

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

В.П. Радов

ГОДІВЛЯ РИБ

Конспект лекцій

для студентів III курсу денної форми навчання

за спеціальністю «Водні біоресурси»

Одеса - 2011

Конспект лекцій з курсу «Годівля риб» для студентів III курсу денної
форми навчання за спеціальністю «Водні біоресурси»

Напрямок: водні біоресурси та аквакультура.

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури Одеського державного
екологічного університету, ОДЕКУ, Одеса, 2011 р. – 117 с.

Укладач: В.П. Радов, к.в.н., доцент

ВСТУП

Поряд з вирішенням загальної проблеми продовольчого забезпечення населення країни, підвищенням рівня та обсягів виробництва продукції рослинництва і тваринництва важливого значення набуває подальший розвиток специфічної галузі агропромислового комплексу — *рибництва*. Безсумнівною є доцільність, актуальність і перспективність розвитку рибного господарства у внутрішніх водоймах, підвищення ефективності вирощування риби в ставах, водосховищах і озерах, розширення географії рибницьких господарств індустріального типу, розселення теплолюбних традиційних об'єктів рибництва у північні та східні регіони, де можна використовувати теплі води промислових підприємств та енергетичних комплексів. Теплі води в зимовий період — перспективна і достатньо керована база для культивування холодолюбних видів риби. Це разом з використанням природних низькотемпературних джерел дає змогу істотно розширити виробництво високоцінних видів риби, які є сировиною для одержання делікатесної харчової продукції.

Розглядаючи рибництво в історичному аспекті, слід зазначити, що вибір об'єктів культивування ґрунтувався, з одного боку, на бажанні людини, а з іншого — на можливості його реалізації за відповідних умов. Отже, сучасні об'єкти світового рибництва представлені видами, які були вибрані людиною і змогли продемонструвати здатність адаптуватися до штучних умов культивування.

Інтенсифікація виробництва риби, або іншими словами підвищення рибопродуктивності ставів, малих водосховищ, водойм-охолодників, саджалкових і басейнових рибних господарств, рибницьких систем із зворотним водопостачанням, може мати реальну основу лише в разі застосування кормів відповідної якості, за умови творчого і свідомого володіння теорією і практикою годівлі риби. У свою чергу, практично реалізувати оптимальні режими годівлі риби за умов штучного вирощування можна лише в разі володіння фахівцями відповідними знаннями і вмінням їх використовувати стосовно конкретних видів риби та умов культивування.

Новітні досягнення в галузі біологічних наук у поєднанні із зростаючими можливостями сучасної техніки в найближчій перспективі сприятимуть удосконаленню технологій рибництва, в яких годівля риби зберігатиме провідні позиції. Тому зрозуміло, що процес розширення видового складу культивованих об'єктів рибництва і надалі зростатиме.

У сучасному світовому у рибництві існує тривала і стійка тенденція — значення кормів і годівлі риби з підвищенням рівня інтенсифікації неухильно зростає. Вона, безсумнівно, і надалі зберігатиме свою актуальність. Цей чинник нині є одним з головних, що визначає

собівартість продукції і загальний, тобто комерційний ефект виробництва, а іноді і його доцільність.

Опанування принципами раціонального використання кормів та сучасними методами годівлі риби відкриває перед фахівцем можливість істотного зниження витрат кормів на одиницю риби продукції. Ця обставина поряд з економічними позитивними результатами має певне природоохоронне значення, що логічно впливає з енергоресурсозбереження, поліпшення екологічної ситуації за рахунок істотного зменшення тиску на навколишнє середовище.

Сучасні і конкретні умови надають виняткового значення якісним показникам сировини, яку використовують для отримання харчової продукції. Саме тому загальне поліпшення екологічних умов виробництва у поєднанні із застосуванням екологічно чистих кормів забезпечить одержання товарної продукції на рівні сучасних світових вимог стосовно її якості, дасть вітчизняному і світовому ринку конкурентоспроможну продукцію без обмежень.

1. ЗМІСТ І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Інтенсифікаційні заходи у рибництві передбачають оптимальне концентрування ресурсів на одиниці площі акваторії з метою одержання максимальної кількості продукції високої якості за достатньої рентабельності виробництва. Результати досліджень, проведених в різних ґрунтово-кліматичних зонах на акваторіях різного походження і цільового призначення підтверджують, що щільність посадки або число екземплярів риб на одиницю площі є вирішальним фактором для одержання максимальної кількості продукції з одиниці площі чи одиниці об'єму води.

Проте щільність посадки риби на одиниці площі не слід розглядати як самоціль, що виключає свідоме обмеження. Прийнята щільність посадки має забезпечувати максимальну рибопродуктивність та отримання стандартної маси рибопосадковим матеріалом або товарною рибою. Методи інтенсифікації рибництва ґрунтуються на механізмах, які визначають взаємовідносини риби і навколишнього середовища..

У зв'язку з цим інтенсифікаційні заходи спрямовані на оптимізацію навколишнього середовища. Винятково важливе значення має інформація щодо харчування риби, якості кормів, їх походження і засвоєння, впливу окремих екологічних факторів на раціональне використання корму відповідно до умов годівлі риби. Раціональна годівля риби ґрунтується на матеріалах, які характеризують особливості харчування певних видів риб у природних водоймах, з урахуванням специфіки міжвидових і внутрішньовидових взаємовідносин у риб, зокрема харчових.

Світова іхтіофауна налічує понад 20 тисяч видів риб, які живуть практично в усіх акваторіях лиманів, заток, морів і океанів, широко розповсюджені у річках і озерах. Простежується тенденція стихійного розселення різних видів риб у штучних континентальних водоймах. Риб цілеспрямовано культивують у спеціалізованих рибних господарствах з різним рівнем інтенсифікації, головним елементом якої є їх годівля. Отже, для свідомого розуміння змісту дисципліни "Годівля риб" доцільно розглянути спрощену схему, яка дає певну уяву про різноманітність риб за характером живлення (рис. 1.1).

Ця схема побудована на основі характеру харчування дорослих особин і справедлива у загальному плані. Водночас слід зауважити, що в харчуванні риб існують вікові, сезонні, добові і статеві особливості живлення, що тісно пов'язані з абіотичними і біотичними параметрами середовища, фізіологічним станом особин.

Для риб природних водойм типовою є *селективна (вибіркова) харчова здатність*, що забезпечує різноманітність їх раціону, дає змогу активно вибрати цілком певні харчові об'єкти. Іхтіологи

диференціюють корм за двома критеріями: за віддаванням переваги і фактичним значенням.

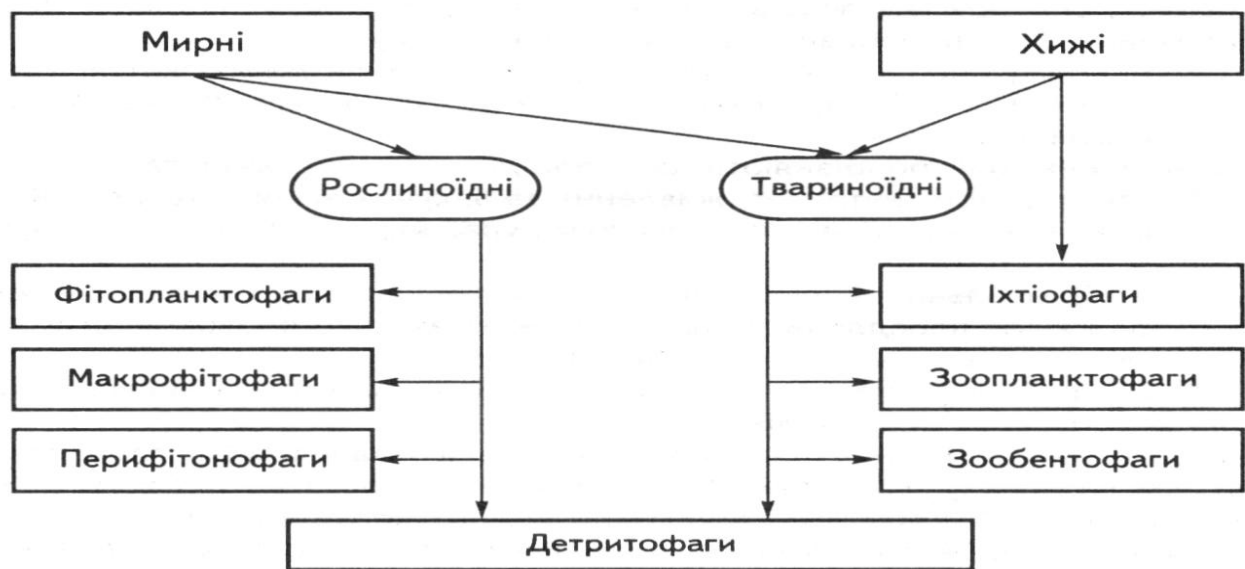


Рис. 1.1. Розподіл риб на групи за характером живлення

Харчові об'єкти, виділені за перевагою, у свою чергу поділяють на **улюблені, замінні і випадкові**, що визначають експериментально, спостерігаючи за спектром живлення риб. Улюблений корм, як правило, становить обмежене число харчових компонентів, частка яких досягає до 50—70 % маси харчової грудки. До замінного корму риби залучають більше число харчових компонентів, але їх частка у раціоні відповідно зменшується до 15—30 % маси харчової грудки. Водночас з улюбленою та замінною їжею до харчового раціону потрапляє багато випадкових кормових об'єктів, частка яких становить 3-5 %, зрідка досягає 10 % вмісту травного тракту риб.

Під *річним раціоном* розуміють масу їжі, спожитої рибою за рік, виражену відношенням до маси тіла риби або у відсотках. Він визначає, у скільки разів маса спожитого корму більша за масу риби. Як і добовий раціон, він значною мірою залежить від кормової забезпеченості риб та енергетичної цінності кормових компонентів.

У рибогосподарській практиці як показник раціональності живлення риб і якісної характеристики кормових компонентів використовують **кормовий коефіцієнт**, який визначає відношення з'їденого рибою корму до приросту її маси. Він змінюється залежно від виду корму (табл. 1.1), його якісного складу, концентрації кормових організмів, значно змінюється з ростом риби, залежить від температури води.

Споживаний рибою корм поділяють на два компоненти: підтримувальний і продукувальний. **Підтримувальний корм** — це та

частка раціону, за рахунок якої забезпечується обмін речовин у риби, але не відбувається приріст маси тіла, **продукувальний** — значно менша частка раціону, яка витрачається на збільшення маси тіла риби. Співвідношення цих компонентів харчового раціону має дуже важливе практичне значення. З досягненням кожним видом риби певного віку їх ріст уповільнюється, що супроводжується підвищенням частки підтримувального корму. Це слід враховувати у сучасних технологіях рибництва, оскільки недоцільно утримувати риби, які витрачають значно більшу частку корму на підтримання власних життєвих функцій, а не на нарощування маси тіла.

Таблиця 1.1

Значення кормових коефіцієнтів деяких видів кормів

Корм	Кормовий коефіцієнт K_k	
	Оптимальний	Коливання
Фітопланктон	50	35-60
Макрофіти	50	30-156
Зоопланктон	6	5-13
Зообентос		
"м'який"	5	4-7
молюски	50	10-60
Риби	5	4-7
Штучні кормосуміші	4,7	2-7

Для розробки наукових основ рибництва важливе значення має вивчення харчових взаємовідносин у водному середовищі. В результаті цього отримують **трофічні ланцюги** різні завдовжки, які відбивають взаємозв'язки між гідробіонтами в разі перенесення енергії через різні трофічні рівні, що відбувається внаслідок поїдання одних організмів іншими з вищих трофічних рівнів. У водному середовищі є два типи трофічних ланцюгів:

- пасовищний, основою якого є водорості (продуценти), далі йдуть рослиноїдні тварини, які поїдають водорості (консументи 1-го порядку — зоопланктон, риби-фітофаги), риби — споживачі зоопланктону (консументи 2-го порядку), хижаки (консументи 3-го порядку);
- детритний, більшість продукції водоростей у якому не споживається, а відмирає, піддається розкладанню сапротрофними організмами (консументи 1-го порядку) з утворенням детриту, далі йдуть риби-детритофаги (консументи 2-го порядку) та їх споживачі — хижі риби (консументи 3-го порядку).

Інтенсивні форми вирощування риби в умовах ставових рибних господарств нині на 70—80 % забезпечуються за рахунок годівлі штучним кормом, а в господарствах індустріального типу, в холодноводному інтенсивному рибництві частка годівлі в загальній рибопродукції наближається до 100 %. Звідси зрозуміло, що головні аспекти змісту і завдання дисципліни — це оволодіння теорією і практикою раціональної годівлі риби з метою забезпечення максимального біологічного та економічного ефектів.

Штучна годівля є керованим процесом. Від фахівця повністю залежать рецептура, форма та засоби виготовлення корму, його продуктивні і фізіологічні якості, а також розподіл корму в часі та просторі залежно від фізико-хімічних та гідрологічних параметрів середовища.

У господарствах індустріального типу процес вирощування риби практично повністю керований. Це дає змогу довести фізико-хімічні показники середовища до оптимальних значень. Тому слід приділити виняткову увагу розробці штучних кормових раціонів, їх рецептурному складу для якомога повнішого задоволення харчових потреб конкретних видів риб, яких годують цими кормосумішами, причому корми мають бути повноцінними, збалансованими за головними елементами харчування, містити необхідні компоненти

2. АНАТОМІЧНІ ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ РИБ

2.1. Анатомічні особливості живлення риб

Органи живлення і травлення риб складаються з ротового отвору, ротової порожнини, глотки, стравоходу, шлунка та кишечника і не відрізняються від будови цих органів інших хребетних тварин. Ефективне травлення у риб забезпечують великі застійні секреторні залози — печінка і підшлункова залоза. Проте умови існування і харчові потреби риб змусили їх адаптуватись до ширшого харчового спектра, що спричинило значне різноманіття будови та функціонування травної системи. Споживання кормових об'єктів, які трапляються тільки у водному середовищі, сприяло виникненню індивідуальних пристосувань, відсутніх у наземних тварин.

За типом живлення риб поділяють на три головні групи: *рослиноїдні (фітофаги)*, *твариноїдні (зоофаги)* і *всеїдні (зоофітофаги)*. Ці групи, у свою чергу, можна поділити на дрібніші угруповання.

Серед рослиноїдних риб виділяють: *фітопланктофагів*, які споживають фітопланктон; *макрофітофагів*, які харчуються вищою водною і прибережноводною рослинністю; *перифітофагів*, які

споживають рослинні обростання на підводних предметах. Більшість фітофагів поїдає обмежене число рослин, має відповідні спеціальні структури для подрібнення їжі, призначені для вилучення максимальної кількості харчових речовин з цього низькоенергетичного виду корму. Досить умовно до рослиноїдних риб зараховують *детритофагів*, які споживають детритні маси, що складаються з решток відмерлих гідробіонтів рослинного і тваринного походження, сапротрофних мікроорганізмів та мінеральних часточок.

Серед твариноїдних риб виділяють: *зоопланктофагів*, які живляться безхребетними планктонними тваринами; *зообентофагів*, які споживають безхребетних тварин бентосу (інфауну та епіфауну) і заростей макрофітів; *іхтіофагів*, або хижаків, які поїдають водних тварин, здебільшого рибу.

Споживання кормових компонентів різної енергетичної цінності, які містили неоднакову кількість баластних речовин, зумовило появу певних відмінностей у будові органів травлення рослино-, тварино- і всеїдних риб. Насамперед це відбилося на довжині травного каналу відносно довжини тіла риби, що добре ілюструють дані табл. 2.1

Крім харчового раціону, на довжину травного каналу риб впливають інтенсивність живлення, вікові та сезонні зміни, доступність кормових організмів.

Таблиця 2.1

Відносна довжина травного каналу риб різного типу живлення

Вид риби	Тип живлення	Відносна довжина травного каналу	
		Середня	Коливання
Щука	Іхтіофаги	1,0	0,80-1,20
Судак	— " —	0,8	0,70-0,85
Окунь	— " —	1,1	0,95-1,15
Жерех (білизна)	— " —	0,95	0,90-1,15
Жовтощок	— " —	0,6	0,55-0,70
Пічкур	Зоофітофаги	0,8	0,75-0,90
Карась	— " —	2,0	1,90-2,20
Короп	— " —	2,7	2,60-3,00
Лящ	Зообентофаги	1,2	1,10-1,25
Тараня	— " —	1,3	1,10-1,35
Білий амур	Макрофітофаги	3,1	2,50-3,80
Білий товстолобик	Фітопланктофаги	11,5	8,50-13,00
Піленгас	Детритофаги	4,5	4,45-4,60

З харчовим раціоном тісно пов'язана будова ротового апарату риб. Форма, розміри і положення ротового отвору, будова зубів і зяберних дуг

визначаються типом живлення, розмірами їх кормових об'єктів та умовами водного середовища. Розрізняють три основні типи положення рота : **верхній рот** — нижня щелепа більша за верхню і ротовий отвір спрямований догори — мають риби, які беруть поживу з верхніх горизонтів; **кінцевий рот** — коли обидві щелепи однакові — мають риби, які беруть поживу з товщі води; **нижній рот** — коли верхня щелепа більша за нижню і ротовий отвір спрямований донизу — мають риби бентофаги.

Залежно від розмірів кормових об'єктів, щільності їх розподілу та способу захоплення корму рибою формуються розміри ротового отвору і ротовий апарат.

За будовою і функціями розрізняють кілька типів рота риб: **хапальний** — кінцевий або верхній, великий з гострими зубами як на щелепах, так часто і на лемеші та піднебінних кістках, зяброві тичинки короткі, рідкі і гострі; **всмоктувальний** — нижній, у вигляді трубки, часто висувний, як правило, без зубів, слугує для живлення донними безхребетними; **подрібнювальний** — кінцевий, з міцними зубами у вигляді пластин або шипів, слугує для подрібнення твердих панцирів безхребетних; **планктоноїдний** — кінцевий або верхній, зазвичай великий і, як правило, невисувний, зуби дрібні або частіше їх зовсім немає, зяброві тичинки довгі, діють як сито; **перифітоноїдний** — розміщений у нижній частині голови, у вигляді поперечної щілини, нижня губа має гострий ріжучий край, іноді вкритий роговим чохлаком, зубів, як правило, немає.

Ротова порожнина, яку вважають переднім відділом травного каналу риб, переходить у **глотку**. Це різною мірою виділений м'язовий канал, у передню частину якого крізь відповідні отвори проникають зяброві тичинки і залежно від спектра живлення утворюють цідильний або проштовхувальний апарат різної будови. У задньому відділі глотки багатьох костистих риб є **глоткові зуби**, які забезпечують механічну обробку, подрібнення корму і попереднє формування кормової грудки. Глотка сполучає ротову порожнину із **стравоходом**, який має вигляд короткого широкого проходу з кільцем поперечно-посмугованих м'язів і забезпечує проштовхування їжі до шлунка або безпосередньо в передній відділ кишечника безшлункових риб. У стравоході здійснюються додаткова смакова рецепція за допомогою смакових цибулин і змочування кормової грудки секретом слизових залоз.

2.2. Фізіологічні особливості живлення риб

Потреби організму риб в енергії, пластичному матеріалі та елементах, необхідних для забезпечення всіх життєвих функцій, задовольняються їх

травною системою. До її складу належать як органи, які безпосередньо виконують травну функцію, так і органи, які її регулюють. Органи, які виконують травну функцію, об'єднані у шлунково-кишкову або кишкову трубку з пов'язаними з нею компактними секреторними залозами, їх позначають як травний канал. Регуляторну функцію забезпечують два рівні нервової системи: на місцевому — ентєральні нервові закінчення, на центральному — відповідні структури центральної нервової системи.

Цілеспрямована травна поведінка риб формується за участю гіпоталамуса та інших відділів головного мозку. Кінцевим результатом діяльності травної системи є гідроліз харчових речовин (білків, жирів, вуглеводів) до мономерів (амінокислот, моногліцеридів, жирних кислот, моносахаридів) та їх транспорт з травного каналу до внутрішнього середовища організму. Фізико-хімічні процеси, які забезпечують цей результат, відбивають сутність травлення і всмоктування. Вони реалізуються в разі виконання травним каналом таких функцій:

- тимчасове збереження кормової грудки;
- розщеплення харчових речовин під дією сполук, які продукуються секреторними клітинами;
- моторно-евакуаційна дія на кормову грудку м'язового шару клітин, розміщених у стінці травного каналу;

всмоктування мономерів епітеліальними клітинами кишечника

- інкреторне виведення неперетравлених решток у зовнішнє середовище.

Однією з найважливіших характеристик ефективності дії травної системи є швидкість проходження їжі крізь шлунково-кишковий тракт. Слід зазначити, що пропускна здатність шлунково-кишкового тракту значно менша, ніж ковтального апарату. Передня частина травної системи діє як накопичувач кормової суміші, і поступово пропускає у вужчу дистальну частину невеликі порції первинно обробленого і розрідженого корму — *хімусу*. За рахунок цього зростає ступінь перетравлення кормової грудки і полегшується подальше всмоктування поживних речовин. Однак при цьому подовжується час перебування корму у травній системі, на що впливають температурний режим (табл. 2.2), якість корму та фізіологічний стан риби.

