8 °C.

Важно: все операции, связанные с нагреванием, проводят в токе азота.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ЛГУ – легкогидролизуемые углеводы
- ТГУ – трудногидролизуемые углеводы
- БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества
- НЭЖК – незетицированные жирные кислоты
- БАВ – биологически активные вещества
- БВК – белково-витаминный концентрат
- БСК – белковый соевый концентрат
- БПГ – бактериальная масса из природного газа
- КПМК – кормовой препарат микробиологического каротина
- Лей – лейцин
- Иле – изолейцин
- Вал – валин
- Фен – фенилаланин
- Тре – треонин
- Лиз – лизин
- Мет – метионин
- Арг – аргинин
- Цис – цистин
- Гис – гистидин
- Три – триптофан
- Сер – серин
- Про – пролин
- Тир – тирозин
- Ала – аланин
- Гли – глицин
- Асп – аспарагиновая кислота
- Глу – глутаминовая кислота
- Да – дальтоны
- ММ – молекулярная масса
- МЕ/ИЕ – международные/интернациональные единицы
- Нм – нанометр
- Абс – абсолютный процент

ЛИТЕРАТУРА

- Абросимов С.С.** Влияние каротиноидных пигментов КПКМ и мидийного гидролизата на рост и физиологическое состояние молоди осетра и севрюги// Мат. междунар. науч.-практич. конф. «Пресноводная аквакультура в центральной и восточной Европе: достижения и перспективы». Киев, 18-21 сент. 2000 г. – Киев, 2000. – С.291-294.
- Абросимова Н.А.** Корма и кормление молоди осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: Автореф. на соиск. учен. степ. докт. биол. наук. – М.: ВНИИПРХ, 1997. – 76 с.
- Абросимова Н.А., Киянова Е.В.** Основные биологически активные вещества, используемые в стартовых комбикормах для осетровых рыб// Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна (1996-1997 гг.): Сб. научн. Тр. АзНИИРХа. – Ростов-на-Дону, 1998. – С.331-336.
- Абросимова Н.А., Саенко Е.М.** Питательная ценность источников кормового белка и перспективы их использования// Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. – Ростов-на-Дону, 1996. – С.308-309.
- Балаховский С.Д., Балаховский И.С.** // Методы клинического анализа крови. – М., 1953.
- Бирюкова А.А., Абросимов С.С.** Оценка цеолитов как пищевого компонента для осетровых рыб// Проблемы современного товарного осетроводства: Тез. докл. Первой научно-практич. конф., Астрахань, 24-25 марта 1999 г. – Астрахань, 1999. – С.87-89.
- Васильева Л.М., Пономарев С.В., Судакова Н.В.** Кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре. – Астрахань: НПЦ по осетроводству «БИОС», ГУП ИПК «Волга», 2000. – 87 с.
- Карзинкин Г.С.** К изучению физиологии пищеварения рыб// Труды Лимнологической станции в Косине. – 1932. – Вып. 15. – С.85-121.
- Карзинкин Г.С.** Основы биологической продуктивности водоемов. – М.: Пищепромиздат, 1952. – 342 с.
- Карзинкин Г.С., Кривобок М.Н.** Методика постановки балансовых опытов по изучению обмена азота у рыб// Руководство по методике исследований физиологии рыб. – М.: АН СССР, 1962. – С. 108-126.
- Крэмpton Э.У., Харрис Л.Э.** Практика кормления сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1972. – 372 с.
- Лавровский В.В., Белковский Н.М.** Методы определения потерь форелевых кормов от размывания (непосредственно в прудах)// Известия ГосНИОРХа. – 1976. – Т.117. – С. 108-112.

- Лиманский В.В., Яржомбек А.А., Бекина Е.Н., Андронников Л.Б.** Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы. – М., 1984. – 59 с.
- Петрухин И.В.** Корма и кормовые добавки. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 526 с.
- Плешков Б.П.** Практикум по биохимии растений. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
- Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А.** Технологии и выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. – Астрахань: «Новая плюс», 2002. – 264 с.
- Практическая химия белка:** Пер с англ. / Под ред. А. Дарбрье. – М.: Мир, 1989. – 623 с.
- Ржавская Ф.М.** Жиры рыб и морских млекопитающих. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – С.204-223.
- Скляр В.Я., Гамыгин Е.А., Рыжков Л.П.** Справочник: Кормление рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 116 с.
- Строганов Н.С.** Методики определения дыхания у рыб. Методика определения аммиака при изучении обмена веществ у рыб// Руководство по методике исследований физиологии рыб. – М.: АН СССР. 1962. – С. 35-95, 127-133.
- Шталь Э.** Хроматография в тонких слоях. – М.: Мир, 1965. – 633 с.
- Щербина М.А.** Методика определения переваримости искусственных кормов прудовыми рыбами с использованием инертных веществ. – М.: ВАСХНИЛ, 1971. – 35 с.
- Щербина М.А.** Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 130 с.
- Щербина М.А.** Физиологическая оценка питательности искусственных кормов для рыб// Вопр. ихтиологии. – 1975. – Т.15. – Вып.2. – С. 338-345.
- Щербина М.А.** Физиолого-биохимические основы повышения эффективности кормления рыб// Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы внутренние водоемов СССР. – М.: Наука, 1979. – С. 100-114.
- Щербина М.А., Абросимова Н.А., Сергеева Н.Т.** Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбодоводства: Рекомендации. – Ростов-на-Дону, 1985. – 48 с.
- Щербина М.А., Рекубрятский Н.В., Киселев А.Ю.** К методике определения суточных рационов у карпов, выращиваемых в прудах о применении комбикормов// Материалы V конф. по экологич. физиологии и биохимии рыб. – Киев: Наукова думка, 1982. – С. 85-87.