Швидкість спорожнення травного каналу рослиноїдних риб вища, ніж всеїдних і твариноїдних. Травний канал рослиноїдних риб пристосований до пропускання крізь кишечник великої кількості низько поживної їжі, з якої вони одержують незначну частину засвоєваних речовин. Раціон риб, який складається з більш енергетично цінного тваринного корму, утримується у травному каналі значно довше, перетравлюється повільніше, неперетравлені рештки виводяться пізніше. Існує чітко виражена обернена залежність, за якою зі зниженням енергетичної

цінності їжі відповідно зростають частота харчування, інтенсивність травлення і швидкість виведення харчових решток.

Таблиця 2.2

Час спорожнення травного каналу деяких видів риб

Температура, °С	Час спорожнення, год		
	Короп	Білий товстолобик	Канальний сомик
12	60	—	90
17	35	16	35
20	30	13	28
24	24	10	20
28	-	7	-
30	—	5,5	-

За інтенсивністю процес травлення поділяють на дві стадії: "ефективну", під час якої руйнуються легкоперетравлювані компоненти корму, і "залишкову", пов'язану з руйнуванням важкоперетравлюваних компонентів корму. На першій стадії перетравлюється до 80 % маси кормової грудки. Ця процедура у хижих риб триває близько 3 діб, у мирних твариноїдних риб — близько 2, рослиноїдних — менше однієї доби. "Залишкове" травлення триває від 1,5 до 3 діб.

Істотно відрізняється ефективність травлення у шлункових і безшлункових риб. Шлунок забезпечує більшу приймальну вмістимість травної системи, тому шлункові риби харчуються з більш вираженою періодичністю. Так, якщо періодичність харчування шлункових риб становить 1—2 доби, то безшлункових — 6 — 15 год. На швидкість перетравлювання їжі у шлунку риби істотно впливає маса спожитого корму. Зі збільшенням об'єму кормової грудки знижуються ефективність травлення і засвоєння корму, гальмується моторика кишечника, підвищується частка поживних речовин, які не встигають всмоктатись і виводяться назовні. Кількість їжі, яку риба може спожити за один прийом, значно варіює залежно від виду риби та екологічних умов харчування. Так, глибоководні хижаки здатні проковтнути рибу-жертву значно більших розмірів, ніж вони самі. Місткість шлунка хижаків-засадників становить близько 50 % маси їх тіла. Зазвичай хижі риби поглинають їжі за один прийом від 5 до 25 % маси власного тіла. Раціон мирних риби значно менший і становить від 0,5 до 1,2 % маси їхнього тіла .

Слід пам'ятати, що тривалість перебування корму у травній системі зростає з віком риби. Найшвидше спорожняється травний канал у личинок риби. Наприклад, у личинок форелі за температури води 8 °С

кишечник спорожнюється через 45—50 год, у мальків масою 2,5 г — в середньому через 60 год, у однорічок масою 150 г — через 150—200 год.

Процес перетравлення корму у риб забезпечується функціонуванням відповідних секреторних утворів. У ротову порожнину, глотку і стравохід риб секретується слиз, який не містить травних ферментів і забезпечує лише захист епітеліальних тканин та полегшує проходження кормової грудки. Травні ферменти починають виділятися у наступних відділах травного каналу, але рівень їх ферментативної активності, енергетичні та кінетичні характеристики відрізняються залежно від типу харчування, складу їжі і фізіологічного стану організму. На відміну від вищих хребетних тварин ферменти риб менш теплолюбні і більш чутливі до зміни температури зовнішнього середовища. Температурний оптимум ферментативної активності риб перебуває у межах 20—40 °С. Влітку вона вдвічі вища, ніж узимку, що справедливо для регіонів з чіткими порами року.

Розщеплені в процесі травлення кормові компоненти всмоктуються крізь стінку кишечника і переносяться у кров. Засвоєння з'їденого корму у риб коливається в широких межах і залежить від ступеня перетравлення кормової грудки. У фітофагів і детритофагів, раціон яких містить значну частку баластових речовин, ступінь засвоєння корму не перевищує 20 %, для хижаків досягає 80 %.

Питання для самоперевірки:

1. На які групи поділяють особливості живлення риб?
2. Анатомічна будова.
3. Фізіологічні особливості живлення риб.
4. Процеси травлення риб та з чим вони пов'язані?

3. ХІМІЧНИЙ СКЛАД КОРМІВ ТА ФІЗІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН

Відомо, що потреби риб у поживних речовинах тісно пов'язані і залежать від їх виду, віку, маси тіла, вгодованості, суми факторів, які становлять внутрішнє та зовнішнє середовище організму. Чим повніше норма годівлі відповідає фізіологічним та продуктивним потребам організму на фоні забезпечення оптимальної технології годівлі, адаптованої до відповідних умов, тим реальніше отримання максимальної, генетично обумовленої продуктивності риб у реальний термін.

Знання норм потреби риб у тих чи інших поживних речовинах є лише частиною винятково важливого питання, яким є годівля. Позитивне вирішення останнього неможливе без знання хімічного складу та харчової цінності використовуваних кормів. Без цих взаємопов'язаних аспектів

єдиної проблеми неможливо скласти основу раціональної годівлі — **кормовий раціон**. Поживність використовуваних кормів досить різна, що слід враховувати у зв'язку з видовими особливостями риб і різними напрямками сучасної аквакультури. В основу наукової оцінки поживності кормів покладено дані щодо їх хімічного складу, перетравлюваності, повноцінності і продуктивної дії.

Для оцінки поживності кормів поряд з детальною інформацією стосовно хімічного складу має бути визначена і їх фізіологічна цінність. Ступінь з'їдання кормів значною мірою залежить від їх хімічного складу, наявності шкідливих та отруйних речовин у складі кормів і навколишньому середовищі, фізіологічного стану риб. Наявність у кормах алкалоїдів, глюкозидів, ефірних олій може надати кормовим сумішам гіркої смаку або різкого запаху. Такі корми риби можуть не споживати або споживати погано, вони можуть стати причиною захворювань аліментарного походження.

До основних поживних речовин, які мають входити до складу кормів і без яких неможливий нормальний розвиток риб, відтворення їх продуктивних та репродуктивних властивостей, належать: протеїн з незамінними амінокислотами, жир з незамінними жирними кислотами, вуглеводи, мінеральні та біологічно активні речовини.

Розглянемо детальніше хімічний склад кормів за окремими кормовими компонентами, які входять до складу кормосумішей, використовуваних у годівлі риб.

Протеїни. Складні сполуки, що містять білки та аміді. Значна частина останніх є проміжним продуктом синтезу білка у рослинах з неорганічних сполук або утворюється під час розщеплення білків під дією ферментів і бактерій. Нині виділено понад 2 тис. різноманітних білків, а от єдиної і раціональної класифікації їх досі немає. На практиці використовують класифікацію, яку вперше запропонували Ф. Гоппел-Зейлер і Дрексель, і яка згодом була істотно доповнена і значно розширена за рахунок даних стосовно функціональних властивостей білків. За сучасними уявленнями класифікація білків передбачає таке їх диференціювання:

I. Прості білки, або протеїни

- альбуміни, глобуліни, протаміни тварин і рослин;
- гістони, кератини, колагени, еластини тварин;
- глутеліни, проламіни рослин.

II. Складні білки, або протеїди

- хромо-, нуклео-, глюко-, ліпо-, фосфо-, металопротеїди тварин і рослин.

iii. Білки-ферменти.

iv. Білки-гормони.

v. Білки захисні.

vi. Білки отруйні.

До складу білків входять такі елементи, %: вуглець — 50,6—54,5; водень — 6,5-7,3; азот — 15,0-17,6; кисень — 21,5-23,5; сірка — 0,3- 2,5; фосфор — 1,0—2,0. У складі окремих білків крім вищеперелічених елементів виявлено Fe, Cu, I, Zn, Br, Mn, Ca та деякі інші. Їх кількість зазвичай не перевищує 0,3—0,00001 %, однак їх значення досить важливе. Наприклад, залізо білка гемоглобіну відіграє важливу роль у процесах дихання; йод, що входить до складу білка щитоподібної залози, бере участь у гормональній регуляції обміну білків.

Однією з головних функцій білків є їх каталітична дія. Вони безпосередньо впливають на всі хімічні реакції обміну речовин, розщеплення одних сполук і синтез інших. Багато білків виконують ферментативні функції, що характерно як для складних організмів, так і для найпростіших одноклітинних. Досить важливою і значущою є скорочувальна функція білків

Особливе значення має структурна функція білків. Жива клітина Темана на численні органели, захищені білковими або ліпопротеїновими мембранами, які виявляють ферментативну активність і обмежують вільне проникнення в клітину розчинених речовин. Однією з численних функцій, яку виконують структурні білки, є архітектурна. Білки слугують "будівельним матеріалом" для формування морфологічних утворів.

Досить значуща транспортна функція білків, що забезпечує активний транспорт різних речовин, часто спрямований проти градієнта концентрації, іншими словами, в бік, протилежний дифузії. Важливу транспортну функцію виконують гемоглобін і міоглобін з групи складних білків хромопротеїдів. Гемоглобін віддає кисень у капілярах, звідки він дифундує до клітин тканин певних органів. У м'язових клітинах зв'язаний міоглобіном кисень передається далі на цитохромоксидазу мітохондрій, виконуючи тим самим роль "посередника" між первинним "генератором" (гемоглобіном) та споживачем (цитохром-оксидазою). Крім того, у будь-якому організмі є спеціалізовані білки, які здійснюють захисну функцію, виступаючи як антагоністи чужорідних речовин і клітин. Суть процесу захисту полягає в тому, що білки мають більшу стійкість проти дії різних фізичних та хімічних факторів. У разі зіткнення з часточками інших речовин білки адсорбують їх, або адсорбуються самі на їх поверхні, утворюючи знешкоджувальний шар з молекул білка. Білки здатні адсорбувати молекули різних речовин, які перебувають у різних агрегатних станах (газоподібному, рідкому, твердому). Більшість речовин адсорбується поверхнею білкової часточки не хаотично, а в певній

послідовності. Специфічність адсорбції покладено в основу багатьох біологічних процесів, вона має велике і досить різнопланове значення. Так, оксид вуглецю (II), який потрапив у кров, адсорбується гемоглобіном, ціанід калію — білками тканин центральної нервової системи.

Різні білки мають неоднакову силу захисної дії. Підвищену захисну дію мають внутрішні рідини організму (сироватка крові, тканинний сік, лімфа) внаслідок наявності в них білкового комплексу. В міру поступового старіння організму, виникнення різних захворювань захисні та опірні властивості організму послаблюються.

За надмірної концентрації у кормах протеїну вміст вільних амінокислот в організмі риб пропорційно збільшується. Дефіцит амінокислот, що виникає в разі білкового голодування або неповноцінного живлення, упродовж певного часу може компенсуватись за рахунок протеїну плазми крові, що виступає як резервна функція.

Наведена коротка інформація стосовно функцій білка в організмі далеко не вичерпна, але достатня, щоб створити уяву і правильно оцінити його роль у життєдіяльності риб, зрозуміти значення оптимізації білкового живлення в процесі годівлі риб.

Білки є найважливішою частиною будь-якої клітини організму, на їх частку припадає 13—18 % живої маси. У риб білки тіла можуть утворюватись або безперервно оновлюватись за рахунок постійного споживання і засвоєння відповідних кормів. Білки кормів під дією різних реагентів (ферментів, кислот) розщеплюються з утворенням амінокислот, які всмоктуються у кров. З кров'ю продукти розщеплення білків потрапляють у клітини та тканини організму і залучаються у тканинний обмін, у процесі якого більшість амінокислот перебудовується, синтезуються нові амінокислоти, необхідні і досить специфічні для кожного організму. Білки в організмі риб можуть синтезуватись лише за умов використання хімічної енергії, яка виділяється під час розщеплення вуглеводів за відсутності кисню і частково під час розщеплення жирів. У зв'язку з цим високовуглецеві й енергетично цінні комбікорми забезпечують краще засвоєння білка, активують приріст живої маси.

Крім білків, винятково важливе значення мають і амінокислоти.

Амінокислоти, які входять до складу протеїнів, відповідно до їх будови поділяють на шість груп:

- прості моноамінокарбонові {аланін, валін, гліцин, лейцин, ізолейцин};
- двохосновні карбонові (аспарагінова і глютамінова);
- оксивмісні (серин, треонін);
- сірковмісні (метіонін, цистин, цистеїн);
- діамінокислоти (аргінін, лізин);
- циклічні (гістидин, оксипролін, пролін, триптофан, тирозин, фенілаланін).

Перелічені амінокислоти входять до складу різних протеїнів у найрізноманітніших поєднаннях, кількостях і співвідношеннях, що і визначає різну цінність протеїнів у кормах для риб.

Амінокислоти досить різнопланові за функціональною дією. Наприклад, *лізин* необхідний для регулювання обміну азоту і вуглеводів, синтезу найважливіших білків — нуклеотидів і хромопротеїдів. Досить важливу роль лізин виконує в оптимізації росту і розвитку організму риб, у формуванні кісткових тканин і нормалізації функцій різних органів. Нестача лізину спричинює втрату апетиту, порушення кальцієвого обміну, гальмування росту, загальне виснаження. Проте небажане і передозування лізину, що викликає раціональний дисбаланс амінокислот, внаслідок чого гальмується інтенсивність росту, погіршується фізіологічний стан, порушується обмін речовин.

У зв'язку з розробкою синтетичних препаратів лізину та їх використанням у годівлі сільськогосподарських тварин японські вчені, дослідивши можливість гострої і хронічної токсичності лізину, з'ясували, що видова чутливість тварин до нього відсутня. Лізин малотоксичний і його незначне передозування у раціоні не викликає серйозних негативних наслідків.

Для практичних цілей мікробіологічна промисловість випускає препарати лізину (ККЛ — кормовий концентрат лізину) у рідкому і сухому стані, з концентрацією монохлоргідрату лізину 7-16 %. Щоб перерахувати монохлоргідрат лізину на лізин, концентрацію монохлоргідрату слід помножити на коефіцієнт 0,8. Наприклад, якщо в сухому ККЛ міститься 20 % монохлоргідрату лізину, то це відповідає 16 % ($20 \% \cdot 0,8$), або 160 г/кг лізину.

Вміст *метіоніну* у раціонах риб досить часто наближається до межі дефіциту. В разі його нестачі гальмується інтенсивність росту, порушуються функції печінки, виникає атрофія м'язів. Дефіцит метіоніну особливо швидко призводить до жирової інфільтрації печінки, яка дещо збільшується і набуває глинистого відтінку. Метіонін виконує роль донора метильних груп, які беруть участь в утворенні багатьох сполук. Як і інші сірковмісні амінокислоти (цистин, цистеїн), організм використовує метіонін як джерело сірки для утворення сульфонієвих сполук. Метіонін бере участь не тільки у білковому, жировому і мінеральному обміні, а й використовується у синтезі вітамінів, гормонів, ферментів. Виявлено досить виражений зв'язок між метіоніном і такими сполуками, як холін (вітамін В₄), вітамін В₁₂, амід нікотинової кислоти (вітамін В₅, або РР). Обмін метіоніну тісно пов'язаний з обміном цистину: якщо в раціоні достатня кількість цистину, метіонін для його синтезу не витрачається. Однак слід враховувати, що понаднормові дози метіоніну небажані, оскільки його висока концентрація може мати летальну дію.

Комбікормова промисловість випускає кормовий препарат метіоніну методом ціанування метилмеркаптопропіонового альдегіду за температури 52—84 °С. Це пожежонебезпечна речовина, її пил концентрацією 45,4 мг/м³ з повітрям утворює вибухову суміш. Препарат містить 98 % L-метіоніну і не більше 0,0002 % ціанистих сполук у перерахунку на CN, арсенисті сполуки відсутні.

Цистин відіграє досить важливу роль у вуглеводному обміні, окисно-відновних процесах, обміні жовчних кислот, сприяє утворенню речовин, які знешкоджують отруйні сполуки в кишечнику. Джерелом цистину, як уже зазначалось, у організмі може бути метіонін. Якщо метіонін відсутній або міститься у незначній концентрації, цистин втрачає свою активність.

У процесі обміну речовин з цистином досить тісно пов'язаний *цистеїн*, але існує думка, що останній є похідним цистину. Зважаючи на це, під час складання раціонів враховують лише потреби у цистині або сумарні потреби метіоніну + цистину.

Триптофан є амінокислотою гетероциклічного ряду, яка досить часто у раціонах знаходиться на межі дефіциту. Це спостерігається за високої концентрації в комбікормах зернових злакових компонентів. Крім того, триптофан буває зв'язаним з іншими сполуками, що спричинює його недоступність для організму.

Жири і жиrowі добавки. Жири досить поширені у природі і є сумішшю різних за складом органічних сполук. У натуральних жирах міститься 95-97 % гліцеридів жирних кислот, у рафінованих — 98—99 %. До складу суміші, яку називають *сирим жиром*, входять супутні речовини — фосфатиди, стерини, віск, деякі інші компоненти. Сирі жири, які виконують важливі фізіологічну і біохімічну функції у живих організмах, називають *ліпідами*.

Ліпіди погано розчиняються у воді, але добре розчинні один в одному і в гідрофобних органічних розчинниках. Жири входять до складу тваринних і рослинних тканин. У рослинах жири переважно містяться в насінні, у злакових концентруються в зародку. Наприклад, ціле зерно пшениці може містити 1,6—2,5 % жиру, а його зародок — 10—17 %, зерно жита відповідно 1,5-1,9 і 8—11 %, зерно кукурудзи — 4—8 і 15—40 %. Вміст сирого жиру у зерні рослин коливається в досить широкому діапазоні. В організмі тварин жири зосереджуються переважно у внутрішніх органах і в підшкірній тканині, особливо в черевній порожнині. У зв'язку з низькою теплопровідністю, підшкірний жир слугує добрим ізолятором теплоти, захищає тварин від переохолодження. Це дуже важливо для морських ссавців (моржів, тюленів, китів). В інших водних тварин і риб багато жиру накопичується у печінці. Частина жиру відіграє резервну функцію (акумулятор хімічну енергію, яку організм тварин і риб використовує за умов дефіциту їжі).

Жири класифікують за різними ознаками. Залежно від походження їх поділяють на тваринні і рослинні. Кожну з цих груп жирів, у свою чергу, залежно від кількості гліцеридів поділяють на рідкі (за температури 20 °C) і тверді.

Жири рослинного і тваринного походження відрізняються за фізичними властивостями і хімічним складом (див. додатки 2—4). На склад жирів великою мірою впливають генетичні ознаки, а також умови розвитку і життєдіяльності організмів. З'ясовано, що під час накопичення жирних кислот у насінні і в процесі синтезу гліцеридів спочатку утворюються насичені кислоти, а потім ненасичені.

В організмі риб жири гідролізуються ліпазами і фосфоліпазами. У ліпідах риб виявлено підвищену кількість поліненасичених жирних кислот, які містять 20-22 атоми вуглецю з 4—6 подвійними зв'язками. Це дало змогу дійти висновку, що в кормових сумішах для риб мають переважати м'які жири. За результатами комплексних досліджень з'ясовано, що в разі використання збалансованих кормових сумішей м'які жири в організмі риб перетравлюються на 90—95 %. Це сприяє їх засвоєнню завдяки забезпеченню організму енергією і супроводжується продуктивнішим використанням протеїну. Тверді жири в організмі риб засвоюються на 60—70 %, за низьких температур води вони можуть викликати закупорення травного тракту у молоді. Відсутність або нестача у раціоні риб поліненасичених жирних кислот спричинює розлад багатьох фізіологічних функцій, некроз хвостового плавця і цероїдне переродження печінки, послаблює пігментацію, призводить до патологічних змін у структурі м'язів, нирок і підшлункової залози, знижує можливість реалізації потенційного росту, вміст білка і жиру. Кінцевим наслідком такого впливу є підвищена загибель риб.

Відомо, що в живих організмах ліпіди виконують дуже важливі функції, а саме:

- входять до складу структури мембран;
- входять до складу зовнішнього покриву (захисна функція);
- становлять основу нервової тканини;
- є основою біологічно активних речовин (гормонів, вітамінів, ферментів);
- акумулюють, депонують і транспортують енергію.

Визначено, наприклад, що вміст жиру в кормосуміші (залежно від рівня протеїну) для коропа має становити 4—8, для форелі — 6—15 %.

Хімічні показники є особливо важливими для характеристики якості і природи жирів. У стандартах на жири і продукти їх переробки ці показники є найголовнішими.

Якість жирів значною мірою характеризує *кислотне число*, яке відбиває відносний вміст вільних жирних кислот. У разі порушення технології

зберігання жирів (підвищені температури, погано очищені місткості тощо) вміст вільних жирних кислот значно зростає.

Кислотне число олій залежить не тільки від умов їх зберігання, а й від кількості домішок і вихідної якості насіння, що слід брати до уваги, складаючи схему годівлі риби, з урахуванням можливостей конкретних господарств.

Жири, які використовують для годівлі риб, мусять мати невелике кислотне число. Відповідно до цієї умови, чинні державні і галузеві стандарти лімітують вміст вільних жирних кислот у тваринних жирах та оліях.

Одним з важливих показників хімічного складу жирів є *йодне число*, за яким можна оцінити ступінь ненасиченості їх жирними кислотами, визначити походження та якість жиру. Йодне число жиру — умовна величина, яка відповідає числу грамів йоду, що приєднується до 100 г досліджуваного жиру (виражають у відсотках йоду).

Одним з головних факторів погіршення якості жирів є їх окиснення атмосферним киснем під час отримання, транспортування, переробки і зберігання. Ступінь і швидкість окиснення жиру прямо пропорційно залежить від вмісту гліцеридів дуже ненасичених жирних кислот, які входять до складу жиру. Внаслідок окислювальних процесів у жирах накопичуються продукти розкладання, що супроводжується погіршенням їхніх органолептичних показників. Жири, в яких розпочалися процеси окиснення, втрачають стійкість за умов подальшого зберігання. Швидкість окиснення жиру залежить не тільки від інтенсивності його взаємодії з киснем повітря, а й від температури зберігання. Фізико-хімічні властивості жирів у процесі окиснення значно змінюються: підвищуються щільність і в'язкість, зростає кислотне і знижується йодне число.

Реакція окиснення жирів характеризується низкою особливостей:

- швидкість реакції значно зростає за наявності металів змінної валентності (Co, Mn, Fe, Si);
- швидкість реакції зростає під дією ультрафіолетового випромінювання;
- реакція може бути істотно загальмована антиоксидантами (дилудин, сантохін).

За наявності у жирах продуктів окислення значно погіршуються їхні органолептичні і фізіологічні показники. Тому запобігання окиснювальним процесам під час отримання, транспортування, переробки і зберігання жирів та контроль за цими процесами мають важливе значення.

Поряд з окисленням, яке спричиняє згіркнення жирів, відбуваються мікробіологічні і ферментативні процеси, що супроводжуються гідролізом, тобто розщепленням жирів. Ця реакція розвивається за наявності у жирах води і білкових сполук, каталізується пліснявою.

За наявності в жирах ферменту ліпази, який міститься у нежировому комплексі, підвищується їх кислотність. Якщо такі жири профільтрувати, то разом з осадом вилучиться більша частина ліпази, що підвищує стійкість жирів, стабілізує їхні якісні характеристики у процесі подальшого зберігання.

У разі псування жиру у ньому підвищується вміст низькомолекулярних кислот, внаслідок чого змінюються його смак і запах. Накопичені у жирах пероксидні сполуки токсичні і негативно впливають на організм риб, що особливо чітко виявляється у період раннього постембріогенезу. У разі використання для годівлі риб жирів рослинного і тваринного походження з підвищеним вмістом таких насичених жирних кислот, як капронова $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}]$ і каприлова $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}]$, знижується поїдання кормових сумішей із-за різкого неприємного запаху цих кислот.

Вуглеводи. Поряд з білками, амінокислотами і жирами виняткове значення в годівлі риб мають вуглеводи, які необхідні всім тваринам, оскільки їх вміст у кормових раціонах визначає рівень енергетичного живлення. Вони безпосередньо впливають на інтенсивність обміну жирів і протеїнів, нестача вуглеводів у кормах може спричинити розлад обміну речовин. Так, якщо в кормосумішах для риб джерелом енергії є вуглеводи, то білки забезпечують вищий приріст маси тіла риб порівняно з енергозабезпеченістю за рахунок жирів.

За хімічним складом вуглеводи — це сполуки вуглецю, водню і кисню загальної формули $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$. Їх зазвичай поділяють на такі групи:

- *моноцукриди — пентози ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n — арабіноза, ксилоза, рибоза та гексози ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)_n — глюкоза, фруктоза, галактоза, манноза;*
- *дицукриди — сахароза, лактоза, целобіоза;*
- *трицукриди — рабіноза;*
- *поліцукриди — пентозани ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$)_n — арабін, ксилан та гексозани ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ — декстрин, крохмаль, целюлоза, інсулін, глікоген;*
- *інші поліцукриди — геміцелюлози, смоли, слиз, пектинові речовини.*

Знання хімічного складу поширених кормів та фізіологічного значення поживних речовин, які містяться у кормах, є важливою передумовою створення раціональної системи годівлі риб.

Питання для самоперевірки:

1. Потреби риб в поживних речовинах.
2. Протеїни, як вони поділяються?
3. Протеїди, їх характеристика та функція яку вони відіграють в живленні риб.
4. Амінокислоти, які здатні синтезуватися в організмі, їх характеристика.
5. Незамінні амінокислоти, їх характеристика.

6. Жири і жирові добавки , необхідність їх в раціоні риб.
7. Значення вуглеводів в годівлі риб та їх вплив на організм.

4. КЛАСИФІКАЦІЯ КОРМІВ

Залежно від технології виробництва риби різних вікових груп з урахуванням видоспецифічних особливостей конкретних об'єктів культивування використовують дуже різноманітні корми. У цьому зв'язку цілком зрозуміло, що пропорційно підвищенню рівня інтенсифікації виробництва у раціоні риб має закономірно зростати частка пропонованих штучних кормів.

Сучасне традиційне тепловодне рибництво ґрунтується на полікультурі, основою якої є коропа і представники далекосхідної прісноводної іхтіофауни (білий і строкатий товстолобики, білий амур). Як правило, витрати комбікормів розраховують і визначають за числом екземплярів коропа на одиниці водної площі з урахуванням певної відсоткової поправки на інші компоненти полікультури. Вирощування коропа різних вікових груп за ставових умов певною мірою лімітується наявністю природних кормів іхтіології віднесено до групи мирних тваринних риб. За умов штучного вирощування коропа у спеціалізованих ставах, малих і середніх водосховищах певну кількість продукції можна отримати за рахунок природних кормів тваринного походження, які продукуються безпосередньо у цих водоймах. Якщо є бажання отримати більшу кількість продукції коропа, слід збільшити його концентрацію і забезпечити годівлю штучними кормами пропорційно обсягу нарощування кількості особин коропа на одиниці площі експлуатованих акваторій.

Сучасна рибогосподарська наука і практичний досвід фахівців засвідчують, що у раціоні коропа, якого вирощують у спеціалізованих ставах, малих і середніх водосховищах, частка природних тваринних кормів має становити не менше 20—30 % залежно від віку, фізіологічного стану і призначення певних груп риб.

Вирощування коропа та представників далекосхідної іхтіофауни, які дістали поширену узагальнювальну назву — рослиноїдні риби, у спеціалізованих ставах, пристосованих малих і середніх водосховищах, водоймах-охолодниках у разі переходу від пасовищної аквакультури до інтенсивного вирощування риби потребує застосування штучних кормів, до складу яких у певному співвідношенні входять компоненти рослинного і тваринного походження. Безсумнівно, частка тваринних компонентів має збільшуватись адекватно нарощуванню концентрації коропа на одиниці площі відповідної акваторії. Стосовно рослиноїдних риб гостра проблема у годівлі відсутня. Як правило, розрахунок їх концентрації на одиниці площі ґрунтується на динаміці біомас фітопланктону, макрофітів та

окремих складових зоопланктону, які не належать до харчового раціону певних вікових і статевих груп коропа.

У разі вирощування риби за умов господарств індустріального типу, де частка потрібних природних кормів у раціоні практично відсутня, вимоги до штучних кормів різко зростають. До складу кормосумішей у цьому разі слід додатково включати білки тваринного походження, кількість яких має компенсувати відсутність у раціоні риби природних кормових організмів тваринного походження. У зв'язку з цим штучні корми для вирощування риби у господарствах індустріального типу за своїм складом істотно відрізняються від штучних кормів, які застосовують у традиційних тепловодних ставових рибних господарствах, малих і середніх водосховищах, безпосередньо у водоймах-охолодниках промислових та енергогенерувальних підприємств.

Поряд з традиційними об'єктами рибництва світова практика засвідчує наявність сталої тенденції розширення асортименту культивованих об'єктів. Насамперед це стосується лососевих, осетрових, сомових, кефалевих, серед яких виділено низку нових перспективних об'єктів аквакультури, які потребують кормів відповідно до своїх видоспецифічних особливостей.

Класифікація кормів у цьому плані має підлягати певній системі, за якою диференціюють існуючі корми, і враховувати можливі шляхи їх удосконалення, створення нових кормів для зростаючого різноманіття видового складу риб, яких культивують у штучних умовах із застосуванням годівлі.

4.1. Природні корми

До природних кормів належать різні групи гідробіонтів рослинного і тваринного походження, які є їжею відповідних видів риб і визначають приріст рибної продукції, тобто створюють природну рибопродуктивність. Як уже зазначалось, риб за характером живлення умовно поділяють на три головні групи: фітофаги, зоофаги і зоофітофаги, яких, у свою чергу, поділяють на дрібніші угруповання. Останнім властиве домінування відповідних природних кормових компонентів у харчовому спектрі. У складі харчової грудки фітопланктофагів домінує *фітопланктон*, до якого віднесено всю сукупність завислих, вільно плаваючих дрібних водоростей, які розвиваються у шарі води, куди надходить сонячна енергія (евфотична зона) і відбувається фотосинтез. Фітопланктон є головним, а іноді і єдиним первісним продуцентом органічної речовини, за рахунок якої існує все живе у водоймах. Якісний і кількісний склад фітопланктону у різних водоймах неоднаковий і залежить від фізичного та хімічного режимів останніх. Простежується виражена сезонна динаміка його розвитку. До поширених і найбільш розвинених у водоймах належать

водорості з груп діатомових, зелених, синьозелених . Менше значення мають пірофітові, евгленові, золотисті, жовтозелені водорості.

Добрі харчові властивості мають зелені водорості (тип Chlorophyta) класу протококових, які за біохімічним складом особливо привабливі як кормовий об'єкт фітопланктофагів. Деяких представників цієї групи (хлорела, сценедесмус) використовують для масового штучного культивування. Суха речовина цих водоростей містить від 36,7 до 59,6 % білків, серед яких добре засвоювані рослиноїдними рибами всі незамінні амінокислоти, від 10,5 до 51,2 % жирів, у складі яких виявлено до 80 % ненасичених жирних кислот, від 26,0 до 52,1 % вуглеводів. Протококові водорості продукують майже всі відомі вітаміни, енергетична цінність їх сухої речовини варіює від 18,8 до 28,0 кДж/г (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Біохімічний склад та енергетична цінність планктонних водоростей
(усереднені значення)

Група водоростей	Вміст у сухій речовині, %				Енергетична цінність сухої речовини, кДж/г
	Білки	Жири	Вуглеводи	Зола	
Діатомові	24,0	9,0	17,0	50,0	12,21
Синьо-зелені	40,0	8,0	41,0	11,0	19,21
Зелені	46,0	14,0	32,0	8,0	21,99
Евгленові	69,2	15,0	2,8	13,0	23,87

За харчовими властивостями зелені водорості поступаються лише евгленовим, які, на жаль, не дуже розвинені у рибогосподарських водоймах.

Суша речовина діатомових водоростей містить досить багато золи і порівняно мало білка та вуглеводів, що знижує поживну цінність цієї групи водоростей. Певні негативні якості мають і синьозелені водорості, які містять значний відсоток важкоперетравлюваних білків і вуглеводів, продукують деякі токсичні речовини, що обмежує їх фізіологічну доступність для фітопланктофагів.

Макрофітофаги задовольняють свої харчові потреби за рахунок споживання *макрофітів*, до яких належать переважно вищі водні рослини порівняно великих розмірів. Макрофіти у водоймах утворюють низку екологічних груп:

- рослини з плаваючими листками (ряски, водяний горіх, водяна лілія, сальвінія, водокрас, жовте латаття, водяний перець, водяна гречка);
- надводні рослини (очерет, комиш, осока, рогіз, айр, стрілолист, їжача голівка);

- підводні рослини (рдести, уруть, валіснерія, елодея, кушир, жабуриння). Характеристику поживних властивостей макрофітів на прикладі деяких видів рослин можна бачити за даними табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Біохімічний склад та енергетична цінність макрофітів
(усереднені значення)

Макрофіти	Волога, %	Вміст у сухій речовині, %				Енергетична цінність сухої речовини, кДж/г
		Білки	Жири	Вуглеводи	Зола	
Очерет	86,0	21,6	0,2	56,1	22,1	14,38
Ряска	82,2	23,8	—	55,8	20,4	13,75
Водяний перець	81,6	24,5	1,0	53,6	20,9	15,68
Жабуриння	84,7	7,8	—	54,0	38,2	11,08

Фітопланктон, макрофіти і рослинні компоненти перифітону належать до автотрофних організмів. Вони становлять перший трофічний рівень і завдяки перебігу реакції фотосинтезу забезпечують формування первинної продукції, створюючи енергетичну та екологічну основи для функціонування всієї водної екосистеми.

Високу харчову цінність мають безхребетні тварини, які мешкають у товщі водойм, більш-менш пасивно "ширяють" у воді, пасивно переносяться течіями і не здатні їм активно протистояти. Цю доступну групу кормових організмів, що дістали назву — *зоопланктон*, споживають на перших етапах екзогенного живлення практично усі види риб, незважаючи на їх подальшу харчову спеціалізацію.

Зоопланктон за розмірними характеристиками поділяють на 4 групи:

- *нанопланктон* (нанос — карликовий), або *бактеріопланктон* — організми завдовжки менше 0,05 мм (бактерії, джгутікові);
- *мікропланктон* — організми завдовжки від 0,05 до 1 мм (коловертки, найпростіші);
- *мезопланктон* (мезос — середній) — організми завдовжки від 1 до 5 мм (нижчі ракоподібні, личинки донних безхребетних);
- *макропланктон* (макрос — великий) — організми завдовжки понад 5 мм (деякі нижчі і вищі ракоподібні).

Характерною ознакою планктонних організмів є повна відсутність або незначний розвиток органів пересування. Для утримання свого тіла у за-

вислому стані вони мають певні пристосування, серед яких найпоширеніші: редукція скелетних утворів, накопичення речовин з низькою густиною (жирові та газові включення), обводнення тіла, утворення виростів .

Основою біомаси зоопланктону рибогосподарських водойм, як правило, є представники мікро- та мезопланктону. Серед них доцільно виділити коловерток та нижчих ракоподібних (веслоногі, гіллястовусі, зяброногі), поживні характеристики яких наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Біохімічний склад та енергетична цінність організмів зоопланктону (усереднені значення)

Група зоопланктону	Вміст вологи, %	Вміст у сухій речовині, %				Енергетична цінність сухої речовини, кДж/г
		Білки	Жири	Зола	БЕР	
Інфузорії		58,1	31,7	3,4	6,8	27,59
Коловертки	90,4	55,2	10,5	11,5	22,8	18,39
Ракоподібні						
веслоногі	88,6	65,9	13,8	11,8	8,5	22,57
гіллястовусі	91,2	51,7	8,4	19,7	20,2	19,23
зяброногі	86,9	49,1	16,7	21,9	12,3	20,48

в табл. : БЕР — безазотисті екстрактивні речовини.

Для живлення личинок риб особливе значення мають бактеріо- та мікропланктон, поживну характеристику яких наведено на прикладі інфузорії.

Серед розглянутих представників безхребетних найвищий вміст білка мають веслоногі ракоподібні (циклопи, діатомуси, калянуси), максимальний вміст жиру — інфузорії, що забезпечує їх найвищу енергетичну цінність (у середньому в розрахунку на суху речовину 27,59 кДж/г).

Основою природної кормової бази рибзообентофагів є організми *зообентосу*, що включає донних тварин, які живуть на ґрунті і в ґрунті водойм . Залежно від способу життя у складі зообентосу розрізняють такі групи:

- *інфауна*, або тварини, які живуть у товщі ґрунту (черви, деякі молюски і ракоподібні, личинки комах);
- *епіфауна*, або тварини, які прикріплені до субстрату (двостулкові молюски, кишковопорожнинні, деякі ракоподібні і черви);

- онфауна, або тварини, які пересуваються по поверхні ґрунту (ракоподібні, черевоногі молюски, п'явки);
- нектобентос, або придонні тварини, які плавають поблизу дна і періодично опускаються на нього (мізиди, амфіподи, ізоподи, кумацеї).

Донні тварини, які є основою зообентосу, мають досить високу харчову цінність для риб (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Біохімічний склад та енергетична цінність організмів зообентосу
(усереднені значення)

Група зообентосу	Вміст вологи, %	Вміст у сухій речовині, %				Енергетична цінність сухої речовини, кДж/г
		Білки	Жири	Зола	БЕР	
Молюски						
двостулкові	52,3	11,0	1,5	82,0	5,5	4,18
черевоногі	73,0	20,9	5,0	64,8	9,3	8,36
Ізоподи	80,6	51,4	2,8	40,0	5,8	14,21
Мізиди	78,0	68,8	10,6	13,4	7,2	21,74
Амфіподи	83,2	48,4	7,0	26,5	18,1	17,56

Однак ці кормові об'єкти менш доступні, на їх пошук і добування риби витрачають більше зусиль, тобто зазнають додаткових енергетичних витрат.

Серед наведених груп донних безхребетних найвищий вміст білка у розрахунку на суху речовину у рачках (мізиди), до них наближаються личинки комах (хірономіди) і малощетинкові черви (олігохети). У цих групах тварин найвищий і вміст жирів і, відповідно, вони максимально поживні. Найнижчі поживні характеристики мають молюски, особливо двостулкові. Проте в цьому разі слід враховувати наявність у згаданих тварин громіздкого вапняного зовнішнього панциру — черепашок, оскільки їх біохімічний аналіз проводили разом з ним.

Слід зазначити, що поживна цінність детриту рослинного походження вища, ніж самих рослин, з яких він утворений. Навпаки, якісні показники детриту, сформованого з решток зоопланктону, значно нижчі, ніж тварин, з решток яких він утворений. Це пов'язано з інтенсивнішим його розкладанням.

Ступінь розкладання детриту істотно впливає на його біохімічні показники. Наприклад, у перші дні після відмирання детрит з фітопланктону містить менше білків і жирів ніж через 20-30 днів після початку розкладання.. Це пояснюють наявністю і життєдіяльністю бактерій.

В міру органічних решток водоростей і відмирання бактерій (через 1,5— 2 міс) вміст білка і жиру різко зменшується (табл. 4.6). Детрит із зоопланктону повністю розкладається упродовж 15—20 діб.

У зв'язку з наявністю у складі культивованих об'єктів іхтіофагів або хижаків доцільно розглянути окремі показники, які характеризують малоцінні та дрібні види риб як кормовий компонент (табл. 4.7). Кваліфіковане використання хижої риби дає змогу, з одного боку, зменшити кількість смітної риби і поліпшити умови нагулу культивованих видів, з іншого — трансформувати м'ясо малоцінної риби у харчову рибопродукцію, яка користується великим ринковим попитом завдяки високим смаковим якостям (сом) і незначному вмісту жиру (щука, судак).

Таблиця 4.5

Біохімічний склад та енергетична цінність детриту різного походження (усереднені значення)

Походження детриту	Вміст вологи, %	Вміст у сухій речовині, %				Енергетична цінність сухої речовини, кДж/г
		Білки	Жири	Зола	БЕР	
З фітопланктону	76,1	30,7	2,4	21,5	45,4	16,13
З очерету	87,0	32,8	2,3	13,9	51,0	17,35
З ряски	81,9	22,7	2,1	17,6	57,6	
Із жабурина	85,0	6,1	—	47,0	46,9	9,45
Із зоопланктону	90,0	28,2	7,0	39,9	24,9	13,71
З дна ставу	72,1	6,1	—	87,0	24,9	4,05

* Біохімічний склад моллюсків визначено за органічною речовиною разом із черепашками.

Таблиця 4.6

Динаміка біохімічного складу детриту з фітопланктону за ступенем розкладання

Період розкладання	Вміст вологи, %	Вміст у сухій речовині, %				Енергетична цінність сухої речовини, кДж/г
		Білки	Жири	Зола	БЕР	
Початок	76,1	37,5	2,3	19,3	40,9	17,56
Через 22 доби	78,7	39,6	3,6	15,2	41,6	17,89
Через 35 діб	74,0	40,6	3,6	13,9	41,9	18,18
Через 48 діб	75,5	5,7	0,3	37,7	56,3	10,95

Таблиця 4.7

Біохімічний склад малоцінних видів риб
(усереднені значення)

Вид риби	Вміст	Вміст у сухій речовині, %		
	вологи, %	Білки	Жири	Зола
Уклея	76,9	15,9	4,2	3,0
Пічкур	75,9	15,8	3,5	3,8
Тюлька	70,0	14,0	13,0	3,0
Бичок	78,0	18,0	1,0	3,0
Верховодка	76,2	15,8	4,4	3,6
В'юн	71,5	22,0	2,0	4,5
Йорш	73,0	20,0	5,0	4,0
Окунь	77,4	17,5	1,8	3,3
Плоскирка	75,0	19,5	3,0	2,5
Гірчак	74,2	17,5	3,8	4,5
Карась	78,4	17,0	1,0	3,6
Краснопірка	78,0	17,5	0,7	3,8
Плітка	76,9	19,0	2,0	2,1

Наведена інформація не є вичерпною, однак вона досить вагомо засвідчує, що процеси, які відбуваються у природних і штучних водоймах, супроводжуються продукуванням великих обсягів гідробіонтів рослинного і тваринного походження. Ці гідробіонти здебільшого слід розглядати як кормові об'єкти для відповідних груп риби. Керуючи природними іхтіоценозами і створюючи оптимізовані штучні іхтіоценози, які потребують годівлі, треба чітко уявляти обсяги бажаної рибної продукції та яка її частка буде отримана за рахунок природної кормової бази, а яка — за рахунок годівлі.

Така орієнтація дасть змогу зменшити витрати на корми, відповідно знизити собівартість отриманої продукції, що супроводжуватиметься підвищенням товарної і дієтичної якості риби.

4.2. Штучні корми

З розгляду певних якісних і кількісних параметрів кормів природного походження у зв'язку з характером живлення культивованих об'єктів, чітко видно, що конкретні види риби для свого нормального існування, забезпечення росту і розвитку потребують відповідного харчового раціону, який здатний задовольнити фізіологічні потреби організму на оптимальному рівні. Ця теоретична концепція досить відома. Вона покладена в основу підходу до створення штучних кормів, які

застосовують у разі культивування окремих видів риб у спеціалізованих рибних господарствах.