Яблонская Е.А. К познанию рыбной продуктивности водоемов. Сообщение 5 «Усвоение естественных кормов зеркальным карпом и оценка с этой точки зрения кормности водоемов»// Труды Лимнологической станции в Косине. – 1935. Вып. – 20. – С. 99-127.

Abell L. L., Levy B. B., Brodie B. B., Kendall F. E.// J. Biol. Chem. 1952. 195, 357.

Folch J., Less M., Sloane K., Stanley Z. A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues// J. Biol. Chem. 1957. V. 226. N 1. P. 497-510.

Groop J. Stand und Erkenntnisse in der Fischfütterung aus wissenschaftlicher Sicht. Tiertüchter, 1978. V.30.N2. P. 59-62.

Halver J. Formulating Practical Diets for Fish. J.Fish. Res, Board Can. 1976. V.33, 4. P. 1052-1059.

Ica S. Zschr ges. Inn Med. 1962. V.17. H.2S.83.

Isao Sh., Hiroko H., Bunji M. A simplified colorimetry without incineration of phosphorus in phosphatides// Agric. Biol. Chem. 1967.31.1. P.111.

Jang Jeun-Sing, Biggs H. Cg. Rapid reliable method for measuring, serum lipase activity// Clin. Chem. 1971. 17, 6. P. 512-518.

Post G., Shanks W., Smith R. A. Method for collecting metabolic excretion from fish// Prog.Fish-Cult. V.27. 1965. P.108-111.

Smith R. A. Method for measuring digestibility and metabolizable energy of feeds// Prog.Fish-Cult. 1971. N55. P. 152-154.

ГОСТ 10471-96. Шрот льняной. Технические условия.

ГОСТ 10970-87. Сухое молоко. Технические условия.

ГОСТ 10974-95. Жмых льняной. Технические условия.

ГОСТ 11246-96. Шрот подсолнечный. Технические условия.

ГОСТ 12220-96. Шрот соевый кормовой тостированный. Технические условия.

ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, кормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира.

ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, кормовое сырье. Методы определения содержания сырого протеина.

ГОСТ 17109-88. Соя. Требования при заготовках и поставках.

ГОСТ 17536-82. Мука кормовая животного происхождения. Технические условия.

ГОСТ 17681-72. Корма, комбикорма, кормовое сырье. Методы определения влаги.

ГОСТ 20083-74. Дрожжи гидролизные. Технические условия.

ГОСТ 2116-2000. Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Технические условия.

- ГОСТ 27149-95. Жмых соевый кормовой. Технические условия.
- ГОСТ 28179-89. Дрожжи кормовые – паприн. Технические условия.
- ГОСТ 28673-90. Овес. Требования при заготовках и поставках.
- ГОСТ 28674-90. Горох. Требования при заготовках и поставках.
- ГОСТ 51095-97. Премикс. Технические условия.
- ГОСТ 7169-66. Отруби пшеничные Технические условия.
- ГОСТ 7170-66. Отруби ржаные. Технические условия.
- ГОСТ 80-96. Жмых подсолнечный. Технические условия.
- ГОСТ 8115-73. Альбумин технический. Технические условия.
- ГОСТ 8759-92. Сорго. Требования при заготовках и поставках.
- ГОСТ16990-88. Рожь. Требования при заготовках и поставках.
- ГОСТ17290-71. Шрот клещевинный кормовой. Технические условия.
- ГОСТ17681-72. Корма, комбикорма, кормовое сырье. Методы определения содержания сырой золы.
- ГОСТ22983-88. Просо. Требования при заготовках и поставках.
- ГОСТ28672-90. Ячмень. Требования при заготовках и поставках.
- ГОСТ606-75. Шрот хлопковый. Технические условия.