Виходячи з цього, корм має бути доступним за розмірами і мати відповідну консистенцію, що дасть риbam змогу споживати його без значних витрат енергії. Бажана наявність кормів тоді, коли риба відчуває в них потребу. При цьому корм має бути привабливим за смаком, кольором, запахом і маги хімічно оптимальний склад. За дотримання цих умов пропоновані корми швидко перетравлюватимуться і засвоюватимуться, забезпечуючи енергетичні і пластичні потреби організму відповідно до умов вирощування.

У зв'язку з цим штучні корми мають задовольняти існуючі вимоги, які логічно випливають з анатомічних особливостей будови органів живлення, фізіологічних особливостей травлення і засвоєння їжі культивованими видами риб, що коригується динамікою фізико-хімічних параметрів зовнішнього середовища. Штучні корми або кормові засоби мають виключати шкідливу дію на риб, забезпечувати нормальний перебіг фізіологічних процесів, сприяти максимальній реалізації потенціалу росту і нормальному розвитку системи відтворення.

Усі без винятку штучні корми для риб не властиві, тому необхідний певний термін або період звикання риби до кожного виду штучних кормів. Він може мати різну тривалість, що пов'язано з якістю корму, його відповідністю розглянутим вище вимогам.

Якість кормів тісно пов'язана з походженням окремих компонентів, які залучені до їх складу. Це стало передумовою розподілу кормових засобів. Широковідомі розробки засвідчують існування класифікації за походженням, згідно з якою всі корми або кормові засоби розподіляють так: корми рослинного походження; корми тваринного походження; комбікорми; синтетичні препарати; харчові відходи; мінеральні корми; біологічно активні домішки, або премікси.

У рибництві як корми рослинного походження найбільш поширені зернові злаки і бобові, макухи і шроти, відходи борошномельного виробництва, вища водна рослинність.

З кормів тваринного походження для годівлі риб використовують відходи переробки риби, тварин і птахів; відходи переробки молока або молочні відходи; відходи боєнь, суху і натуральну кров.

У рибництві для годівлі риб використовують також продукти мікробіологічного і хімічного синтезу: кормові дріжджі, фосфати, відходи бродильних виробництв, синтетичні препарати вітамінів, мікроелементів, гормонів, ферментів і антибіотиків.

Як добавку до рибних кормів використовують мінеральні домішки — крейду, вапняк, фосфати, цеоліти, глини, деякі солі мікроелементів.

В останні роки у кормах для риб все ширше використовують премікси, які завдяки наявності певного набору вітамінів, макро- та мікроелементів значно підвищують ефективність кормових засобів шляхом оптимізації фізіологічних процесів об'єктів культивування.

У разі використання кормів і кормосумішей слід враховувати видовий і віковий склад риб, керуватися науково обґрунтованою рецептурою, яка відображена у державних стандартах.

Під час аналізу штучних кормів і кормових засобів, які використовують для годівлі різних видів і вікових груп риб, привертає увагу той факт, що їх основою за умов відповідної обробки, кількісного та якісного підбору є низько- і високобілкові компоненти рослинного і тваринного походження, добавки продуктів мікробіологічного синтезу. У разі додавання до цієї основи рістстимулювальних речовин реальним є отримання стійкого рибогосподарського ефекту.

Нині є штучні корми, які успішно використовують для годівлі різних видів і вікових груп риб, яких культивують у спеціалізованих ставах, водосховищах різного походження і призначення, лотках, саджалках, басейнах, де рибу вирощують за індустріальними методами.

4.3. Живі корми

Великий досвід багатьох попередніх поколінь фахівців, які присвятили своє життя рибництву, результати новітніх досліджень учених переконливо засвідчують користь кормових гідробіонтів під час формування раціону риб за умови їх відповідності видоспецифічним особливостям живлення риб.

Досі одним з головних елементів інтенсифікації сучасного рибництва, яке ґрунтується на спеціалізованих рибницьких ставах або пристосованих водоймах, є стимулювання збагачення чисельності і біомаси кормових гідробіонтів за допомогою впливу на штучні екосистеми комплексу органо-мінеральних добрив. Залежно від особливостей живлення конкретних видів риб цей вплив може бути різним: цілеспрямованим і орієнтованим на певну групу продуцентів, що є основою раціону фітофагів, або опосередкованим і орієнтованим на стимулювання через продуцентів відповідної групи консументів, які є основою раціону зоопланктофагів, зообентофагів і певною мірою хижаків.

Поки що методи стимулювання розвитку кормових гідробіонтів за рахунок використання органо-мінеральних добрив найширше впроваджені у ставовому рибництві. Рибництво, яке ґрунтується на пристосованих водоймах штучного і природного походження, також передбачає можливість використання для цих цілей органо-мінеральних добрив, але за умови, що

ці заходи відповідають вимогам санітарних і природоохоронних організацій, не викликають заперечень з боку інших водокористувачів.

Повертаючись до проблеми культивування риб в умовах рибницьких господарств різного типу, привертає увагу той факт, що використання традиційних штучних кормів залишається досить дорогим заходом інтенсифікації виробництва. Незважаючи на багаторічні зусилля в напрямку поліпшення ситуації, якість кормів невисока, вони не достатньо відповідають фізіологічним потребам риб, а подальша оптимізація хімічного складу штучних кормів спричинює істотне зростання їх вартості.

Однак слід зазначити, що всі види риб, незважаючи на їх належність до різних екологічних груп за характером живлення, на личинковій стадії розвитку з переходом на екзогенне харчування споживають дрібні зоопланктонні організми. Наявність у личинок риб досить малого ротового отвору, ще меншого просвіту глотки, низька активність травних ферментів, хеморецепторні особливості не дають змоги ефективно використовувати штучні корми. Завдяки наявності дрібних водних безхребетних (бактерій, інфузорій, коловерток) з високим вмістом низькомолекулярних пептидів і вільних амінокислот відбувається засвоєння цих організмів без істотної обробки їх у травному тракті. Велике значення живих кормів полягає не тільки в їх повноцінності, а й в активній дії на ферментну систему личинок, в активуванні біохімічних процесів в організмі. Ці обставини передбачили впровадження у технології годівлі риб специфічного напрямку — вирощування живих кормів, що дає змогу збагатити харчові раціони багатьох видів риб, яких штучно відтворюють в умовах сучасних рибницьких заводів. При цьому живі корми можна безпосередньо згодовувати риbam, включати до складу штучних кормосумішей або додавати у вигляді вологих гранул як кормовий компонент.

Сучасні рибницькі заводи з відтворення і вирощування цінних промислових видів риб мають спеціалізовані дільниці, які культивують відповідні організми рослинного і тваринного походження, з подальшим їх використанням для годівлі риб на ранніх стадіях постембріогенезу. Цей напрям вбачається досить перспективним, здатним забезпечити фізіологічно повноцінним кормом личинок і мальків культивованих видів риб, що дасть змогу знизити відходи у критичні періоди вирощування й отримати життєстійку молодь для подальшої її інтродукції у природні та штучні водойми, вирощування у саджалках, лотках, басейнах, ставах. У зв'язку з викладеним, очевидна необхідність певної суми знань стосовно виробництва живих кормів.

Культивування водоростей. В останні роки отримано низку перспективних штамів планктонних водоростей, які добре розвиваються на

мінеральних середовищах з добавкою витяжки гною і комунально-побутових стічних вод, що забезпечують високий приріст біомаси.

У культиваторах закритого типу місткістю 1,5 м³ з добавлянням до середовища стічних вод тваринницьких комплексів отримують культуру хлорели і спіруліни щільністю до 100 млн клітин в 1 мл, а з додаванням курячого посліду продуктивність їх зростає на 15—18 %. Виявлено досить тривалу стійкість спіруліни до азотного голодування (до 54 діб), після чого в разі вміщення її у насичене ним середовище процеси синтезу органічних сполук повністю відновлюються.

Культивування найпростіших. З найпростіших у штучних умовах масово культивують поширених і високопродуктивних інфузорій, переважно *Paramecium caudatum*, іноді інші види (*P. bursaria*, *P. aurelia*, *Colpoda steine*, *Stylonichia pustulata*). З цією метою використовують різноманітні чани, ванни, невеликі бетонні басейни, в які наливають на 40—50 см профільтровану воду. Як бактеріальне середовище для живлення інфузорій застосовують настій із салату, відвари з різних круп (вівсяної, рисової, пшеничної), розбавлене молоко (з розрахунку 1,5—2 мл сирого молока на 1 л води), кормові дріжджі (100 г/м³ або 1 г на 10 л води). Однак найчастіше для одержання бактеріального корму використовують сінний відвар, який готують заливанням киплячою водою сіна (з розрахунку 1 л води на 20 г сіна) з подальшим його кип'ятінням упродовж 5—10 хв. Через 6—12 год сінний відвар фільтрують і настоюють 1—2 доби, після чого розбавляють профільтрованою ставовою водою (на 100—200 л води достатньо 2—3 л сінного відвару) і вносять маточну культуру інфузорій.

Попередньо маточну культуру вирощують у невеликих місткостях (0,2—3 л), куди вміщують профільтровану воду та ґрунт з місцевого ставу з додаванням 1—1,5 мл сінного відвару. Інтенсивне розмноження інфузорій і насичення культури відбувається за 3—4 доби.

Інфузорії культивують за певних абіотичних умов: оптимальний термічний режим 20—22°C, активна реакція середовища (рН) 7,2—7,6, перманганатна окиснюваність не менше 22 мг О₂ /л, вміст розчиненого у воді кисню — 0,4—6 мг/л. За цих умов культура дозріває на 4-ту добу, за нижчих температур — на 9—10-ту.

Культивування коловерток. Як об'єкти масового культивування використовують два види коловерток-брахіонусів — *Brachionus calyciflorus* і *Br. rubens*, які належать до рослиноїдних тварин-фільтраторів і споживають планктонні мікродорості.

Кормову культуру для коловерток, основою якої є протококові водорості (сценедесмус, спіруліна, хлорела), вирощують окремо у культиваторах відкритого типу місткістю 450 л. Культуру вважають готовою, якщо її прозорість за диском Секкі становить близько 5 см.

Вирощувати коловерток можна у бетонних басейнах, саджалках з поліетиленової плівки, невеликих ставах, які заповнюють профільтрованою водою для запобігання забрудненню культури хижими видами планктонних безхребетних. У місткість додають кормову культуру водоростей до їх концентрації у середовищі 3—5 млн клітин на 1 мл, після чого вносять маточну культуру коловерток. За початкового заряджання 2 екз. в 1 мл, температури води 25—26 °С та щоденної годівлі водоростями культура дозріває на 5—6-ту добу, коли чисельність коловерток досягає 120—140 екз. в 1 мл. Після цього слід розпочинати зняття продукції. В разі правильного культивування за температури води 25—27°С можна щоденно отримувати до 100—200, за температури води 12—17°С — до 40—50 г/м³ продукції коловерток.

Культивування гіллястовусих ракоподібних. Представники ряду Cladocera посідають одне з провідних місць за масштабами їх використання як живого корму для риб. З багатьох видів гіллястовусих ракоподібних як об'єкти культивування на практиці використовують лише дафній (переважно *Daphnia magna*) і моїн (*Moina macrocopa*, *M. rectirostris*), які характеризуються високою плодючістю, швидким ростом і витривалістю до несприятливих умов середовища). В останні роки позитивні результати отримано при культивуванні церіодафнії *Ceriodaphnia reticulata* і хідоруса *Chydorus sphaericus*.

Для культивування гіллястовусих ракоподібних рекомендують використовувати бетонні басейни або невеликі стави завглибшки до 1 м, які заливають водою з будь-якої прісної водойми. Оптимальна температура води для утримання рачків становить 15—25 °С, водневий показник рН — 6,8 ... 7,8, вміст кисню — не менше 3—6 мг/л, окиснюваність — 15—26 мг O₂/л. Для стимулювання розвитку фіто- і бактеріопланктону, які споживаються рачками, вносять сухий кінський чи коров'ячий гній з розрахунку 0,5—1 кг/м³ води, періодично — невеликі дози суперфосфату та аміачної селітри.

Вихідну культуру рачків отримують кількома шляхами:

- відловлюванням навесні у природних водоймах;
- з ефіпальних яєць, які збирають пізно восени у природних водоймах, висушують і зберігають у сухому приміщенні за температури 1—5 °С, а далі отримують з них вихідний матеріал;
- утриманням маточного поголів'я рачків у водоймах завглибшки не менше 1,5 м із запобіганням їх замерзанню.

Початкова щільність маточної культури рачків має становити близько 10 г/м³. Зняття продукції культури розпочинають за біомаси від 300 г/м³, яка створюється залежно від умов на 10—25-ту добу вирощування. Розрідження слід проводити систематично, оскільки часткове видалення рачків підтримує постійний інтенсивний ріст культури.

Культивування зяброногих ракоподібних. Найбільш технологічним об'єктом культивування серед інших ракоподібних є зяброногий рачок артемія *Artemia salina*, який розвивається у водоймах з підвищеним ступенем мінералізації води. Артемія в осінньо-зимовий період відкладає величезну кількість яєць, які добре захищені міцними оболонками, легко витримують екстремальні температури, придатні для масової заготівлі і тривалого зберігання.

Особливо цінними як стартовий корм для личинок риби є наупліуси артемії, які досить істотно відрізняються від дорослих рачків і мають оптимально доступні розміри для споживання їх личинками риби. Розвиток наупліусів у дорослі особини відбувається упродовж 17—25 діб, що дає змогу тривалий час використовувати їх як стартовий корм для молоді риби. Особлива привабливість артемії полягає у технологічності її як об'єкта культивування.

Для інкубації яєць артемії, яку здійснюють у 3—5%-му розчині NaCl або N82804 , найбільш поширені апарати Вейса різних модифікацій місткістю 50—100 л. Оптимальна температура води в період інкубації має становити 27—29 °C і містити не менше 6—7 мг кисню на 1 л. В інкубаційний апарат на 1 л сольового розчину вносять від 8 до 15 г яєць, для активування яких з метою підвищення виходу наупліусів доцільно додавати 0,1—0,3 мл 33%-го розчину пероксиду водню. Інкубаційні місткості слід обладнати аераційними пристроями (компресор, дифузор), які шляхом барботажу утримують яйця у завислому стані і збагачують розчин киснем.

Із 100-літрового апарата в разі інкубації яєць артемії зі схожістю 80 % можна одержати від 0,5 до 1 кг живих наупліїв, які відокремлюють від шкаралупи у місткостях з прісною водою, де вони концентруються скупченим шаром. За допомогою сифону їх виловлюють і згодують личинкам риби.

Культивування черв'яків. Досліди щодо штучного вирощування проведено з багатьма видами черв'яків, але масово культивують у виробничих умовах лише олігохету білу енхітрею (*Ehytraeus albidus*) і каліфорнійського червоного черв'яка.

Біла енхітрея, яка належить до класу олігохет або малощетинкових кільчаків, досягає довжини в умовах культивування 4,5 см, живе до 8—9 міс, відкладає до 45—50 кладок у вигляді коконів із загальною кількістю яєць близько 1000 шт. Для її розведення використовують ящики, виготовлені з нефарбованих дощок, заввишки 10—15 см і площею дна 0,2—0,3 м². На дно ящиків вміщують шар торфу, а зверху насипають садовий ґрунт м'якої структури, без сторонніх домішок і добре зволожений. Ящик накривають дерев'яною кришкою встановлюють у спеціально обладнаній 8—10-ярусній стелажі, як розташовують у приміщеннях — олігохетниках. Для олігохетника будують допоміжні приміщення: кухню — для приготування

корму, комору — для зберігання продуктів, робочу кімнату — для вибирання черв'яків з ґрунту.

Початкову маточну культуру білої енхітреї вносять у ґрунт на глибину 3—4 см з розрахунку 200—250 г/м². Для годівлі олігохет використовують органічні речовини переважно рослинного походження, які попередньо заварюють і подрібнюють. Корм дають один раз у тиждень, його вносять у два-три рівчаки завглибшки 5 см і ретельно загортають землею. Максимальна порція кормів, які вносять у ящик площею 0,2 м², на один тиждень становить: борошно або крупа — 180 г сухої маси, коренеплоди або овочі — 600 г сирової маси, трав'янисті рослини — 750 г сирової маси, гідролізатні дріжджі — 50-60 г сухої маси.

Для нормального розвитку і росту олігохет найбільш сприятливий термічний режим 17-18 °С (можливі коливання 10-22 °С), оптимальна вологість ґрунту потрібної структури — 23-25 % (можливі коливання 22-32 %), активна реакція середовища (рН) має бути нейтральною або слабкокислою (лужна реакція протипоказана).

Культуру черв'яків починають використовувати в період максимального приросту біомаси, тобто через 40-50 діб з початку їх розведення. Щоденний обсяг вибирання енхітрей з ґрунту — 35-420 г/м²

Каліфорнійського червоного черв'яка розводять як у закритих приміщеннях (на бетонній підлозі з улаштуванням ложа та в дерев'яних, металевих, пластмасових ящиках, на стелажах, у ваннах та інших пристроях з вертикальним накопиченням субстрату), так і у відкритому ґрунті в невеликих місткостях чи на ложі. У закритих приміщеннях з 1 м² площі можна отримати вдвічі більше корисної продукції черв'яків, ніж у відкритому ґрунті.

Кормом для черв'яків можуть бути різні органічні рештки та гній різних типів, які мають містити 20—25 % целюлози (солом'яна січка), піддані бродінню чи ферментації в компостних буртах. Для саморозігрівання і поліпшення ферментації масу слід періодично перемішувати до отримання однорідної суміші та зволожувати з додаванням подрібненого вапна або крейди з розрахунку 5—10 кг/т, наприкінці дати вистоятись 10—15 діб.

Базовий субстрат укладають шаром завтовшки до 25 см, підкорм — до 10 см. Поверхню рівномірно заселяють черв'яками у кількості від 1500 до 2500 шт./м², після чого робочий субстрат накривають солом'яною або мішковиною. Через 3-5 діб субстрат зволожують на 50—60 %, потім доводять зволоження до оптимального — 75 ± 10 %. Температура має становити 17—27 °С, рН середовища — від 6,8 до 7,2. З 1 т використаного черв'яками корму одержують 500—600 кг біогумусу та 100 кг біомаси каліфорнійського червоного черв'яка.

Культивування хірономід. Личинки комарів родини Chironomidae є досить бажаним кормом молоді багатьох видів риби, що визначає

підвищений попит на цей вид природного корму. Хірономіди належать до комах з повним циклом перетворення: на стадіях личинки і лялечки вони живуть у воді, на стадії дорослого організму (імаго) ведуть наземний спосіб життя. У зв'язку з цим їх культивування у штучних умовах пов'язано із значними труднощами.

Як об'єкт культивування серед хірономід було вибрано досить поширений вид *Ghiropomus dorsalis*, личинки якого живуть у мулі стоячих водойм і належать до полісапробних організмів, тобто здатних витримувати значні концентрації органічних сполук. Цей вид має найкоротший життєвий цикл порівняно з іншими представниками родини.

Для культивування хірономід потрібні два світлих приміщення зі сталою температурою повітря 18—22 °С. Одне приміщення слугує для утримання маточного рою комарів, друге — для вирощування личинок. Тривалість життя комарів не перевищує 3—5 діб, статевої зрілості вони досягають вже через 20—30 год. Статевозрілі особини не живляться і, відклавши яйця, гинуть. Для забезпечення яйцекладіння хірономід використовують емальовані кювети заввишки 4—5 см і площею 0,1 м², які заповнюють чистою водою на 2—3 см. В одну кювету щоденно може бути відкладено від 500 до 800 кладок, що достатньо для вирощування 1 кг личинок.

З кювет яйця перекладають для інкубації у фаянсові чашки із шаром води 0,5—1 см і щільністю 400—500 яйцекладок на 1 см² дна. Викльов личинок за сприятливих температур 20—22 °С розпочинається через 40—65 год. Після цього чашки переносять до другого приміщення зі сталою температурою повітря 18 °С, де кладки з личинками вміщують у кювети заввишки 3 см і площею 0,25 м², які на 1,5—2 см заповнені рідким мулом. Кладки з личинками, що виклюнулися, рівномірно розподіляють по поверхні мулової маси зі щільністю 100—150 шт. (50—60 тис. личинок) на 1 м², після чого кювети по 30—40 шт. розміщують у спеціальних стелажах-каркасах.

Для годівлі личинок використовують кормові дріжджі, які рівномірно розподіляють по поверхні кювет через кожні 3 доби за такими нормами, г/м²: на 1-шу добу — 5, на 4-ту — 15, на 7-му — 30, на 10-ту — 45, на 13—15-ту — 45. Вирощування личинок припиняють на 16—17-ту добу, коли вони наближаються до стадії перетворення на лялечку. Щоб їх відібрати, ґрунт з кювет переносять у сітчастий барабан і промивають водою. Продуктивність такого методу культивування личинок хірономід — 10—34 г/м².

Наведена інформація не тільки дає загальне уявлення щодо культивованих кормових об'єктів, яких використовують для годівлі риб, а й допомагає організувати відповідне виробництво, керуючись при цьому

специфікою вирощуваних видів риби і технологій, покладених в основу функціонування рибницького підприємства.