Химический состав кормового сырья животного происхождения, %

Компоненты	Вода	Сырой протеин	Сырой жир	БЭВ	Са	Р	Mg	Зола
Рыбная мука из балтийской салаки	8,5	77,6	5,0	3,3	5,9	3,2	0,5	14,1
Рыбная мука из атерины, отходов переработки судака	7,6	49,2	19,1	13,2	6,0	3,9	0,5	18,5
Рыбная мука из отходов толстолоба и кальмаров	7,5	53,1	15,2	15,9	13,0	6,0	0,5	15,8
Рыбная мука из сардинеллы	8,5	49,7	10,9	26,1			0,5	13,3
Суберкон	5,1	62,2	1,9	25,8				10,1
Концентрат рыбного бульона обезжиренный	7,9	78,5	2,5	13,9				5,1
Концентрат рыбного бульона	5,6	66,6	21,2	8,0				4,2
Ферментализат из рыбы	5,8	65,0	10,7	16,4				7,9
Гидролизат из отходов судака	6,7	74,5	3,3	13,8				8,4
Гидролизат из салаки	4,1	66,1	23,0	5,1				5,8
Гидролизат из кильки и салаки	4,6	57,7	21,0	14,9				6,4
Гидролизат из лососевых (Аминок)	7,6	61,1	2,1	19,5				17,3
Гидролизат из гаммаруса	5,5	65,8	0,7	3,7				29,8
Крилевая мука	18,0	58,4	12,4	13,5	2,5	1,8	-	15,7
Куколка тутового шелкопряда	11,0	43,3	24,6	12,9	0,2	0,7	-	4,5
Кровяная мука	8,0	66,2	2,5	3,4	0,3	0,26	0,02	2,9
Мясостная мука 1-й сорт	8,3	50,3	10,5	14,4	9,0	4,2	0,1	24,8
Мясостная мука 2-й сорт	9,3	43,1	15,7	15,8	9,2	4,1	0,2	25,4
Мясостная мука 3-й сорт	9,0	40,7	17,3	14,6	9,5	4,8	0,2	25,7
Сухое молоко	14,0	26,0	25,0	37,5	1,0	0,8	0,1	6,0
Сухой обрат	12,5	34,0	1,0	61,9	1,3	1,0	-	3,1

Аминокислотный состав кормового сырья животного происхождения, г/кг

Сырье	Лей	Иле	Вал	Фен	Тре	Лиз	Мет	Арг	Цис	Гис	Три	Сер	Про	Ала	Гли	Тир	Асп	Глу
Рыбная мука из балтийской салаки	64,9	36,4	42,8	32,2	37,9	64,9	10,7	50,3	21,5	34,4	35,8	52,9	51,0	2,0	78,5	120,8		
Рыбная мука из отходов толстолоба и кальмаров	45,6	31,8	33,1	25,6	7,6	50,7	16,5	38,2	10,8	13,1	5,7	41,0						
Рыбная мука из атерины и отходов переработки сулака	35,3	24,6	25,6	19,8	5,9	39,3	12,8	29,5	13,9	10,1	4,4	31,8						
Суберкон	46,2	17,7	26,9	18,1	25,4	55,8	1,8	60,7	13,8	30,0	60,9	73,0	119	7,7	64,9	131		
Крилевая мука						33,0	25,0	6,0	4,7									
Куколка шелкопряда						3,1	0,7	0,2										
Кровяная мука	130	3,2	80,4	64,5	35,8	81,5	2,7	34,0	62,1	40,6	31,2	77,0	40,8	18,6	97,7	81		
Мясовостная мука 1 сорт	45,6		23,1	17,1	18,1	29,1	11,0	33,1	7,5	12,5	10,5	43,2						
Мясовостная мука 2 сорт	21,5	12,2	17,8	13,3	12,2	20,0	5,6	24,1	2,6	5,9	3,0	27,0						
Сухой обрат	33,0	23,9	15,1	12,9	14,6	29,8	8,6	14,6	5,6	8,5	3,1	7,9						
Сухое молоко	64,6	36,9	42,0	31,3	29,3	47,7	8,5	22,8	17,8	35,1	63,0	22,4	12,6	29,3	49,9	155		

Примечание: Лей – лейцин, Иле – изолейцин, Вал – валин, Фен – фенилаланин, Тре – треонин, Лиз – лизин, Мет – метионин, Арг – аргинин, Цис – цистин, Гис – гистидин, Три – триптофан, Сер – серин, Про – пролин, Ала – аланин, Гли – глицин, Тир – тирозин, Асп – аспарагиновая кислота, Глу – глютаминовая кислота.

Фракционный состав белков животного происхождения, г/кг

Компоненты	Сырой протейн	Растворимые белковые вещества, тыс. Да				
		Сумма	>12,6	12,6-6,5	6,5-1,5	<1,5
Рыбная мука из балтийской салаки	776,6	124,8	68,3	-	46,6	10,1
Рыбная мука из трески	620	77,1	40,6	6,2	22,5	7,7
Рыбная мука из анчоуса	630	56,1	10,2	3,6	34,4	7,8
Рыбная мука из атерины и отходов судака	491,9	65,3	4,9	16,7	33,4	10,3
Рыбная мука из сардинелы	496,6	49,8	4,47	6,45	29,3	9,4
Рыбная мука из толстолоба и кальмара	531,5	44,3	3,7	5,3	19,1	16,5
Суберкон	620	594	37,0	385		146,0
Концентрат рыбного бульона обезжиренный	791,1	761,8	225,1	190,2	80,1	141,9
Концентрат рыбного бульона	666,1	619,5	132,5	158,5	204,3	49,7
Гидролизат из отходов судака	745,0	648,0	45,0	36,9	282,3	283,3
Гидролизат из салаки	661,0	382,7	27,1	38,1	167,0	150,0
Гидролизат из кильки и салаки	522	387	64,3	93,1	106,1	123,3
Гидролизат из лососевых (Аминок)	611	416,1	42,7	59,3	52,5	261
Куколка тутового шелкопряда	580	77,2	6,2	0,1	6,4	64,5
Кровяная мука	827	813,8	741,4	26,9	38,9	6,6
Мясокостная	318,7	58,8	8,3	9,6	41,1	
Сухое молоко	348	326,0	170,3	7,3	107,3	2,2

Химический состав кормового сырья растительного происхождения, %

Компоненты	Вода	Сырой протеин	Сырой жир	БЭВ	Са	Р	Mg	Зола
Пшеница (зерно)	12,2	11,8	2,1	82,5	0,04	0,47	0,1	3,6
Пшеница (мука)	11,0	14,5	3,5	70,7	0,09	0,6	0,1	3,1
Ячмень	15,1	11,6	2,7	64,4	0,06	0,34	0,1	6,7
Зерносмесь	11,0	13,8	0,9	82,0	0,06	0,5	0,1	3,3
Рожь	16,0	12,3	2,0	65,8	0,08	0,34	0,15	2,4
Овес	13,8	11,0	4,7	58,0	0,12	0,35	0,1	1,7
Сорго	10,2	11,2	2,8	68,5	0,01	0,24	0,1	3,2
Просо	10,8	11,2	3,8	76,1	0,01	0,28	0,1	2,6
Кукуруза	14,8	9,0	4,1	64,9	0,01	0,26	0,1	1,2
Рис	14,0	8,0	2,37	70,2	0,07	0,21	0,1	4,6
Горох	14,8	21,5	1,9	65,6	0,14	0,37	0,1	2,8
Соя бобы	14,5	34,0	16,6	45,1	0,3	0,69	-	4,3
Соя экструдированная	10,8	35,3	16,2	43,7	0,31	0,57	-	4,8
Концентрат соевого белка	9,5	64,7	0,5	29				5,8
Жмых соевый	12,5	35,6	5,8	53,2	0,42	0,63	-	5,4
Жмых подсолнечника	12,2	39,2	7,5	46,2	0,33	0,91	-	6,1
Жмых льняной	11,0	32,5	7,7	53,3	0,39	1,01	-	6,5
Жмых горчичный	6,0	38,4	5,0	42,6	0,6	1,3	0,7	6,2
Жмых клещевинный	11,5	42,0	5,9	46,7	0,24	0,51	0,69	6,1
Высевки горчичные	6,2	35,6	13,3	45,1	0,06	0,10	-	6,0
Шрот подсолнечника	11,7	38,6	3,6	36,2	0,33	0,82	0,6	9,5
Шрот соевый	12,6	40,5	1,0	37,5	0,55	0,7	0,4	9,9
Шрот льняной	16,6	33,3	1,9	54,1	0,33	0,74	-	8,7
Шрот клещевинный	12,8	40,0	1,8	50,6	0,7	0,46	-	7,6
Шрот хлопчатника	11,8	45,0	1,0	44,0	0,3	0,7	-	10,0
Витазар	6,5	30,7	6,2	40,5				3,6
Хлопья пшеничных зародышей	12,8	29,9	10,9	53,6	0,59	0,89	-	5,6
Хлопья кукурузных зародышей	12,1	11,9	14,5	68,6	0,52	0,73	-	5,0
Глютен	6,5	41,7	5,4	49,5	-	-	-	3,4
Мучка кормовая кукурузная	11,8	9,3	3,8	85,1	0,04	0,3	-	1,8
Отруби пшеничные	12,2	15,5	4,2	78,9	0,13	1,11	-	4,0
Отруби ржаные	12,5	15,0	3,4	71,1	0,1	0,57	-	5,7
Водорослевая мука	6,5	25,0	3,3	46,8	0,5	0,1	-	24,9