Знання в галузі використання та культивування живих кормів досить корисні і для оптимізації живлення молоді таких традиційних об'єктів рибництва, як короп, білий і чорний амури, білий і строкатий товстолобики, гібриди товстолобиків, великоротий, мапоротий і чорний буфало, судак, щука. Культивування живих кормів є невідомою частиною технологій вирощування осетрових, лососевих, сигових, кефалевих, камбалових видів риби.

Досить різнопланові вимоги щодо видового складу живих кормів у декоративній аквакультурі. Культивування представників екзотичної іхтіофауни у досить відмінних штучних умовах поряд з оптимізацією фізико-хімічного режиму потребує забезпечення їх повноцінним кормом з урахуванням фізіологічного стану, віку, статі, сезону.

Отже, культивування живих кормів є істотним компонентом знань, які необхідні для успішної організації рибогосподарського виробництва за різних форм власності і технологічної спрямованості.

Живі корми здатні забезпечити оптимальний фізіологічний стан риби в умовах штучного культивування, сприяти вирішенню проблеми годівлі молоді в період раннього постембріогенезу за великих концентрацій на одиниці площі або об'єму, зменшувати витрати на стартові корми, забезпечувати високий вихід рибопосадкового матеріалу і товарної продукції.

Питання для самоперевірки:

1. Природні корми, флора і фауна прісноводної водойми.
2. Біохімічний склад, їх енергетична цінність планктонних водоростей та макролітів.
3. Нанопланктон мікропланктон, макропланктон. Їх характеристика та роль в годівлі риби.
4. Детрит, яку роль він відіграє у годівлі риби?
5. Штучні корми їх необхідність при вирощуванні риби.
6. Культивування гіллястовусих та зяброногих ракоподібних.
7. Культивування хірономид, їх роль у годівлі риби.

5. ВЛАСТИВОСТИ КОРМІВ РОСЛИННОГО І ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Інтенсивне ведення рибництва у режимах сучасних технологій виробництва ставить високі вимоги до організації годівлі риби. Рецепти комбікормів для всіх вікових груп риби мають складатись з високоякісних кормів і кормових засобів, здатних забезпечити потреби в енергії, протеїні,

вуглеводах, жирах, макро- і мікроелементах, вітамінах та інших біологічно активних речовинах у найсприятливішому їх співвідношенні. Комбікорми для теплокровних тварин і риб не завжди збалансовані за фактичним хімічним складом компонентів, які входять у ці кормосуміші, що призводить до надмірних витрат кормів на одиницю вирощеної продукції.

Відомо, що в одних і тих самих кормах вміст поживних речовин значно коливається. Наприклад, у зерні твердих пшениць рівень протеїну змінюється у межах 14—24 %, м'яких — 7—22 %. Якість і поживна цінність кормів залежать не лише від їх виду і сортових особливостей інгредієнтів. Часто продукційні властивості кормів безпосередньо визначають або істотно на них впливають агротехніка вирощування кормових культур, ґрунтово-кліматичні умови, особливості заготівлі і зберігання кормів, дія низки інших факторів. Тому доцільно навести диференціювання окремих регіонів України, пов'язане з кормовиробництвом і рибним господарством. За сучасними уявленнями, Україна, займаючи значну територію, має специфічні і досить чітко виражені біогеохімічні зони:

- *Західна, до якої входять Закарпатська, Львівська, Рівненська, Волинська, Тернопільська, Івано-Франківська і Чернівецька області;*
- *Північно-Східна, до якої входять Хмельницька, Житомирська області та північні райони Вінницької, Київської, Чернігівської і Сумської областей;*
- *Центральна, що включає південні райони Вінницької, Київської, Чернігівської і Сумської областей, Черкаську і Полтавську області та північні райони Одеської, Кіровоградської і Харківської областей;*
- *Південна, до якої належать Херсонська, Миколаївська, Запорізька,*
- *Донецька, Дніпропетровська, Луганська області, а також південні і центральні райони Одеської, Кіровоградської, південні райони Харківської областей, Автономна Республіка Крим.*

Кожна зона характеризується своєрідним кліматом, певною кількістю опадів, різноманіттям ґрунтів та іншими особливостями, які впливають на хімічний склад і поживність кормів. Так, для кормів, походження яких пов'язують з більшістю районів Західної зони, характерний підвищений вміст вологи, клітковини; знижений вміст протеїну, кальцію, фосфору, цинку, міді, йоду і кобальту. Корми, що походять з Північно-Східної зони, збагачені на мідь, манган, цинк і кобальт. У кормах, вирощених у Центральній зоні, вміст макро- та мікроелементів перебуває у межах норм, наближених до оптимальних. Корми, що походять з більшості районів Південної зони, мають високу поживну цінність, характеризуються підвищеною концентрацією мангану, але вміст

кальцію й особливо фосфору в них досить малий. Для останніх компонентів помічено варіабельність у широких межах, що зумовлено залежністю від характеру ґрунтів і вмістом у них солей.

У зв'язку з цим очевидно, що під час складання рецептів комбікормів, а також оцінювання хімічного складу і поживності окремих інгредієнтів слід враховувати відмінності у хімічному складі кормових культур залежно від біогеохімічних зон їх вирощування.

Під час оцінювання якості і поживності зерна визначають його натуру, колір, запах, смак, блиск, чистоту, кислотність, ураженість грибами та комірними шкідниками.

Натуру зерна виражають його масою в об'ємі 1 л. Зерно може бути високо-, середньо- і низьконатурне. За сприятливих умов вегетації і збирання врожаю в оптимальні строки зерно має вищу натуру порівняно із зерном, отриманим за умов засухи чи зібраним у недозрілому стані. Наприклад, високонатурне зерно ячменю має масу понад 605, середньонатурне — понад 545 і до 605 г/л включно, низьконатурне — нижче 545 г/л, зерно вівса відповідної натурності — понад 510, 460—510 і нижче 460 г/л. Поживність високонатурного зерна завжди краща, ніж низьконатурного, оскільки на одиницю маси припадає менше "сирої" клітковини і більше протеїну, вуглеводів та інших поживних речовин.

Кожному виду зерна властиві *колір і блиск*, які відбивають якість його визрівання, своєчасність збирання та умови зберігання. Матовий відтінок, темні плями засвідчують псування зерна, що може бути спричинено поганими умовами збирання і зберігання.

Зерно має бути без затхлого, солодового, пліснявого та інших побічних *запахів*. Кондиційне зерно має слабковиражений запах, властивий кожному виду зернових культур. Затхлий, пліснявий запах вказує на псування зерна і його непридатність для згодовування без спеціальної підготовки. Зерно із затхлим запахом перед використанням потрібно провітрити і просушити, а плісняве — промити і піддати термічній обробці. Таке зерно допускається вводити до складу кормових сумішей у мінімальних концентраціях. У разі забруднення спорами головні зерно може набути запаху солоної риби ("оселедцевий" запах), а в разі *ураження кліщами*— нудотного медового запаху.

Якість зерна значною мірою визначається його *вологістю*. За підвищеної вологості посилюється інтенсивність "дихання" зерна, воно розігрівається в процесі зберігання, що супроводжується значними втратами резервних вуглеводів, появою плісняви і досить часто призводить до фактичного його псування. Оптимальна вологість сухого зерна для більшості олійних культур має дорівнювати 8—9, злакових — 12—15 % (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Характеристика зернових кормів за вологістю

Зерно	Вологість, %			
	Сухе	Середньої сухості	Вологе	Сире
Пшениця, ячмінь, жито, рис, овес, гречка, кукурудза	<14,0	14,1-15,5	15,6-17,0	>17,1
Просо	<13,5	13,6-15,0	15,1-17,0	>17,1
Сорго, соя	<12,0	12,1-14,0	14,1-16,0	>16,1
Сочевиця	<14,0	14,1-17,0	17,1-20,0	>20,1
Вика	<15,0	15,1-17,0	17,1-20,0	>20,1
Боби кормові, горох, люпин	<14,0	14,1-16,0	16,1-18,0	>18,1
Соняшник	<11,0	11,1-13,0	13,1-14,5	>14,6
Гірчиця	<10,0	10,1-12,0	12,1-14,0	>14,1
Ріпак, арахіс	<8,0	8,1-10,5	10,6-12,5	>12,6
Льон, кунжут	<8,0	8,1-10,0	10,1-12,5	>12,6

Вміст вологи у комбікормах зумовлений і фізико-хімічною будовою його компонентів. Вологість підвищується із зростанням площі активної поверхні (сипкий або гранульований комбікорм) і залежить від співвідношення у кормосуміші гідрофільних високомолекулярних колоїдних речовин — білків і вуглеводів. Комбікорми, висівки, подрібнена зернова маса (дєрть, борошно) мають відповідну гігроскопічність і перебувають у рухомій рівновазі з вологістю навколишнього середовища. У процесі зберігання їх вологість може змінюватись до рівноважної вологості, що відповідає відносній вологості повітря у приміщенні сховища. Зміна відносної вологості повітря призводить до вбирання або виділення вологи часточками кормів.

Динаміку вологості кормів у процесі зберігання пояснюють не тільки їх гігроскопічністю. Вона, крім того, є наслідком біохімічних і мікробіологічних процесів — аеробіодихання, що супроводжується розщепленням вуглеводів з виділенням води, гідролізом і фосфоролізом. Тому під час закладання кормів у сховище потрібно враховувати як оптимальність їх початкової вологості, так і умови зберігання.

Вологість і температура істотно впливають на *кислотність* кормів. У літній період зберігання комбікормів їх кислотність за однакової вологості зростає значно швидше, ніж у зимовий. Отже, інтенсивність підвищення кислотності залежить від періоду року і тривалості зберігання кормів.

Біохімічний склад комбікормів і їхніх компонентів зумовлюють створення живильного середовища для мікроорганізмів та активність дії ферментів. При цьому корми тваринного походження, особливо кров'яне і м'ясокісткове борошно, які містять значну кількість протеїну (40—75 %), менш стійкі при зберіганні, ніж рослинного. Під час вивчення впливу тривалості зберігання комбікормів у виробничих і дослідних умовах встановлено, що за нормальних технологічних параметрів упродовж 3—4-місячного зберігання вміст сирого протеїну, жиру, клітковини, макро- і мікроелементів вірогідно не змінюється. При цьому псування кормів не виявлено, але дія біологічно активних речовин знижується досить різко. Так, активність вітаміну B_{12} наприкінці першого місяця зберігання втрачається повністю, вітаміну B_2 — знижується на 2—5 %, втрати каротину досягають 35 % і більше. Така тенденція характерна і для інших інгредієнтів.

У зв'язку з цим комбікорми, які збагачені біологічно активними речовинами (БАР), у виробничих умовах бажано зберігати не більше 2—3 тижнів, а найкраще насичувати їх БАР безпосередньо перед використанням. Ці та інші обставини, пов'язані з особливостями зберігання кормів, мають враховувати рибоводи, оскільки у більшості рибницьких підприємств годівля риб має досить виражений сезонний характер. У зв'язку з такою орієнтацією значна частина кормів може досить тривалий час не використовуватись, що призводить до певної втрати їх якості. Отже, корми у рибницькі господарства доцільно завозити у таких обсягах, які б використовувались за оптимальний термін і виключалась можливість зниження якості кормів.

Винятково значущим для риб показником якості зерна є його *смак*. Так, зерно пшениці високої якості має солодкувато-прісний смак, зерно вівса — гіркуватий. Солодкуватого смаку набуває проросле зерно, а гіркуватого — зерно, що тривалий час зберігається внаслідок окиснення жирів, які входять до складу зернових культур. Подібні особливості слід враховувати під час дозування компонентів комбікормів.

Смакові якості і поживна цінність зернових кормів значною мірою залежать від їх забрудненості. У зерні можуть траплятися домішки мінерального (пісок, ґрунт) або органічного (насіння смітних, шкідливих і отруйних трав) походження, компоненти господарської діяльності людини. Наприклад, у зерні ячменю, заготовленого для кормових цілей, згідно з вимогами стандарту вміст сторонніх домішок не може перевищувати 0,5 %, у тому числі: насіння гірчака рожевого, гірчака-софори, мишачого хвоста (у сукупності) — не більше 0,1 %, насіння вязіля та геліотропа опушеноплідного (окремо) — не більше 0,1 %, наявність насіння триходесми (інкануму) не допускається. Слід виключити наявність смітних домішок у фуражному зерні, яке

передбачається використовувати для приготування стартових комбікормів. Допустимі концентрації домішок регламентують відповідні стандарти (табл. 5.2). Умовно чистим може вважатись зерно, засміченість якого органічними домішками не перевищує 0,5—2 %.

Таблиця 5.2

Характеристика зернових кормів за засміченістю органічними домішками

Зерно	Засміченість, %		
	Чисте	Середньочисте	Засмічене
Овес, гречка, рис, нут, ріпак	<1,0	1,1-3,0	>3,1
Люпин	<1,0	1,1-2,0	>2,1
Сорго, соя, соняшник	<2,0	2,1-3,0	>3,1
Ячмінь	<2,0	2,1-4,0	>4,1
Горох	<0,5	0,6-1,0	>1,1

Під час зберігання зерна значних збитків завдають комірні шкідники (хлібний точильник, кліщі, довгоносики, комірна міль), внаслідок чого втрачається його якість. Ушкоджене комірними шкідниками зерно перед згодовуванням має бути знезаражене.

5.1. Зернові злакові корми

Зерно злакових культур (пшениця, кукурудза, ячмінь, овес, жито, просо, сорго) дуже багате на вуглеводи, вміст крохмалю в ньому може досягати 40—60 % загальної маси. Істотний вміст безазотистих екстрактивних речовин — 55—70 %. Однак зерно злакових культур досить збіднене на протеїн, значно поступається в цьому бобовим культурам. У середньому зерно злакових містить 8—14 % протеїну.

Характерною особливістю протеїну зерна злакових є підвищений вміст у його складі лужно- (10—50 %) і спирторозчинної (20—75 %) фракцій та знижений вміст водо- (5—20 %) і солерозчинної (7—20 %). Наявність великої кількості спирторозчинних білків знижує біологічну цінність зерна злакових культур, оскільки така форма білків позбавлена деяких незамінних амінокислот (лізину, метіоніну, триптофану). Винятком є протеїн вівса, який на відміну від інших культур має досить високу біологічну цінність за рахунок підвищеного вмісту солерозчинних білків, на частку яких припадає близько 30 % (табл. 4.3). Тому очищене від плівок зерно вівса можна використовувати для балансування за

безазотистими екстрактивними речовинами (БЕР) стартових комбікормів. Протеїн кукурудзи, проса, сорго найменш цінний для кормовиробництва, оскільки збіднений на водо- і соле- розчинні білки.

Зерно злакових культур і продукти їх переробки широко застосовують для годівлі коропи, особливо у продукційних кормових сумішах, які рекомендовано згодовувати риbam середньою масою 50 г і більше, оптимальний рівень БЕР у яких коливається в межах 40—45 %.

Оскільки корм рослинного походження дуже широко використовують у різних напрямках аквакультури, доцільно детальніше зупинитись на окремих рослинних культурах, які входять до складу різних кормосумішей.

Пшениця — один з найпоживніших кормів серед зернових злакових культур. Вміст сирого протеїну у зерні пшениці в середньому становить близько 14 %, з яких 93—95 % — органічні азотисті сполуки і тільки 5-7 % — неорганічні. Хімічний склад і поживні якості пшениці за інших однакових факторів значною мірою залежать від біогеохімічних зон її вирощування в межах України. Так, пшениця з Південної і Центральної зон містить сирого протеїну відповідно 13,5—14,5 і 12,7—13,2 %, а з Північно-Східної і Західної зон — відповідно 11,7 і 11,1 %. Цей винятково значущий показник кормової переваги може забезпечуватись на досить високому рівні і за рахунок селекційно-генетичних та агротехнічних заходів. Так, створено кілька нових пшенично-еліmusних гібридів, що містять близько 24 % білка.

Вміст у зерні пшениці Південної біогеохімічної зони України заліза, міді, кобальту і цинку порівняно із зерном Західної зони більший відповідно на 36, 28, 47 і 38 %, а вміст кальцію, фосфору, калію і мангану відповідно на 38, 11, 34 і 25 % менший.

Біологічна цінність білка значною мірою пов'язана з його амінокислотним складом. Зерно пшениці, як і більшості інших злакових культур, має низьку концентрацію таких амінокислот, як лізин, метіонін, цистин і триптофан. Однак світова агрономічна колекція вже має сортозразки з підвищеним (до 30—40 %) вмістом лізину порівняно із стандартними показниками. Слід зазначити, що протеїн пшениці відносно збагачений на лужні амінокислоти.

Небілкові азотисті сполуки пшениці містять такі амінокислоти, як аланін, валін, лейцин, лізин, триптофан, цистин, глутамінову й аспарагінову кислоти, а також аспарагін. Крім того, до їх складу входять пуринові основи і нуклеїнові кислоти, які містять аденін, цитозин і гуанін.

Вміст усіх незамінних амінокислот у зерні пшениці дещо менший, ніж у зерні ячменю і загалом досягає 29—30 г/кг. Однак сумарний вміст усіх амінокислот становить близько 100 г/кг, що на 10 % більше, ніж у зерні ячменю. Це пояснюють більшим вмістом у зерні пшениці глутамінової кислоти, концентрація якої наближається до 39 г/кг.

Протеїн та амінокислоти пшениці добре засвоюються організмом тварин. Так, перетравлюваність протеїну пшениці коропом може досягати 86 %, а пряме використання його перетравленої частки на приріст маси — близько 48 %. Винятково високий рівень засвоюваності (до 91 %) мають амінокислоти. З кожного кілограма спожитого зерна пшениці короп засвоює близько 500 г (50 %) поживних речовин. Співвідношення енергетичного запасу в перетравлених азотовмісних і безазотистих сполуках пшениці становить 1:2,6.

Вміст жиру у зерні пшениці відносно невисокий, у середньому близько 2,2 % з коливаннями 1,5—3,0 %. Він представлений в основному тригліцеридами ненасичених жирних кислот — лінолевої (50—55 %) та олеїнової (10—12 %). Своєрідним жировим депо, де концентрується 10—17 % жирів, є зародок зерна, в ендоспермі їх міститься всього близько 1—2%. За вмістом БЕР (66%) пшениця випереджає або трохи поступається іншим зерновим злаковим культурам. Дуже виграшним показником зерна пшениці є низький вміст клітковини (близько 2%), що особливо важливо при її використанні у кормових сумішах для риби. Основою БЕР зерна пшениці є крохмаль, вміст якого коливається у межах 500-520 г/кг. За складом крохмаль неоднорідний, утворений сумішшю двох полісахаридів — амілазою та амілопектином, вміст яких відповідно дорівнює 15—25 і 75—85%. Більшість біологічно активних речовин, таких як вітаміни і провітаміни, міститься у мінімальних кількостях. Лише деякі з них мають істотну концентрацію, наприклад вітаміну В₄ (холін) 950—1020, вітаміну В₅ (нікотинамід) — 52—54 мг/кг.

Загальна поживна цінність 1 кг зерна пшениці може досягати 1,1 — 1,3, а пшеничних висівків — 0,7—0,8 кормових одиниць.

Ячмінь за поживністю наближається до пшениці і є однією з головних фуражних кормових культур. Сирого протеїну у щуплому ячмені може міститись 8-10 %, у середньо- (545—605 г/л) і високонатурному (> 605 г/л) — відповідно 11 і 13 %, а в облущеному (без плівок) зерні — до 14—15 %. На жаль, зерно ячменю порівняно із зерном пшениці містить удвічі більше лужно- та спирторозчинних фракцій протеїну, що знижує ефективність його використання рибою на приріст маси тіла. Проте амінокислотний склад зерна ячменю вважають більш оптимальним. Так, концентрація лізину в ньому вища на 30, метіоніну — на 17, цистину — на 12 %. Крім того, у ячмені непогано представлені такі незамінні амінокислоти, як лейцин, аргінін, фенілаланін, валін (табл. 5.6). Загальна сума амінокислот становить близько 102 г/кг, у тому числі незамінних — 33—35 г/кг. У зерні ячменю багато глютамінової кислоти (24—25 г/кг) і проліну (9,5—10 г/кг).

Протеїн зерна ячменю для коропа менш бажаний, оскільки його перетравлюваність порівняно із зерном пшениці (86 %) становить лише 81 %,

а рівень використання протеїну на приріст маси — 38, а не 48 %. Співвідношення запасу енергії у перетравлюваних азотовмісних і безазотистих сполуках зерна ячменю еквівалентне зерну пшениці і становить 1 : 3.

Серед трьох головних фуражних культур (ячмінь, овес, кукурудза) питома вага ячменю в Україні найвища — близько 50 %. Це зумовлює його значну питому вагу в годівлі багатьох видів теплокровних тварин і риби.

Для деяких країн світу, в тому числі й України, нестача кормового рослинного протеїну і незбалансованість його амінокислотного складу є досить істотною проблемою. Аграрна наука і практика сумісними зусиллями намагаються знайти вихід із цього становища. Прагнучи поліпшити ситуацію за рахунок селекційно-генетичного фактора, вчені використовують ефіопську колекцію ячменю США (хайпролі), зерно якого містить близько 16—20 % сирого протеїну і за концентрацією лізину на 40—50 % (6,5—7 г/кг), а іноді і більше перевищує звичайні сорти ячменю. На жаль, ячмінь хайпролі має низьку врожайність і низьку інших негативних ознак (дрібне зерно, висока уразливість хворобами).

Вміст макро- і мікроелементів у зерні ячменю залежить від багатьох факторів і має чітко виражений біогеохімічний акцент. Так, у зерні ячменю, вирощеного у південних зональних умовах, нижчий вміст фосфору — на 3,4—13,7 %, калію — на 9,3—32,5 % і вищий вміст заліза — на 26,8—32,2, міді — на 16,7-40,0, цинку — на 14,6-15,3 %.

Вміст БЕР і крохмалю у зерні ячменю дещо нижчий, ніж у зерні пшениці і становить відповідно 64—65 і 43—46 %. Істотно відрізняється зерно цих культур за вмістом сирової клітковини, якої у зерні ячменю у 2,8—3 рази більше. Підвищений вміст клітковини у кормових сумішах негативно відбивається на перетравлюваності поживних речовин, знижує продуктивну дію корму. Пояснюють це наявністю в оболонках рослинних клітин захисних інкрустуючих речовин, які мають низьку проникність для травних соків. Тому перед використанням зерна ячменю у кормових сумішах його потрібно очищати від поверхневих плівок. Слід враховувати, що навіть подрібнене, але неочищене зерно здатне ушкодити кишковий тракт риби і призвести до негативних наслідків. Однак клітковину не варто розглядати лише з негативного боку, оскільки вона виконує і певну позитивну функцію — як баластна частина раціону забезпечує нормальну моторику травного тракту. Клітковина, яка залежно від вікових потреб міститься в оптимальних концентраціях (для коропа — від 0,3 до 7,0 %), подразнює і стимулює стінки кишечника, поліпшує секрецію травних ферментів і посилює перистальтику, сприяє нормальному перебігу процесу травлення. Наслідком такої дії є ефективніше перетравлення поживних речовин.

З біологічно активних речовин у зерні ячменю як і в пшениці, добре представлені деякі вітаміни: В₄ (холін) — близько 1100, В₅ (нікотинамід) — 60, Е — 50 мг/кг. Інші вітаміни та провітаміни містяться у мінімальних концентраціях.

У разі використання ячменю як компонента кормосумішей для риб надмірні його витрати недоцільні. Загальна поживність зерна ячменю може досягати 0,95-1,25 кормових одиниць. Продуктивніше й економічно доцільніше його використовувати не як замітник зерна пшениці чи інших злакових культур, а в оптимальному поєднанні як додатковий кормовий компонент. Багатокомпонентна кормова суміш навіть за наявності певних відхилень між окремими складовими забезпечує вищі повноцінність і поживність комбікормів.

Овес характеризується невисокою продуктивністю, вміст сирого протеїну в його зерні становить близько 11 %. Протеїн зерна вівса на 90—95 % складається з чистого білка і на 5—10 % — з небілкових азотистих сполук. На частку водо- і солерозчинних білкових фракцій припадає близько 53 %. Особливо цінними є дієтичні властивості вівса, які визначаються якістю крохмалю і жиру. Крохмаль вівса має дрібнозернисту структуру, що сприяє швидкому його перетравленню з мінімальними енергетичними затратами. Жир вівса вважають нейтральним, його концентрація досягає 40 г/кг, що еквівалентно зерну кукурудзи. Він містить велику кількість полі- ненасичених незамінних жирних кислот та гормоноподібних речовин.

Білок зерна вівса порівняно із зерном пшениці містить на 8 % більше лізину, вміст метіоніну і цистину однаковий, інших амінокислот таких (% сирого протеїну): аргінін — 4,1, гістидин — 1,4, ізолейцин — 3,0, лейцин — 6,0, треонін — 3,5, фенілаланін — 1,2, цистин — 2,3, валін — 3,9. Сумарний вміст амінокислот близько 90, у тому числі незамінних — 26—27 г/кг. Слід зауважити, що доступність амінокислот зерна вівса значно нижча, ніж зерна пшениці та ячменю, наприклад для коропа вона становить близько 80 %. Перетравлюваність протеїну, відповідно, на 19 і 14 % нижча і для коропа становить 67 %. При цьому на приріст маси використовується 44 % протеїну. Співвідношення запасу енергії перетравлюваних азотовмісних і безазотистих речовин зерна вівса становить 1 : 4,7. Загальна поживність зерна вівса наближається до 1 кормової одиниці.

До складу кормових сумішей рекомендують включати не більше 20 % вівса внаслідок наявності у поверхневій плівці зерна важкоперетравлюваної клітковини, вміст якої залежить від сорту та умов вирощування культури. У високоякісному зерні на плівку припадає до 25—30 % маси зерна, у низькосортному — до 40 %. У зв'язку з цим до складу кормових сумішей для риб доцільно вводити тільки очищене від плівок зерно вівса.

Жито за своїми смаковими і дієтичними властивостями дещо поступається пшениці і ячменю. Зерно жита у середньому містить близько 11 % сирого протеїну, за його коливань 9—12,5 %. Житнє зерно порівняно з пшеничним містить більше спирторозчинних фракцій протеїну (близько 36 %, тоді як зерно озимої пшениці — 16, зерно ярої — 13 %), що значно знижує біологічну цінність цієї культури. У загальному вмісті білків на частку альбумінів припадає до 25, глобулінів — до 29, проламінів (гліадин) — до 25, глутелінів — до 17 %. Молекула гліадину жита містить два кінцевих залишки фенілаланіну та один залишок глутамінової кислоти. За вмістом таких амінокислот, як лізин, метіонін, триптофан, цистин зерно жита наближається до зерна вівса. У складі житнього протеїну на частку аргініну припадає 4,6—5,1 %, гістидину — 2,0—2,2, валіну — 4,2—5,4, лейцину та ізолейцину — 10,3—13,5, треоніну — 2,6—3,0 %. Сумарний вміст амінокислот у зерні жита досягає 75, концентрація незамінних — не перевищує 25 г/кг, що значно нижче за аналогічні показники пшениці, ячменю і вівса. Доступність амінокислот зерна жита для коропа близько 77 %. Протеїн жита має дуже низьку перетравлюваність (не вище 59 %), але ступінь його використання на приріст маси від перетравленої частки значно вищий, ніж інших зернових культур (близько 79 %). Співвідношення запасу енергії перетравлених азотовмісних і безазотистих речовин таке саме, як і в зерні вівса — 1: 4,7. Загальна поживна цінність зерна жита — 1,0—1,2 кормових одиниць.

Для потреб комбікормової промисловості здебільшого використовують дрібне і щупле зерно жита або зерно, непридатне за якісними показниками для продовольчих цілей. Таке зерно порівняно із середньо- і високо- натурним може містити більше протеїну і клітковини і менше крохмалю. За вмістом БЕР і крохмалю середньонатурне житнє зерно наближається до пшеничного.

Риба споживає зерно жита менш охоче, ніж пшениці та ячменю. Причина цього криється у терпкому смаку, якого йому надають алкілрезеоциноли. Це обмежує використання зерна жита у кормових сумішах. Стримувальним фактором до згодовування риbam жита є можливість його ураження склеро- ціями спорині (*Claviceps purpurea*), з яких виділено численні похідні клавіно- вих і лізергінових алкалоїдів. Вважається недопустимим використання у кормосумішах для риб жита, яке містить 0,1 % уражених споринею зерен.

Жито містить багато слизових речовин (до 3 %), що спричинює інтенсивне його набухання у травному тракті. Це важкоперетравлюваний для риб корм і в разі його згодовування у великих кількостях розладнується травна система, що супроводжується виділенням з анального отвору рідких екскрементів з піною.

Вміст біологічно активних речовин у зерні жита менший порівняно з іншими злаковими. Так, відносно зерна пшениці і ячменю зерно жита містить вдвічі менше вітаміну В₄ (близько 450 мг/кг), у чотири рази менше вітаміну В₅ (близько 13 мг/кг), низький вміст і інших вітамінів і провітамінів.

Отже, житнє зерно можна вводити до складу кормових сумішей для риб в обмежених кількостях — не більше 10—15 %, в окремих випадках з урахуванням вікових особливостей і видової належності риб — до 20 %.

Кукурудзу для годівлі риб використовують двояко: обмежено за інтенсивної і досить широко за напівінтенсивної технологій, що зумовлено показниками її поживності. Кукурудзяне зерно жовтих сортів містить близько 100-105 г/кг сирого протеїну, білих сортів — близько 90-95 г/кг. Кремністі і лускаючі сорти кукурудзи, які не використовують як фуражне зерно характеризуються підвищеним вмістом сирого протеїну — 120—125 г/кг. За вмістом протеїну фуражне зерно кукурудзи значно поступається зерну пшениці та інших зернових. Характерною ознакою фуражного зерна кукурудзи є висока частка спирторозчинної фракції протеїну, на яку припадає близько 54 %, на водо- і солерозчинні фракції разом — близько 20 %. Низький вміст сирого протеїну за високої концентрації його спирторозчинної фракції з дефіцитом лізину і триптофану значно знижує біологічну цінність зерна кукурудзи. До складу протеїну зерна кукурудзи входять такі амінокислоти, %: аланін—7,5, аргінін — 4,5, аспарагін — 6,8, валін — 4,2, гліцин — 3,2, гістидин — 2,4, глютамінова кислота — 16,6, ізолейцин — 4,5, лейцин — 11,4, пролін — 8,5, серин — 5,1, треонін — 3,2, тирозин — 2,9, фенілаланін — 4,6 та деякі інші. Сумарний вміст амінокислот — близько 85—88, незамінних — 36—38 г/кг.

Для рибницьких цілей цікаві високолізинові мутанти кукурудзи (Опак-2, Флаури-2), які містять на 50—70 % лізину більше, ніж звичайні її сорти.

Внаслідок заводської переробки зерна кукурудзи на крохмаль для харчових і технічних цілей, що супроводжується екстракцією жирів, вилученням оболонки і зародків, залишаються побічні продукти з високим вмістом протеїну, такі як глютен і шрот із зародків зерен. Глютенове борошно може містити до 40—50 % протеїну за такого вмісту незамінних амінокислот, %: лізин — 2,0—3,5, метіонін — 1,5—2,0, триптофан — 0,8—1,0, аргінін — 2,5—3,0, гістидин — 1,5—2,0, треонін — 2,5—5,0, фенілаланін — 5—6, лейцин — 11—13, ізолейцин — 3—4.

Кукурудза має дуже високий рівень БЕР, на частку яких припадає близько 60—70 % загальної маси зерна. Вміст крохмалю у кукурудзяному зерні коливається від 500 до 600, цукру — від 20 до 40 г/кг. Середньо- і високонатурне зерно цієї культури містить близько 2 % клітковини, низьконатурне — до 3-4 %.

У зерні кукурудзи порівняно з іншими злаковими культурами вищий вміст сирого жиру — 4—5 %, а в окремих сортах — 8 %. Особливістю жиру кукурудзи є високий вміст ненасичених жирних кислот і велике йодне число (125). До складу зерна кукурудзи входять такі основні жирні кислоти, %: лінолева — 47,8, олеїнова — 30,9, пальмітинова — 16,3; незначна концентрація стеаринової — 2,6, ліноленової — 2,3 і міристинової кислот — 0,1. До 40 % жиру акумульовано у зародку зерна кукурудзи, який за об'ємом становить 1/3, за масою — 1/8 частину зерна.

Особливо цінними є жовтозерні сорти кукурудзи, які порівняно з іншими злаковими містять більше каротиноїдів — 10—20 мг/кг. Їх складовими у зерні кукурудзи є α -, β -каротин, криптоксантин і зеаксантин. Дві останні форми значною мірою забезпечують пігментацію жиру. Співвідношення між вмістом двох останніх форм каротиноїдів і вмістом двох перших приблизно однакове, але воно дещо змінюється залежно від різновиду зерна.

Зерно кукурудзи збагнене на водорозчинні вітаміни, макро- і мікроелементи, особливо на кальцій, манган, мідь, кобальт. Загальна його поживність коливається у межах 1,1 — 1,4 кормових одиниць. Стосовно риб воно поступається за поживністю зерну пшениці, ячменю та інших злакових, але має кращі смакові якості, високу перетравлюваність органічних сполук, що визначає добру споживаність цієї культури.

У рибництві зерно кукурудзи доцільно використовувати у невеликих обсягах, створювати спеціальні кормові суміші для годівлі риб у продукційний період, коли потреби у БЕР вдвічі вищі, а в протеїні — вдвічі нижчі, ніж у стартових комбікормах. Це дасть змогу ефективно використовувати кукурудзу для інтенсивного нарощування іхтіомаси.

Просо належить до найважливіших круп'яних культур. За вжиття відповідних агротехнічних заходів дає досить високі врожаї (до 4—5 т/га), його можна успішно використовувати у кормовиробництві для створення кормосумішей продукційного періоду. Зерно проса округлої або дещо подовженої форми має червонуватий, коричнюватий, білий, кремовий, темно-сірий кольори. Маса 1000 зернин 4—10 г. Середня врожайність культури — близько 1—2 т/га.

Оболонка зерна проса містить значну кількість кремнезему і практично не перетравлюється. Без оболонки за енергетичною цінністю просо відповідає білим сортам кукурудзи. Вміст сирого протеїну у зерні коливається в межах 10—12, жиру — 2-5, клітковини — 4—9 %. До складу проса входять такі амінокислоти, г/кг: лізин — 2,4—4,0, метіонін — 1,7—2,6, цистин — 0,8—1,5, триптофан — 1,0—1,5, аргінін — 3,2-7,0, гістидин — 1,9—2,1 лейцин — 9,5—10,6, ізолейцин — 4,0-4,5, фенілаланін — 4,0-6,1, треонін — 3,6—4,1, валін — 4,8—5,9, гліцин — 1,7—3,3.

Спорідненою просу культурою є італійський мишій. Зерно мишію кулеподібної, дещо подовжено-яйцеподібної форми з різним забарвленням (від світло-жовтого до червоного або темно-коричневого), маса 1000 його зернин 1,5—4 г, врожайність — 2—4 т/га.

Сорго може бути значним резервом підвищення врожайності зернових у засушливих районах півдня України. Потенційна врожайність за умов богарного обробітку гібриду "Степовий-5" — 6—7,5, за умов зрошення — 10—13 т/га, гібриду "Генічеський-38" — відповідно 5,5—6,5 і 11—12 т/га. Зерно сорго містить 10—13 % сирого протеїну, до 65—68 % БЕР, з яких на частку крохмалю припадає близько 70 %. До складу протеїну зерна сорго входять близько 7 % альбумінів, 9 — глобулінів, 10 — глютелінів, 4 — гліадинів та 68 — негліадинів, 2 % — небілкових речовин. Зерно сорго містить такі амінокислоти, г/кг: лізин — 2,8—3,3, метіонін — 1,1 —

— цистин — 1,0—1,8, триптофан — 0,7—1,3, аргінін — 3,7-5,4, гістидин — 2,0—3,2, лейцин — 13,0—14,2, ізолейцин — 4,8-5,6, фенілаланін — 4,0-5,5, треонін-2,5-3,2, валін — 4,4—6,7, гліцин — 2,3—3,6.

До складу деяких сортів сорго входять азотовмісні глікозиди з агліконами (нітрил- або ціанглікозиди). За своєю природою нітрилглікозиди не шкідливі, але можуть бути небезпечними в разі ферментативного розщеплення, оскільки утворюють при цьому декстразу, параоксibenзальдегід та синильну кислоту. Вважають, що у процесі зберігання вміст ціаногенних сполук у зерні сорго зменшується, однак це питання поки що залишається дискусійним, що викликає певну настороженість у використанні сорго як кормової культури.

В останні роки за кордоном для годівлі теплокровних тварин почали широко застосовувати досить дешеве безглікозидне зерно сорго. У країнах Середньої Азії використовують різновид сорго — *джугару*, у країнах Далекого Сходу — *гаолян*.

Із зерна сорго можна виготовляти комбікорми для риб, але в невеликих обсягах і за умов постійного лабораторного контролю за вмістом глікозидів.

Тритікале — зернова культура, отримана в результаті схрещування пшениці з житом. Урожайність найбільш поширеного сорту зернового тритікале "Амфідиплоїд-206" за нормальних технологічних умов обробітку — 6—7,5 т/га. Цей вид серед злакових культур характеризується підвищеним вмістом протеїну — 13—15 %. Тритікале містить, %: 4,0—4,5 лізину, 1,3—1,6 метіоніну, 1, 2-1,4 цистину, до 1,4 триптофану. Особливістю цієї культури є порівняно низький вміст жиру, концентрація якого не перевищує 2,4 %. Загальна поживність тритікале еквівалентна 1,10—1,15 кормових одиниць. Результати досліджень засвідчують, що

підвищені дози тритікале пригнічують процеси травлення у риб, що пояснюють успадкованими від жита властивостями.

5.2. Зернові бобові та інші високобілкові корми

Со́я є найціннішим протеїновим кормом рослинного походження. Вона містить 32-45 % сирого протеїну, до 17—20 % сирого жиру, порівняно мало вуглеводів, особливо крохмалю (1,2-1,5 %). Протеїн сої характеризується підвищеною розчинністю, на частку його водо- та солерозчинних фракцій сумарно припадає близько 80 %, має збалансований амінокислотний склад. Вміст основних амінокислот, г/кг: лізин — 21,9—24,3, метіонін — 3,0-4,7, цистин — 2,6-5,3, триптофан — 3,3-5,2, аргінін — 20,1-29,7, гістидин — 7,9-14,3, лейцин — 20,9-30,0, ізолейцин — 13,9- 20,0, фенілаланін — 7,9-17,0, треонін — 12,1-13,9, валін — 10,1-19,1, гліцин — 8,3—12,8. Сумарний вміст амінокислот у зерні сої коливається у межах 217-305, незамінних — 95—134 г/кг).

За виходом протеїну з одиниці площі та його біологічною цінністю з соєю не може зрівнятися жодна зернова культура. Соєвий протеїн вважають найдешевшим серед інших рослинних кормів, соєве борошно дешевше за м'ясо кісткове у 15 разів, рибне — у 24 рази, люцернове — у 8 разів.

Використання сої дає змогу підтримувати у продукційних кормах для риб необхідний рівень сирого протеїну та незамінних амінокислот, особливо лізину. Крім того, зерно сої містить порівняно багато деяких макроелементів, г/кг: кальцію — 4,8, фосфору — 7,0, калію — 22,0, натрію — 3,4; та деяких мікроелементів, мг/кг: заліза — 125,0, міді — 14,2, йоду — 0,2; вітамінів, мг/кг: токоферолу — 36, пантотенової кислоти — 16, холіну — 2500.

Водночас до складу зерна сої входять речовини, здатні негативно впливати на травну систему риб (інгібітор трипсину, гемаглютинін, сапонін, уреаза, ліпоксидаза). У зв'язку з цим натуральне соєве зерно не має продуктивної поживної цінності, тобто його згодовування без відповідної попередньої підготовки низькоефективне. Згадані вище речовини, що містяться у зерні сої, є термолабільними білками, які повністю інактивуються під час нагрівання. На жаль, у процесі нагрівання відбувається денатурація білків, що знижує ступінь їх розчинності.

Горох є найбільш поширеною, але не кращою культурою з групи зернобобових. Завдяки скороченому періоду вегетації і невисокій вибагливості до тепла, горох вирощують практично на всій території України. Він займає до 70 %, а в деяких районах і більше посівної площі зернобобових.

Зерно гороху залежно від зони вирощування містить 20—28 % сирого протеїну. На частку водорозчинних фракцій горохового протеїну припадає

36—87 %, солерозчинних — до 50 %, лужнорозчинних — до 13 %. Протеїн гороху північних районів культивування містить в 1,5—1,7 раза більше водорозчинних фракцій порівняно з Південною біогеохімічною зоною.

Протеїн гороху переважно складається з глобулінів, альбумінів і протеаз, що значною мірою визначає його фракційну розчинність. Відомо, що глобуліни мало або й зовсім не розчинні у воді, але розчиняються у водних розчинах нейтральних солей, кислот і лугів та стійкі за умов сольових надлишків. Альбуміни добре розчинні у воді і слабкокочентрованих сольових розчинах.

У зерні гороху добре представлені основні амінокислоти, г/кг: лізин — 12,5—14,8, метіонін — 1,7—3,2, цистин — 1,5—2,5, триптофан — 1,5—2,1, аргінін — 15,2-15,9, гістидин — 2,9—4,8, лейцин — 10,6—11,4, ізолейцин — 14,5—15,2, фенілаланін — 6,6—10,9, треонін — 5,4—8,6, валін — 5,4—10,2, гліцин — 6,4—8,0. Сумарний вміст амінокислот середньонатурного зерна гороху — близько 196,5, на частку незамінних припадає близько 66 г/кг.

Якщо за вмістом сирого протеїну горох посідає одне з останніх місць серед зернобобових культур, то за концентрацією вуглеводів — одне з перших. Сумарний вміст вуглеводів у зерні гороху — у середньому 564 г/кг, з яких на частку крохмалю припадає 455, на частку цукру — 55 г/кг.

Перетравлюваність протеїну гороху в разі його використання для годівлі коропи наближається до 78 %, гідролізованих вуглеводів — до 45 %.

У зерні гороху, як і в інших зернобобових, містяться різні інгібітори ферментів, що мають антипоживні властивості. Для їх інактивації рекомендовано проводити теплову обробку гороху, хоча ефективність її спірна: перегрівання здатне не тільки інактивувати певні сполуки негативної дії, а й стимулює руйнування значної кількості амінокислот. При цьому відбувається денатурація білків, руйнуються водневі зв'язки, внаслідок чого порушується гідратна оболонка навколо окремих молекул білків, а це спричинює їх сполучення у більші часточки і знижує ефективність подальшого перетравлення. Однак денатурація з позицій харчування може мати і позитивний характер, наприклад у разі отруєння солями важких металів. Білки, що денатурують, зв'язують ці метали в нерозчинні комплекси і тим самим утримують солі важких металів, запобігаючи їх всмоктуванню у кров. Отруйна дія металів за таких умов певною мірою нейтралізується.