Аминокислотный состав кормового сырья растительного происхождения, г/кг

Сырье	Лей	Иле	Вал	Фен	Тре	Лиз	Мет	Арг	Цис	Гис	Три	Сер	Про	Ала	Гли	Тир	Асп	Глу
Пшеница (зерно)	10,8	5,5	7,3	7,8	5,1	4,7	1,8	7,7	2,0	3,7	1,6	7,3	15,8	6,1	6,4	4,2	7,8	50,3
Пшеница (мука)	9,4	5,9	6,0	6,9	3,9	3,9	2,1	7,0	2,0	2,9	1,8	6,0	11,9	4,3	4,8	4,2	6,8	36,8
Ячмень	7,7	4,8	5,9	5,9	3,7	4,4	1,8	5,2	1,8	2,4	1,6	4,3	11,8	4,3	4,4	3,6	5,9	26,0
Рожь	6,2	3,6	4,6	4,5	3,0	3,7	1,5	5,2	1,9	2,0	1,3	4,2	9,1	4,6	4,3	2,8	6,7	26,1
Овес	7,2	4,1	6,1	5,6	3,3	3,8	1,6	6,5	2,0	2,3	1,5	5,2	4,9	5,2	4,0	3,6	8,0	17,4
Сорго	14,2	5,6	5,1	4,8	3,0	2,8	1,1	3,7	1,8	2,4	1,0				3,1			
Просо	10,8	4,4	5,4	5,4	3,7	2,4	2,6	3,3	1,2	1,9	1,5	7,3	6,4	10,3	3,0	3,8	7,8	23,7
Кукуруза	12,2	4,6	5,4	4,8	3,5	2,9	1,9	4,1	1,7	2,1	0,8	5,1	10,9	7,9	4,0	3,8	5,8	17,8
Рис	6,9	2,8	4,0	4,1	2,6	2,9	1,5	6,0	0,9	1,9	0,9	3,1	3,6	3,9	3,5	2,9	6,4	12,8
Горох	10,9	14,5	9,7	10,4	8,0	14,1	3,0	15,2	2,5	4,6	1,7	8,4	6,6	9,1	8,0	6,9	22,3	31,7
Соя	26,2	17,6	18,0	17,0	12,7	21,9	4,6	25,6	5,3	7,6	4,3	20,7	18,6	14,7	12,6	10,6	38,2	60,5
БСК	64,0	37,6	40,8	43,1	31,5	43,9	7,2	59,2		21,1		39,7	40,5	35,8	34,7	24,4	89,4	175,4
Жмых подсолнечника	11,5	36,6	21,1	17,5	15,1	9,4	13,1	5,2	7,9	28,6	6,4				26,3			
Жмых соевый						22,6	4,5		4,9		5,5							
Жмых льняной	20,5	16,5	17,5	13,9	12,3	11,5	5,3	31,1	5,3	7,3	4,6				14,7			
Шрот подсолнечника	25,9	18,8	21,3	20,0	15,0	9,4	13,8	35,5	9,4	8,8	5,8	13,4	12,5	14,4	24,0	7,2	28,6	70,8
Шрот соевый	42,0	23,1	25,4	26,5	21,0	27,9	2,7	34,7		12,9		26,8	24,9	23,5	21,6	15,4	58,8	105,7
Шрот льняной	20,5	16,5	17,5	13,9	12,3	11,5	5,3	31,1	5,3	7,3	4,6				14,7			

Сырье	Лей	Иле	Вал	Фен	Тре	Лиз	Мет	Арг	Цис	Гис	Три	Сер	Про	Ала	Гли	Тир	Асп	Глу
Шрот клевевинный						11,7	4,0		6,6		5,9							
Отруби пшеничные	9,5	6,5	7,7	5,5	4,3	5,7	1,9	9,6	2,2	3,9	1,9				7,5			
Отруби ржаные						5,7	1,8		2,6		1,0							
Мучка кормовая кукурузная						2,6	1,4		1,0		0,8							
Мучка пшеничная	16,2	5,7	4,0	3,7	6,7	3,7	1,0	8,4	1,4	4,4	1,7							
Глютен	62,5	1,6	17,5	26,3	13,8	7,1	13,3	13,3	7,5	8,3	2,1							
Кукурузно- глютенная мука	-	21,1	21,5	24,9	14,6	8,6	10,3	13,8	6,9	9,5	2,2							
Хлопья пшеничных зародышей	13,1	9,6	12,6	11,1	7,7	13,3	3,6	21,8	3,1	7,4	2,2							
Хлопья кукурузных зародышей						9,6	2,6		3,0		2,2							
Водорослевая мука						12,3	4,7	8,9	2,6									

Примечание: Лей – лейцин, Иле – изолейцин, Вал – валин, Фен – фенилаланин, Тре – треонин, Лиз – лизин, Мет – метионин, Арг – аргинин, Цис – цистин, Гис – гистидин, Три – триптофан, Сер – серин, Про – пролин, Ала – аланин, Гли – глицин, Тир – тирозин, Асп – аспарагиновая кислота, Глу – глутаминовая кислота.