В останні роки виявлено перспективність екструзійної обробки бобових, у тому числі й гороху. Короткочасний вплив високих температур під час екструзії зерна гороху вірогідно не змінює амінокислотний склад протеїну і не знижує його розчинності.

Негативному впливу шкідливих факторів необробленого зерна гороху на травну систему риб певною мірою можна запобігти оптимізацією його кількості у кормових сумішах, де його частка не перевищує 15 %.

Люпин за вмістом протеїну у зерні (30-45 %) посідає одне з перших місць серед бобових культур. Найбільш поширені два види люпину: жовтий і синій (вузьколистий). Однак використання їх стримується наявністю гірких і отруйних алкалоїдів, таких як люпинін ($C_{10}H_{19}ON$), ліпінідин, або спартеїн ($C_{15}H_{20}ON_2$), люпанін ($C_{15}H_{25}ON_2$). Останній алкалоїд найбільш отруйний, найвищі його концентрації виявлено у зерні синього люпину. У солодких юртах люпину вміст алкалоїдів незначний — 0,002—0,12 %, у гірких — до 3,87 % абсолютно сухої речовини. Нині виведено сорти білого безалкалоїдного люпину (Київський мутант, Київський скоростиглий, Горизонт).

Вміст протеїну у зерні люпину коливається у широких межах, що пов'язано зі структурою врожаю насіння. Насіння центральної китиці бобів містить значно більше білка, ніж насіння з бічних пагонів. У західних областях України і районах достатньої зволоженості структура врожаю формується переважно за рахунок насіння бічних пагонів, частка яких може досягати 60 %, що знижує сумарний вміст протеїну до 33—38 %. У білого безалкалоїдного люпину Горизонт структура врожаю зерна формується в основному за рахунок бобів центральної китиці, тому сумарний вміст протеїну у зерні цього сорту значно вищий.

Протеїн люпину на 23—50 % складається з водорозчинних, на 47— 70 % — з солерозчинних і на 3—9 % — з лугорозчинних фракцій. Зерно його містить дуже мало сирого жиру (4,2—4,8 %) і багато сирогої клітковини (8,5—15 %). Сумарний вміст амінокислот у зерні люпину 280—350 г/кг (у середньому 315 г/кг), з них на частку незамінних припадає 40-49 % (див. табл. 7.7). Головні амінокислоти такі, г/кг: лізин — 16,2—18,9, метіонін — 4,2—4,5, цистин — 4,6—5,2, триптофан — 3,8—4,2, аргінін — 34,5— 40,0, гістидин — 4,1—7,1, лейцин — 11,5-12,6, ізолейцин — 13,4—15,5, фенілаланін — 14,4-20,6, треонін — 14,3—17,2, валін — 13,4-18,5. Вміст БЕР становить 29,0—39,2 г/кг, мінеральні речовини найкраще представлені фосфором (4,7—6,1 г/кг) і манганом (до 40 мг/кг), а вітаміни — холіном (2600 мг/кг).

Для виготовлення комбікормів для риб переважно використовують безалкалоїдний білий люпин. У разі згодовування риbam зерна люпину, яке містить алкалоїди, без попередньої підготовки можливі ураження печінки і важкі розлади травлення. Мінімально токсичною дозою алкалоїду люпиніну у розрахунку на 1 кг живої маси риби вважають 18— 20 мг, летальною — дозу 28—30 мг. Є кілька способів знешкодження зерна люпину. Найпростіший полягає у кількаступеневій його обробці: позмінне вимочування зерна у холодній і теплій воді упродовж 2 діб з

можливим використанням 1 %-го розчину питної соди; після цього зерно піддають пропарюванню протягом 1 год і подальшому екстрагуванню алкалоїдів холодною водою до повного видалення гіркості. На жаль, таке зерно дуже швидко псується і погано зберігається, що потребує його швидкого згодовування упродовж найближчої доби.

Найнадійнішим способом знезараження алкалоїдовмісних сортів люпину є хімічний, за яким подрібнене зерно на 12—18 год заливають потрійним об'ємом 0,5 %-го розчину соляної кислоти, після чого промивають під проточною водою. Адсорбовану зерном кислоту нейтралізують слабким лужним розчином (2—3 кг їдкого натру на 1 т сухого зерна). Після такої обробки залишкова концентрація алкалоїдів у зерні люпину не перевищує 0,04—0,06 %, що дає змогу використовувати його у кормовиробництві.

Кормові боби — одна з найбільш врожайних культур серед зернобобових. За умов нормальної технологічної організації культивування можна отримати врожай кормових бобів 4—5, рекордні врожаї — 7—8 т/га. Боби за розміром поділяють на два типи: великонасінні (довжина боба 15 мм і більше) та дрібнонасінні (довжина боба менше 15 мм). Крім того, за кольором їх поділяють на два підтипи: світлі (білого і жовтого кольору з різними відтінками) та темні (червоного, коричневого, фіолетового, чорного кольорів з різними відтінками). Великонасінні боби, як правило, використовують для харчування, дрібнонасінні — для кормових цілей. За вмістом протеїну (24,5—29,0 %) вони поступаються лише сої, люпину і буркуну.

Кормові боби натуральної вологості містять досить багато незамінних амінокислот, г/кг: лізину 15,0-15,8, метіоніну — 2,6—3,4, цистину — 3,4—4,0, триптофану — 2,8-3,4, аргініну — 22-24, гістидину — 8,1, треоніну — 8,2, лейцину — 17,7, фенілаланіну — 8,6, ізолейцину — 9,7, валіну — 10,8. Сумарний вміст незамінних амінокислот у кормових бобах вищий, ніж у зерні гороху і злакових. Вони характеризуються і підвищеною концентрацією БЕР (458 — 485 г/кг), серед яких найбільш вагомо представлений крохмаль. У бобах багато водорозчинних вітамінів, таких як В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₄ (холін) і С (аскорбінова кислота). Загальна поживність бобів еквівалентна 1,1 — 1,3 кормовим одиницям.

Негативною характеристикою є наявність у складі бобів дубильних речовин, які чинять закріплювальну дію й ускладнюють процес травлення. У зв'язку з цим борошно з кормових бобів вводять до складу кормових сумішей у невеликих концентраціях разом з відвійками, трав'яним борошном або ціанкобаламіном (В₁₂), які посилюють перистальтику травного тракту.

У господарствах, які задовольняють кормові потреби за рахунок власного виробництва, слід враховувати, що кормові боби є оптимальним попередником для злакових культур, оскільки після їх сезонного

вирощування у ґрунті залишається близько 70—100 кг/га додаткового азоту. Крім того, боби є добрими медоносами, з 1 гаїх посіву можна отримати до 16 кг меду.

Чина (горошок) — високобілкова зернова культура, що містить 23—34 % сирого протеїну. Протеїн чини має підвищену розчинність, оскільки на частку водорозчинних фракцій може припадати від 54 до 84, на частку солерозчинних — 10-40, лугорозчинних — не більше 5-10 %. Це забезпечує високий коефіцієнт перетравлюваності протеїну, що в середньому становить 70 %.

Зерно горошку має добрий склад амінокислот, головні з них такі, г/кг: лізин — 16,7-18,1, метіонін — 1,8-3,1, цистин — 1,8-3,4, триптофан — 2,2-2,6, аргінін — 20-33, гістидин — 6,9-11,3, фенілаланін — 8,0-9,6, треонін — 9,2-10,4, валін — 10,8-12,4, тирозин 8,4-9,0, гліцин — 7,3- 8,5. Крім протеїну горошок містить багато БЕР (близько 50 %), у складі яких, на жаль, виявлено деякі шкідливі речовини, зокрема латирин. Інакти- вують цей алкалоїд пропарюванням або вимочуванням зерна у воді. Високий інактиваційний ефект дає екструдування.

Досить часті отруєння в разі вживання чини спричинює насіння вузько-листої вики, яка є її традиційною супутною домішкою. У зв'язку з цим для запобігання отруєнню риб насіння чини доцільно очищати від цієї небажаної і шкідливої домішки.

Сочевиця посідає одне з провідних місць серед зернобобових культур за смаковими і поживними якостями. Її зерно дрібне, має округлу форму і різноманітне забарвлення (зелене, сіре, рожеве, оранжеве, червоне, коричневе, чорне) з гамою відтінків. Залежно від місця вирощування вміст протеїну у дрібнонасінної сочевиці коливається в межах 23—32, у великонасінної — 28—34 %. На поживні якості культури істотно впливає термін збирання врожаю: оптимальний збір сочевиці на зерно починають з пожовкненням бобів і листя на нижній половині рослини; запізнілий збір — з побурінням бобів, які на той час частково втрачають цінні харчові властивості. Для кормових цілей зазвичай використовують дрібнонасінне і нестандартне зерно. Маса 1000 зернин великонасінної сочевиці — 60—65, дрібнонасінної — 25—30 г.

До складу протеїну сочевиці входять глобуліни (легулін і вінілін), які містять до 17 — 18 % азоту, а також альбуміни з вмістом азоту до 16 %. Рівень перетравлюваності протеїну досить високий, що зумовлено мінімальним вмістом у його складі лугорозчинних фракцій (не більше 6—9 %) і домінуванням водо- (48—65 %) та солерозчинних (27—43 %). Концентрація найважливіших амінокислот у зерні сочевиці коливається в таких межах, г/кг: лізин — 15,1 — 16,4, метіонін — 2,0-2,9, цистин — 2,0-4,6, триптофан — 1,4—1,6, аргінін — 20—31, гістидин — 5,8—7,2, лейцин — 14,9— 15,6, ізолейцин — 12,9—13,4, фенілаланін — 11,1 —12,0,

треонін — 8,5—9,4, валін — 12,4—13,9, тирозин — 6,9—7,9. Зерно сочевиці містить до 50—54 % БЕР.

Нут — одна з найцінніших кормових культур для засушливих районів України, де природно-кліматичні умови менш сприятливі для вирощування інших зернобобових. Зерно нуту кутасто-округлої або неправильної багатокутної форми з гладенькою дещо зморшкуватою або сітчастою поверхнею. За певну схожість зерна на голову барана збоку культура отримала назву "баранячий горох". Забарвлення зерна від червоно-коричневого до чорного з плямистим або однотонним фоном. Маса 1000 зернин нута — 200—300 г. Для кормових цілей переважно вирощують темнонасінні сорти, які є більш урожайними (у середньому 3 т/га) і менш вибагливі до умов культивування.

Зерно нута містить близько 22—25 % сирого протеїну, головними компонентами якого є глобуліни та альбуміни. На частку водорозчинних фракцій протеїну припадає 49—51, солерозчинних — 42—45, лугорозчинних — лише 6—8 %, що засвідчує добру його перетравність. Вміст найважливіших амінокислот у зерні нута, г/кг: лізин — 11,4—17,6, метіонін — 3,6—4,7, цистин — 1,7—4,4, триптофан — 1,7—2,8, аргінін — 22,8—28,0, гістидин — 5,5-6,1, тирозин — 6,8-7,4, лейцин — 11,5-12,4, ізолейцин — 15,0-16,4, фенілаланін — 9,0—9,5, треонін — 10,4—11,2, гліцин — 7,2—7,6. Висока концентрація (50—55 %) у зерні нута БЕР, серед яких провідна роль належить крохмалю (до 43 %).

У кормовиробництві використовують зерно нута продовольчого класу, яке містить не більш ніж 2 % зернових домішок (недорозвинені та зелені насінини), і кормового класу, яке містить не більше 15 % зернових домішок і не більше 3 % смітних. Рекомендована доза зерна нута у кормових сумішах для риб — до 10—15 %.

Вика — високобілкова бобова культура, яку використовують у кормовиробництві. Переважно заготовляють яру культуру, яка має вищий вміст протеїну порівняно з іншими сортами. Зерно ярої вики має округлу, дещо сплюснуту форму і характерні кольори (рівномірний білий з світлорожевим або зеленкуватим відтінками, сірий або коричневий з різними відтінками). Маса 1000 її зернин — 60—100 г за відносно високої врожайності (1,5-2т/га). Озима вика має округле зерно темно-бурих або чорних кольорів. Маса 1000 її зернин — 40-60 г, врожайність — 0,4—1,2 т/га.

Вміст протеїну у зерні вики коливається залежно від сортів від 22 до 37 %, вміст БЕР наближається до 50 %. Протеїн переважно складається глобуліну (легумін), менші концентрації альбуміну (легумеліну). На частку водорозчинних фракцій протеїну припадає 42—90, солерозчинних — 5—50, лугорозчинних — 4—7 %. Концентрація головних амінокислот у зерні вики така, г/кг: лізин — 13—15, метіонін — 2,7—6,0, цистин —

2,2—5,0, триптофан — 1,5—2,1, гістидин— 12,4—13,8, треонін— 13,0—13,5, валін — 17,2—20,5, аргінін — 30,0—33,5, лейцин — 18—19, ізолейцин — 12—15, фенілаланін — 18—20.

На жаль, зерно вики містить глюкозиди (віцин і віціанін), які у процесі гідролізу утворюють глюкозу та дивіцин, а останній — синильну кислоту. Ці речовини зумовлюють певну отруйність і надають гіркового смаку зерну вики, що обмежує її використання як компонента кормосумішей для риб.

Буркун — поширена у природі бобова рослина з дрібним насінням овальної форми жовтого кольору. Маса 1000 зернин лише 1,8—2,4 г. Врожайність цієї культури коливається у дуже широких межах — від 0,25 до 1,5 т/га. Як і всі інші бобові, буркун характеризується підвищеним вмістом протеїну (25—34%) і привабливим амінокислотним складом.

У годівлі риб буркун використовують досить обмежено, що пояснюється наявністю у його складі лактону кумаринової кислоти — кумарину ($C_9H_6O_2$), який надає зерну гостро гіркового смаку. Особливо небезпечно запліснявіле зерно буркуну, коли під впливом гнильних процесів кумарин перетворюється на дуже отруйну речовину без запаху — дикумарин ($C_{19}H_{12}O_6$). Ця сполука є антагоністом вітаміну К, перешкоджає утворенню протромбіну, гальмує рекальцинацію плазми крові, підвищує проникність стінок кровоносних судин, що призводить до розвитку дегенеративних процесів у печінці.

У рибницьких господарствах буркун найкраще використовувати як зелене добриво. В разі його заорювання у ґрунт потрапляє близько 0,2 т/га азоту, що еквівалентно 30—40 т/га перегною.

Ріпак — давня олійна культура, яку було отримано в результаті природної гібридизації одного з видів суріпок з листовою капустою. У вирішенні проблеми кормового білка та олії ріпаку серед інших олійних культур належить винятково важлива роль. У світовій практиці за обсягами виробництва він посідає четверте місце після сої, пальми і соняшнику. В Україні ріпак культивують в усіх біогеохімічних зонах, врожайність сухого очищеного насіння становить 1,5—2 т/га.

Ріпак характеризується високою енергетичною цінністю і великим вмістом протеїну. Борошно з його насіння містить 21—25 % сирого протеїну, при цьому вміст лізину становить 14—15, метіоніну — 5,5—6,0, цистину — 8—9, триптофану — 2,5—3,0 г/кг. Сумарний вміст амінокислот у насінні досягає 170 г/кг, у тому числі незамінних — 81,5 г/кг. За фракційним складом білки ріпаку містять до 82-87 % азоту сумарного азотистого комплексу. Окремі фракції білка добре збалансовані за амінокислотним складом, особливо водо- та солерозчинні, на частку яких припадає до 40 %. За сумою незамінних амінокислот солерозчинної фракції білок ріпаку випереджає білок соняшнику і практично ідентичний білку сої.

У ріпаковому борошні значна концентрація сирого жиру (370—400 г/кг), який, що характерно для всіх жирів рослинного походження, збагачений на моно- і поліненасичені кислоти. Ці кислоти за біологічною цінністю перевершують насичені жирні кислоти жирів тваринного походження, легше засвоюються організмом тварин. Вміст жирних кислот у насінні ріпаку досить варіабельний: пальмітинова — 3—5, олеїнова — 8—55, лінолева — 11 — 31, ліноленова — 6—15 %.

У вітчизняних сортах ріпаку досить високий вміст вітамінів А та Е. Його насіння збагачене на мінеральні речовини, які, на жаль, мають низький рівень біологічної доступності, що характерно для більшості олійних культур.

Для годівлі риб ріпак можна використовувати у вигляді шротів, макух і борошна. Найбільшу енергетичну цінність має ріпакове борошно (27 939 кДж/кг). За цим показником воно у 1,5—2 рази випереджає ріпаківі шроти та макухи, що забезпечує доцільність його використання. Ріпакове борошно отримують подрібненням насіння, яке рекомендують попередньо змішувати із зерновими злаковими, що технічно полегшує процес дроблення. Розрахунковий кормовий коефіцієнт ріпаку становить 5—6.

Слід зазначити, що макухи, шроти і борошно з насіння ріпаку для годівлі риб використовують поки що обмежено. Це пов'язано з наявністю у насінні ріпаку і продуктах його переробки компонентів негативної дії, таких як глюкозинолати, ерукова і фітинова кислоти, таніни, поліфеноли, дубильні сполуки.

Головними лімітуючими компонентами, які стримують широке використання ріпаку для годівлі риб, є глюкозинолати (синалбін, глюконипін) і ерукова кислота. Процес накопичення цих сполук стимулюється за сухої сонячної погоди. Вчені стверджують, що шкідливі не самі глюкозинолати, а продукти їх ферментативного гідролізу, внаслідок якого утворюється значна кількість потенційно токсичних речовин, що негативно впливають на функціональний стан щитоподібної залози і печінки, спричинюють запалення травної системи. Ерукова кислота, яка потрапляє в організм риб у надмірній концентрації, негативно впливає на діяльність серцево-судинної системи.

Насіння ріпаку і продукти його переробки мають специфічний гіркий смак, якого їм надають леткі їдкі сполуки — ізотіоціанати і тіоціанати, що також є стримувальним фактором у використанні цієї культури для годівлі риб. Ізотіоціанати, або так звані гірчичні масла, гальмують надходження йоду з крові до щитоподібної залози, порушують її секреторну функцію, подразнюють слизову оболонку травної системи і, як наслідок, знижують перетравлюваність кормів, що супроводжується депресією росту риб.

Для інактивації окремих сполук, які містяться у насінні ріпаку і погіршують якість кормів, розроблено й апробовано різні способи його

обробки: гамма-опромінювання, екструзія, сухожара обробка, автоклавування, безперервна екструзія гарячою водою, двохетапна екструзія киплячою водою. Найефективнішим способом знешкодження насіння ріпаку і продуктів його переробки є двохетапна екструзія киплячою водою, що передбачає проведення таких технологічних операцій: первинне подрібнення сировини, двохетапна його екструзія, центрифугування, висушування і кінцеве подрібнення. Вміст токсичних речовин за таким способом обробки знижується до безпечних рівнів і не чинить негативного впливу на білкову поживність сировини.

До складу комбікормів для коропа рекомендовано включати до 20 % ріпаку, але його наявність у кормосумішах для лососевих і осетрових риб вважають небажаною. Розрахунковий кормовий коефіцієнт насіння ріпаку становить 5—6.

До ріпаку як до кормової культури у світовій практиці виявляють все більшу увагу. Завдяки селекції районовано сорти культури з низьким вмістом ерукової кислоти і глюкозинолатів. Так, канадські вчені-селекціонери вивели сорти ріпаку нового покоління, які назвали *канола*. Деякі з них характеризуються не тільки близьким до нуля вмістом токсикантів, а й низькою концентрацією клітковини.

5.3. Корми тваринного походження

Корми тваринного походження мають високий вміст протеїну (до 80 %), жиру (до 22 %), макро- та мікроелементів. Винятково важливою властивістю більшості цих кормів є високий рівень засвоюваності амінокислот, які входять до їх складу. На відміну від кормів рослинного походження, вони позбавлені клітковини, що значно підвищує їх поживну цінність. Поряд з очевидними перевагами, протеїн кормів тваринного походження має відносно низький вміст сірковмісних амінокислот, дефіцит яких у кормах можна усунути добавлянням метіоніну. Останній в організмі риб може трансформуватись у цистин.

Крім спільних ознак, корми тваринного походження мають і певні відмінності, що особливо чітко простежується в разі порівняння різних кормів за вмістом жиру. Ця обставина досить значуща, бо підвищена концентрація жиру вкрай небажана, ускладнює процес зберігання, що пов'язано зі здатністю жирів до згіркнення. Згадана вада жирів негативно впливає не тільки на смакові показники кормів тваринного походження, а й призводить до швидкого руйнування вітамінів і низки інших поживних речовин.

До кормів тваринного походження, які використовують у кормовиробництві, належать нехарчові відходи і продукти переробки м'ясної, рибної і молочної промисловості.

М'ясне борошно виробляють з м'ясних відходів, внутрішніх органів, плідних оболонок, фібрину і кров'яних згустків, клейкої сировини, а також з іншої м'ясної сировини і кісток, вміст яких не перевищує 10 % загальної маси тварин.

М'ясне кормове борошно готують розварюванням сировини у котлах з наступними висушуванням, подрібненням і просіюванням, яке виконують з таким розрахунком, щоб на ситі з діаметром отворів 3 мм залишалось не більше 5 % продукту.