Фракционный состав белков кормового сырья растительного происхождения, г/кг

Компоненты	Сырой протеин	Растворимые белковые вещества, тыс. Да				
		Сумма	>12,6	12,6-6,5	6,5-1,5	<1,5
Кукуруза (зерно)	96,7	15,9	4,0	1,5	4,3	6,1
Рис (без пленок)	85,6	5,2	0,5	1,0	2,0	1,7
Горох (зерно)	215	80	48,8	10,8	13,5	6,9
Ячмень (зерно)	115,5	20,4	3,4	5,5	6,4	5,1
Пшеница (зерно)	118,2	19,7	5,7	3,5	6,8	3,7
Просо	106,1	14,4	2,9	2,1	5,7	3,7
Соя бобы	291	121,6	33,3	34,0	27,9	26,4
Соя экструдированная	349	100,7	50,8	6,5	22,1	21,3
Отруби ржаные	150	45,6	13,6	7,7	8,2	16,1
Отруби пшеничные	156,5	41,3	13,0	8,4	11,7	8,1
Мука пшеничная	129,3	24,7	8,9	4,9	4,9	6,0
Пшеничные зародыши	299,0	143,5	79,5	9,6	19,4	35,0
Витазар	327,0	106,0	28,0	12,6	36,6	28,8
Подсолнечный шрот	376,3	108,4	3,8	4,9	17,3	82,4
Подсолнечный жмых	392,2	112,0	9,0	6,5	11,3	85,5
Льняной жмых	325	119,0	33,5	26,2	45,3	14,0
Соевый жмых	401,2	130,0	52,2	11,0	32,2	34,6
Соевый шрот	407,0	132,3	55,3	58,6	18,3	
Горчичный шрот	376,9	143,8	11,3	9,1	9,0	78,8
Горчичный жмых	368,3	145,2	12,4	16,8	84,8	31,0
БСК	647,0	135,9	29,2	69,2		37,5
Глютен	589	6,0	1,3	0	4,0	0,7

Углеводы в кормовом сырье растительного происхождения, %

Компоненты	Сумма углеводов	Сахара	ЛГУ	ТГУ
Пшеница (зерно)	71,2	1,9	65,1	4,2
Пшеница (эндосперм)	85,2	3,5	78,8	0,1
Пшеница (мука)	69,3	1,2	67,8	0,3
Пшеница экструдированная	64,5	10,9	40,1(18,2/21,9)*	4,5
Ячмень	61,1	3,6	52	5,5
Ячмень натуральный	68,1	5,6	57,1	5,4
Ячмень экструдированный	66,3	9,6	51,7	5,0
Зерносмесь	78,4	2,3	74,7	1,3
Рожь	65,0	5	50,0	10
Овес	60,0	2	45	13
Просо	63,8	3,8	58	2
Кукуруза желтая	60,6	1,6	56,9	2,1
Кукуруза	67,5	2,7	59,9	2,1
Рис	71,1	3,6	63	1,5
Горох натуральный	39,3	3,0	31,3(25,8/5,5)*	5,0
Горох экструдированный	32,9	3,5	23,9(15,8/8,1)*	5,5
Соя бобы	45,0	5,7	35,0	4,3
БСК	20,8	2,2	16,7	1,9
Гидролизат подсолнечного шрота	46,4	5,2	28,2	13
Жмых подсолнечника	44,2	7,5	25,1	11,6
Жмых соевый	44,5	11,3	26,0	7,3
Жмых льняной	41,6	3,9	36,7	1,0
Жмых горчичный	46,4	11,8	27,1	7,5
Шрот горчичный	44,4	10,5	26,3	7,6
Витазар	41,0	11,7	21,0	8,3
Отруби пшеничные	81,8	4,2	69,3	8,3
Отруби ржаные	81,4	19,5	59,6	2,3
Глютен	24,4	0,2	22,9	1,3
Хлопья пшеничных зародышей	45,8	16,6	25,5	3,7

* (.../...) – крахмал/декстрины

Химический состав продуктов микробиального синтеза, %

Компоненты	Вода	Сырой протеин	Сырой жир	БЭВ	Са	Р	Mg	Зола
Дрожжи гидролизные	12,0	46,3	1,3	32,4	2,03	1,26	0,18	8,9
Дрожжи этанольные	9,0	50,3	2,2	36,3	-	3,0	-	8,2
Эприн	9,5	56,6	0,5	34,8	0,19	1,14	-	8,1
Меприн	7,4	53,8	2,9	35,7				7,6
Гаприн	8,5	79,5	5,8	5,2				9,8
Паприн	7,4	48,6	0,7	43,8	0,20	1,08	-	6,9
Белотин	10,5	35,7	1,5	53,2				9,6
Бистрин	6,8	41,0	4,0	48,0				7,0
Биокорн	11,5	38,2	0,7	49,2				11,9
БВК-ферментолизат	17,0	66,6	7,4	15,9	-	-	-	10,2

Аминокислотный состав продуктов микробиального синтеза, г/кг

Сырье	Лей	Иле	Вал	Фен	Тре	Лиз	Мет	Арг	Цис	Гис	Три	Сер	Про	Ала	Гли	Тир	Асп	Глу
Дрожжи гидролизные	41,0	-	22,9	19,3	21,9	32,6	6,3	23,6	5,1	8,5	4,1				21,2			
Дрожжи этанольные	33,0	25,0	25,0	20,6	27,5	38,4	6,5	21,2	5,5	10,7	6,7				24,0			
Эприн	47,7	29,8	34,7	27,7	32,1	44,5	7,5	29,0		12,4		28,1	19,2	34,1	24,7	17,9	54,8	73,5
Паприн	39,2	19,6	25,1	13,3	24,7	43,7	7,8	20,4	8	9,8	4,8							
Гаприн						42,9	2,4											
Белотин						14,9	3,8	12,4										
Биотрин	2,4	17,0	20,0		14,0	35,0	3,0	18,0	2,0	11,0	4,0	8,0	13,0	21,0	16,0	7,0	23,0	61,0

Примечание: Лей – лейцин, Иле – изолейцин, Вал – валин, Фен – фенилаланин, Тре – треонин, Лиз – лизин, Мет – метионин, Арг – аргинин, Цис – цистин, Гис – гистидин, Три – триптофан, Сер – серин, Про – пролин, Ала – аланин, Гли – глицин, Тир – тирозин, Асп – аспарагиновая кислота, Глу – глутаминовая кислота.

Фракционный состав белков продуктов микробиального синтеза, г/кг

Компоненты	Сырой протеин	Растворимые белковые вещества, тыс. Да				
		Сумма	>12,6	12,6-6,5	6,5-1,5	<1,5
Эприн	564,0	81,8	28,2	6,5	33,1	14,0
Паприн	503,8	66,4	9,8	11,9	31,5	13,2
Ферментолизат БВК	569,4	289,7	63,5	87,1	119,2	19,8
Дрожжи кормовые	488,4	60,0	11,3	8,0	32,0	8,7
Белотин	357,0	61,9	12,2	12,7	27,0	10,0
Биокорн	381,7	70,2	19,6	12,1	27,5	10,9
Биотрин	404,0	57,4	11,7	11,7	25,5	8,5

Содержание витаминов в кормовых компонентах комбикормов, мг/1кг корма

Корма	Каротин	Е	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	РР	В ₆	В _с	В ₁₂
Кукуруза	3	30	4	1	6	440	18	2,9	0,06	-
Овес	-	50	7	1	12	925	16	-	-	-
Пшеница	-	37	5	1	12	725	57	2,8	0,1	-
Просо	3	-	1	-	9	440	23	-	-	-
Рожь	-	20	4	1	10	450	17	-	-	-
Сорго	-	25	4	1	10	500	3	-	-	-
Ячмень	-	45	4	1	8	110	52	3,2	0,1	-
Бобы кормовые	-	-	5	1	18	1500	28	-	-	-
Горох	-	-	5	1	20	1600	30	-	-	-
Соя	-	37	11	3	15	2500	27	-	-	-
Соевый шрот	-	22	5	3	15	2750	22	-	-	-
Подсолнечный жмых	-	-	7	3	42	2130	250	-	-	-
Подсолнечный шрот	-	-	7	2	40	2000	215	1,2	0,2	-
Льняной жмых	-	26	8	3	14	1500	40	-	-	-
Льняной шрот	-	26	10	3	14	1650	40	-	-	-
Хлопковый жмых	-	26	13	5	14	1500	44	-	-	-
Хлопковый шрот	-	26	5	5	11	2600	33	3,7	0,2	-
Отруби пшеничные	-	30	8	3	29	1300	50	1,3	1,08	45-90
Мясокостная мука	-	-	1	5	4	2000	50	1,3	1,08	45-90
Рыбная мука	-	-	1	7	9	3000	65	1,2	0,2	41-150
Молоко сухое	-	-	32	230	370	1000	10	2,6	0,005	30-50
Дрожжи кормовые	-	-	18	30	100	2500	220	10	2,8	-

Примечание: Для расчета содержания витаминов А и Д в препаратах или рыбьем жире в каждом отдельном случае следует исходить из концентраций, указанных в качественных удостоверениях или этикетках.

Жирнокислотный состав жиров и липидных добавок, % от суммы жирных кислот

Жирные кислоты	Рыбий жир	Подсолнечное масло	Льняное масло	Линетол	Кубовый остаток	Липидная добавка №1	Липидная добавка №2	Липидная добавка №3
14:0	4,7	0,4	0,3	-	-	-	-	-
15:0	0,7	0,6	-	-	-	-	-	-
15:1	0,5	-	-	-	-	-	-	-
16:0	-	9,7	5,8	1,0	5,4	1,9	2,8	3,8
16:1	6,0	0,3	0,4	5,2	3,7	4,6	4,3	4,0
17:0	1,1	-	-	-	-	-	-	-
17:1	0,5	-	-	-	-	-	-	-
18:0	6,3	3,3	5,3	-	-	1,5	2,3	3,1
18:1	20,8	23,1	21,1	34,6	18,6	28,9	26,6	23,8
18:2	6,8	61,1	16,1	19,0	26,9	22,4	22,9	23,9
18:3	1,8	0,8	50,3	40,2	33,8	38,1	37,2	36,6
20:1	5,8	0,5	-	-	-	2,4	3,7	4,9
20:2	0,2	-	0,2	-	7,0	-	-	-
20:3	0,3	-	-	-	-	-	-	-
20:4	0,8	-	-	-	-	-	-	-
20:5	8,6	-	-	-	-	-	-	-
22:1	-	-	0,3	-	-	-	-	-
22:5	0,9	-	-	-	-	-	-	-
22:6	9,8	-	-	-	-	-	-	-
24:1	3,7	-	-	-	-	-	-	-
ω6	8,1	61,2	16,2	19,0	26,9	22,4	22,9	23,9
ω3	8,1	0,9	50,4	40,2	33,8	38,1	37,2	36,6
ω3 / ω6	2,6	0,01	3,1	2,1	1,3	1,7	1,6	1,5

Содержание макро- и микроэлементов в различных минеральных добавках, мг/кг сухого вещества

Элемент	Мидийный гидролизат	Медуза	Пегасин	Шивыртуин
Калий	7500	-	1,56	2,91
Натрий	288750	3930		
Кальций	5938	2100	3,89	3,35
Магний	4375	-	2,64	2,37
Фосфор	169,8	600		
Железо	25000	291,7	5,51	2,92
Цинк	162,5	74,4	110	315
Медь	4,61	18,1	45	<3
Свинец	1,44	-	42	102
Стронций	32,5	-	906	1393
Селен	1,72	0,08		
Олово	92,8	-		
Молибден	0,63	6,9		
Ванадий	2,97	10,7		
Сурьма	12,5	0,1		
Кадмий	1,67	-		
Марганец	104,7	424,7	2081	2696
Кобальт	20	10,2		
Никель	901,25	-	37	9
Висмут	2,09	-		
Алюминий	0,012	-	21,17	21,82
Таллий	1,56	-		
Литий	7,5	-		
Хром	1424,3	3,5	98	83
Ртуть	-	0,3		
Скандий	-	1,6		
Серебро	-	1,1		
Барий	-	15,4		
Мышьяк	4,69	-	13	28
Кремний	-	-	63,1	64,68
Цирконий	-	-	338	315

Питательность основных компонентов кормов для осетровых рыб

Корма	Переваримый протеин, %	Доступность аминокислот, %			Соотношение энергии переваримых азотсодержащих и безазотистых веществ
		1	2	3	
Рыбная мука	87	96	96	97	1:0,23
Суберкон	97	97	97	98	1:0,34
Кровяная мука	72	65	63	68	1:0,13
Мясокостная мука	34	57	60	52	1:1,06
Сухое молоко	78	89	88	90	1:1,55
Паприн (БВК)	93	83	80	85	1:0,16
Ферментоллизат	96	92	91	93	1:0,5
Эприн (БВК)	96	92	91	93	1:0,5
Дрожжи кормовые	83	83	75	88	1:0,37
Соевый белко- вый концентрат	91	93	91	96	1:0,14
Соевый шрот	89	82	84	79	1:0,19
Гидролизат соевого шрота	94	94	91	97	1:0,24
Подсолнечный шрот	89	89	90	89	1:0,36
Гидролизат подсолнечного шрота	92	93	92	94	1:0,03
Пшеничная мука	98	94	95	93	1:1,12
Ячмень	89	87	88	85	1:2,38
Сорго «Жемчуг»	60	70	75	65	1:3,08
Гидролизат хлореллы	62	64	60	68	1:0,79

Примечание. Аминокислоты: 1 – сумма, 2 – заменимые, 3 – незаменимые.

Научно-методическое издание

Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, Е.М. Саенко

**КОРМОВОЕ СЫРЬЕ И ДОБАВКИ
ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ**

2-е издание, исправленное

Ведущий редактор: Ю.Е. Тютин

Редактор: Е.С. Потапенко

Верстка, дизайн обложки: Е.С. Потапенко

Подписано к печати 05.12.2006. Формат 60x90 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11. Тираж 300 экз.

Типография ООО «Медиа-Полис»

г. Ростов-на-Дону, тел.: (863) 272-88-32,

e-mail: mediapolis@aaanet.ru