М'ясне борошно є добрим джерелом протеїну, вміст якого коливається від 54 до 64 %, і жиру, вміст якого становить 14—20 %. До його складу входять оптимальні кількості вітамінів групи В, особливо рибофлавін, холін, нікотинова кислота і кобаламін. Крім того, м'ясне борошно містить низку неіндентифікованих екстрактивних речовин, які є стабілізуючими і сприятливими компонентами.

М'ясо-кісткове борошно виробляють з туш тварин, м'ясо яких непридатне для харчування людини, з різних відходів, які отримують у процесі забою тварин, з трупів тварин, ембріонів і внутрішніх органів за технологією, яка складається з низки послідовних операцій (проварювання, висушування, подрібнення і просіювання).

М'ясо-кісткове борошно є добрим джерелом протеїну, вміст якого коливається від 30 до 58 %, жиру — 13—20 % і зольних елементів — 26—38 %. Це може здатися своєрідним парадоксом, але в м'ясо-кістковому борошні підвищений вміст сировини клітковини, що пояснюють використанням як сировини для його отримання шлунків і кишків тварин, які попередньо не були очищені від кормових решток — каниги і хімуса. Тому в разі використання м'ясо-кісткового борошна як компонента стартових кормів для молоді риби цьому фактору слід приділяти особливу увагу.

До складу рибних комбікормів м'ясо-кісткове борошно вводять залежно від віку та виду риби. Рекомендований його вміст у стартових кормах для карпових і лососевих становить 10—12, у продукційних кормах — до 15 %.

Костисте борошно виробляють з кісткових елементів тварин, отриманих у процесі обвалування їх туш. Це сипка маса без щільних шматків, сірого кольору, із специфічним запахом.

Костисте борошно має незначний вміст протеїну — 15—20 %, середній вміст жиру — 10—15 % і підвищений зольних елементів — до 60 %. Протеїн костистого борошна за повноцінністю поступається протеїну м'ясного і м'ясо-кісткового борошна. Такий протеїн переважно представлений колагенами, які у процесі варіння перетворюються на клей. Колагени — це фібрилярний білок групи склеропропротеїнів, вони не розчиняються у воді, розбавлених розчинах лугів і кислот, не піддаються ферментативному

розщепленню. Колагени становлять близько третини білків тварин і є структурними компонентами сполучної тканини, сухожилля, зв'язок, хрящів, шкіри, кісток, луски риб.

У білку костистого борошна досить високий вміст глікоколу, низька концентрація триптофану, тирозину і цистину, підвищений рівень кальцію і фосфору.

Головна кормова перевага костистого борошна — можливість збалансувати кормову суміш за мінеральними речовинами, співвідношення яких у борошні оптимальне.

Кісткове борошно — це сухий тонкий, білий зі слабким сіруватим відтінком, без грудочок текучий порошок. Його отримують тонким розмелюванням кісткових елементів, попередньо знежирених органічними розчинниками і знеклеваних парою.

Кісткове борошно за вологості 9—10 % містить не більше 7—8 % сирого протеїну і близько 0,8 % жиру. Особливу цінність борошну надає наявність у його складі до 30 % кальцію і близько 14 % фосфору, які перебувають у легко засвоюваному стані, що має виняткове значення для збалансування кормових сумішей. Це і визначає головне використання кісткового борошна як балансувального компонента комбікормів за кальцієм і фосфором, вміст якого досягає до 2 %. Водночас кісткове борошно досить часто використовують у виробництві преміксів, що дає змогу поліпшити їх технологічну якість.

Кров'яне борошно виробляють з крові, фібрину і шлямпа, як добавку у кількості не більше 5 % загальної маси сировини використовують кісткову тканину. Кров'яне борошно готують пропусканням крізь кров гарячої водяної пари доти, доки її температура не досягне 100 °С. Це забезпечує надійну стерилізацію і зсідання крові. Після цього кров віджимають, висушують, розмелюють і просіюють.

Кров'яне борошно має бути сухим, містити не більше 9—10 % вологи, сипким, мати темно-шоколадний колір і специфічний запах. До його складу входить 73—80 % протеїну, 3—6 жиру, 6—10 % зольних елементів.

Кров'яне борошно використовують як кормову добавку і джерело протеїну. У стартових кормах для корошових риб його вміст коливається від 15 до 45 %, у продукційних кормах для лососевих — від 2 до 11 %. Однак слід враховувати, що протеїн цієї кормової добавки має низьку якість, погано перетравлюється, має низький вміст метіоніну та ізолейцину, мінімальну концентрацію гліцину. Амінокислотний склад кров'яного борошна погано збалансований, що зумовлює його низьку біологічну цінність. Поряд з цим у складі борошна підвищений вміст кровотворних мікроелементів, особливо заліза (до 250—260 мг/кг), що має важливе значення у забезпеченні життєвих функцій теплокровних тварин і риб.

Підприємства-виробники кров'яного борошна упаковують його у паперові три-чотиришарові мішки масою до 50 кг. Термін зберігання за дотримання відповідних умов становить не більше 6 міс.

Кормове рибне борошно виготовляють з малоцінних видів риб та рибних відходів, які утворюються під час розбирання і переробки промислових та культивованих видів риб для харчових цілей. В процесі сортування і розбирання риби у відходи іноді потрапляє до 40 % валового улову. Основою відходів є голови риб, які не мають значної харчової цінності, плавці, хребет, нутроці. На кормові цілі йде також так званий "прилов", до якого належить нехарчова риба, а також риба, яка визнана ветсаннаглядом непридатною для переробки і харчового споживання.

У зв'язку з тим, що рибу досить часто розбирають безпосередньо на рибопромислових суднах, відходи, які при цьому утворюються, перетворюють на напівфабрикати для виготовлення кормових продуктів на берегових утилізаційних установках.

Якість рибного борошна залежить від вмісту жиру, кухонної солі і фосфату кальцію. Чим менший вміст цих компонентів і, відповідно, вища концентрація протеїну, тим цінніше борошно як корм. Рибне борошно з високим вмістом жиру (15—18 %), який швидко окиснюється і гіркне, не може довго зберігатись. Якщо таке борошно ввести до складу кормової суміші для риб, то зменшиться її поїдання, може виникнути запалення органів травлення, не виключена летальність.

Залежно від вмісту жиру у сировині рибне борошно готують різними способами. Пісну рибну сировину з вмістом жиру до 2 % піддають висушуванню і подальшому розмелюванню. Якщо сировина містить до 5 % жиру, її підсушують, екстрагують, знову підсушують і розмелюють на борошно. У разі використання сировини з вмістом жиру понад 5 % рибне борошно отримують методом пресування.

Стандартне рибне борошно з вологістю до 12 % має містити не менше 48 % протеїну, не більше 10 жиру, до 5 кухонної солі, до 13 кальцію і до 6 фосфору, масова частка антиоксиданту іонолу — 0,1—0,02 %. У складі рибного борошна добре представлені мікроелементи, мг/кг: залізо — 80—110, мідь — 5—15, цинк — 95—106, манган — 10—24, кобальт — 0,1-0,3, йод — 2,6—3,0. Борошно має досить нестабільний склад вітамінів, що зумовлено різними технологіями виробництва, умовами зберігання і наявністю консервантів.

Для оцінки якості рибного борошна досить часто використовують органолептичні методи діагностики. При цьому звертають увагу на сипкість борошна, відсутність грудок і плісняви. Допускається певна дрібноволокнистість, але залишок у разі просіювання крізь сито з діаметром отворів 3 мм має не перевищувати 5 % загальної маси. Борошно вищого гатунку має світло-сірий колір, першого — сірий або дещо

жовтуватий, другого — від жовто-сірого до коричнюватого. Зіпсована продукція набуває іржавого відтінку. Рибному борошну властивий специфічний запах, якого воно набуває залежно від вихідної сировини. Слід зазначити, що поняття *рибне борошно* поширюється не тільки на продукцію, виготовлену з різних видів риби, а й на продукцію, яку отримують з морських ссавців і ракоподібних. У будь-якому випадку борошно не повинно мати затхлого або інших побічних запахів.

Рибне борошно широко використовують для балансування кормових сумішей за протеїном і амінокислотами, сумарний вміст яких становить близько 500 г/кг, у тому числі незамінних — до 45%. Перетравлюваність органічних поживних речовин, що входять до складу борошна, досить висока і за протеїном досягає 87 %, жиром — 79 %. Додаванням рибного борошна до складу кормосумішей можна забезпечити потреби риби у макро- та мікроелементах. Борошно порівняно з іншими кормовими компонентами має досить високу концентрацію вітаміну B₁₂ (близько 260 мг/кг), що дає змогу знизити собівартість комбікормів для риби за рахунок економії синтетичних добавок ціанкобаламіну (B₁₂), які коштують дуже дорого.

Рибне борошно є головним компонентом (до 55 %) стартових і продукційних комбікормів при вирощуванні корошових, лососевих, осетрових, сомових і вугрових за умов індустриальних господарств, технології культивування яких передбачають утримання риби за підвищених щільностей посадки.

В умовах промислового виробництва рибне борошно упаковують у льоноджутокенафові мішки масою до 60 кг. Борошно, стабілізоване спеціальними антиоксидантами, зберігають у чотири-шестишарових мішках масою до 30 кг, ламінованих поліетиленовим покриттям, або у льоноджутокенафових мішках з поліетиленовими вкладками. Термін зберігання стабілізованого рибного борошна в сухому сховищі — 1 рік з моменту його виготовлення, за підвищеного вмісту в борошні жиру його рекомендують скорочувати до 3—4 міс.

Рибний фарш — пастоподібна маса сірувато-коричнюватого кольору специфічним запахом, яку отримують зі свіжої і мороженої риби, рибних відходів, м'яса морських ссавців. Допускається використовувати підсолену рибу з вмістом солі не більше 2 %. Для виробництва рибного фаршу зазвичай використовують рибу нестандартних розмірів, зі значними механічними ушкодженнями, уражену гельмінтами. До складу рибного фаршу допускається додавати не більше 15 % домішок з доброякісних відходів копченої продукції, представлених плавцями, головами та іншими частинами тіла, які отримують у процесі переробки риби.

Рибний кормовий фарш обов'язково консервують піросульфідом натрію або мурашиною кислотою, за фізико-хімічними показниками він має

відповідати таким вимогам: вологість не вище 80 %, кухонної солі не більше 2 %, вільної сірчаної кислоти у перерахунку на SO_2 — 0,4 — 0,6 %. Фарш може містити 12—15 % сирого протеїну залежно від якості сировини і виду консервантів. За іншими показниками хімічного складу і поживності він наближається до свіжої риби.

Згодують кормовий рибний фарш у складі пастоподібних кормових сумішей у певних кількостях з урахуванням загальної поживності всіх компонентів. У разі використання у годівлі риб свіжого рибного фаршу слід враховувати той факт, що цей корм містить компонент негативної дії — тіаміназу, яка руйнує вітамін B_1 (тіамін), що входить до складу компонентів кормосуміші. У зв'язку з цим тривале використання рибного фаршу, навіть у кількості 10—20 % загальної маси кормової суміші, небажане і потребує профілактичних перерв з вилученням його зі складу штучного раціону або підвищення концентрації вітаміну B, з метою компенсації його втрат. Негативний вплив тіамінази не проявляється у рибному борошні, бо вона інактивується за умов теплової обробки.

Рибний кормовий фарш фасують у поліетиленові мішки, які укладають у дерев'яні бочки. На кожну упаковку слід нанести маркування із зазначенням виду продукту, засобу консервації, дати виготовлення. Термін зберігання фаршу, законсервованого піросульфідом натрію, — не більше 3,5 міс, мурашиною кислотою — не більше 2,5 міс. Його перевозять у закритих вагонах звичайного типу, у літній період — тільки у вагонах-льодниках або рефрижераторах.

Крілеве борошно виробляють з морського ракоподібного масою 0,6—1,2 г, що отримав промислову назву "кріль". Борошно з крiля за вологості 11-15 % містить 45—60 % сирого протеїну, 6-20 % сирого жиру, 2,5—3,0 г/кг кальцію, 1,7—1,8 фосфору, до 3 лізину, 1,5—2,0 метіоніну, 0,5—0,6 цистину, 0,3—0,5 г/кг триптофану. На відміну від рибного борошна крілеве характеризується високою концентрацією каротиноїдів. Його бажано використовувати при виробництві кормосумішей для годівлі плідників лососевих риб. Упаковують, маркують і зберігають крілеве борошно аналогічно рибному. Термін його зберігання — до 3 міс.

Сухе знежирене молоко — аморфний порошок білого або кремуватого кольору зі смаком молока. Його отримують зі свіжого знежиреного молока без внесення консервантів чи речовин, що нейтралізують кислотність. Знежирене молоко піддають попередній пастеризації за температури + 63 °C упродовж 30 хв. Далі його висушують і отримують однорідний молочний порошок високої якості. Загальне бактеріальне обсіменіння сухого молока не повинно перевищувати 100 тис. мікроорганізмів на 1 г продукту за відсутності патогенної мікрофлори.

Сухе знежирене молоко містить 30—37 % сирого протеїну, сумарний вміст амінокислот 260—265 г/кг, на частку незамінних припадає 44—47 %

.Головні амінокислоти представлені так, г/кг: лізин — 15— 29, метіонін — 6—8, цистин — 3—5, триптофан — 3—4. Сухе молоко збагачене на водорозчинні і збіднене на жиророзчинні вітаміни, БЕР у його складі представлені переважно молочним цукром — лактозою (до 40 %), вміст якого у кормових сумішах для запобігання порушень вуглеводного обміну має не перевищувати 12—13 %.

Під час висушування знежиреного молока відбувається процес денатурації білків, і чим вищий ступінь нагрівання, тим він інтенсивніший. Використання у годівлі риб денатурованих кормів у великих кількостях негативно відбивається на функціонуванні органів травлення. Тому до складу стартових комбікормів для коропових риб сухе знежирене молоко вводять у концентраціях до 15—20 %, до складу продукційних комбікормів — до 3—5 %. Цей кормовий компонент досить широко використовують у годівлі риб завдяки добрим поживним характеристикам і невисокій вартості.

Сухе знежирене молоко упаковують у чотири-п'ятишарові паперові мішки з поліетиленовою вкладкою масою по 15—25 кг. Термін зберігання продукції за оптимальних умов близько 6 міс, у герметичній тарі — до 8 міс.

Казеїн — гранули білого з кремовим відтінком кольору діаметром 2— 5 мм. Отримують їх із знежиреного молока в результаті коагуляції білка під дією молочної чи соляної кислоти або сичужного ферменту пепсину з наступним промиванням і сушінням. Залежно від технології отримання казеїн може бути кислим або сичужним, у вигляді кальцієвої солі параказеїну. Іноді отримують проміжний продукт — сичужно-кислий казеїн, який має проміжні властивості і характеристики.

Кислий казеїн може бути молочно- або солянокислим, за хімічним складом і поживністю вони майже не відрізняються один від одного, якщо отримані з ідентичної сировини. У складі кислого казеїну першого ґатунку допускається вміст пригорілих гранул до 1, другого — до 5 %. Вміст дрібних гранул (менше 2 мм) у складі казеїну вищого ґатунку не повинен перевищувати 2-3, першого — 10—15, другого — 20-25 %.

Казеїн містить до 80—90 % протеїну, його гетерогенний білок складається з α -, β - γ -фракцій, які досить близькі за хімічним складом. Білок казеїну містить особливо багато метіоніну, лізину, триптофану, лейцину, валіну. Як і інші білки, він легко змінюється під впливом підвищеної температури, тому його слід сушити за термічним режимом не вище 60 °С. За високих температур білок стає рогоподібним, погано розчиняється і втрачає якість.

Молочна промисловість випускає не тільки кормовий, а й харчовий казеїн, який використовують для виробництва медичних препаратів, як добавку до продуктів харчування людини. У рибництві казеїн

використовують у процесі виробництва стартових комбікормів, де його концентрацію регулюють за бажаним вмістом протеїну. Зберігають казеїн упродовж року у чотири-п'ятишарових паперових мішках у добре провітрюваних приміщеннях.

Борошно з кормових організмів (дафній, хірономід, каліфорнійського черв'яка) отримало поширення як важливий компонент стартових кормів для годівлі молоді цінних видів риби. Із-за високої вартості цієї групи кормових домішок їх використання у складі продукційних кормів для товарної риби широко не практикують.

Борошно з кормових організмів у годівлі риби вважають еталоном за вмістом незамінних амінокислот, особливо метіоніну і лізину, містить значну кількість протеїну (48—65 %) і жиру (10—22 %), має високу енергетичну цінність і низький кормовий коефіцієнт, що позитивно характеризує поживну якість цього виду корму і визначає його високу кормову оцінку.

Лялечка шовковичного шовкопряда отримала досить широке використання у годівлі корокових і лососевих риби. Її застосовують і як окремий вид корму, і у суміші з іншими кормовими компонентами. Лялечка шовкопряда містить багато протеїну (50—60 %), оптимально збалансована за амінокислотами, сумарна концентрація яких становить 521,5 г/кг, у тому числі незамінних — 222,7 г/кг (метіоніну — 21,2, лізину — 33,2 г/кг). Її вважають високоенергетичним кормом (концентрація енергії 23 738 кДж/кг). Кормовий коефіцієнт лялечки шовковичного шовкопряда — 1,5-2.

На жаль, лялечка шовкопряда містить багато жирів (до 22 %), які характеризуються підвищеною окислюваністю внаслідок високого вмісту в них ненасичених жирних кислот (до 70 %). Тому потрібно якомога швидше згодувати такий корм у свіжому вигляді і не допускати його зберігання.

5.4. Кормові відходи олійноекстракційного виробництва

Виробництво харчових продуктів, технічних матеріалів, сировини для медичної і парфумерної промисловості передбачає переробку насіння олійних культур, що супроводжується утворенням досить специфічних відходів, які можна використати для годівлі риби.

Насіння олійних культур дуже рідко використовують безпосередньо для годівлі тварин незнежиреними, що визначається цілями їх культивування, які насамперед передбачають отримання олій для різних галузей промисловості. Насіння олійних культур знежирюють двома методами — пресуванням гідравлічними або шнековими пресами й екстрагуванням розминками (бензином, гексаном). Тверді відходи, які

отримують після видалення олії пресуванням, називають *макухою*, методом екстрагування — *шротом*.

Макуха і шрот є високоцінними рештками олійноекстракційних підприємств, їх досить широко використовують як кормові компоненти. Поряд з цими високоцінними кормовими рештками в процесі виробництва олії утворюються малоцінні відходи, такі як лузга і лушпиння. Шрот, на відміну від макухи, містить значно менше жиру (рідко понад 2 %) і дещо більше протеїну (табл. 5.10). Ці відходи вважають високоякісними білковими кормовими компонентами, що дають змогу балансувати вміст протеїну у штучних раціонах різновікових груп різних видів риб.

У процесі зберігання поживна якість і дієтичні властивості кормових компонентів дещо змінюються, що слід враховувати при використанні у кормовиробництві шротів і макухи, для яких властиве швидке згіркнення, спричинене досить високою залишковою концентрацією жирних кислот. Цей процес інтенсифікується за підвищеної вологості, оскільки прискорюється руйнування поживних речовин. Тому в разі зберігання шротів і макухи критична вологість не повинна перевищувати 8—10 %.

Особлива позитивна якість шротів і макухи олійних культур пов'язана із значним вмістом у їх складі водо- і жиророзчинних вітамінів, насамперед групи В, макро- і мікроелементів, що забезпечує їх цінність як кормових компонентів штучних раціонів риб.

Соняшникові макухи і шроти — досить поширені кормові компоненти, що визначається характером агропромислового виробництва і переробки в Україні. Раніше насіння соняшнику містило 30—32 % и/и. . 45 % лузги. У насінні сортів сучасної селекції ці пропорції істотно змінилися: вміст олії досягає 45 %, а лузги — не більше 30 %. Змінилися і пропорційні відношення вмісту протеїну, мінеральних елементів та інших речовин, які входять до складу відповідних сортів, а також фізико-хімічні властивості лузги, яка стала більш еластичною, міцніше пов'язана з ядром і важко від нього відокремлюється. Слід пригадати, що від хімічного складу кормових речовин великою мірою залежать їх поживні якості: чим менший вміст сирової клітковини, тим вищі перетравлюваність і засвоюваність органічної речовини та її складових. Тому наявність лузги як головного джерела клітковини у складі макухи і шротів певною мірою характеризує їх поживну якість.

Вміст сирого протеїну у соняшникових макухах і шротах може коливатись від 40 до 45 % і більше. Проте протеїнова поживність значною мірою залежить від вмісту розчинних фракцій і частки нерозчинного протеїну, який погано засвоюється організмом риб через його недоступність для травних соків. Протеїн макухи і шротів використовується краще, коли на частку водо- і солерозчинних фракцій припадає не менше 45—55 %.

Доведено, що існує певний зв'язок між технологією знежирення олійних культур і кормовою цінністю відходів. За температури 110—115 °С в разі вилучення олії методом пресування забезпечується краща поживна якість кормових відходів, ніж за температури 125—130 °С. На жаль, цього практично не враховують підприємства, які виробляють олію як головну продукцію.

Соняшникові шроти і макухи досить широко застосовують як компонент кормових сумішей для риб, їх частка у рецептах комбікормів для коропа досягає 55 %, для цінних видів риб — 25 %.

Соеві макухи і шроти користуються підвищеним попитом у кормовиробництві. Соеві макухи отримують під час переробки насіння на механічних пресах, а соєвий шрот — після обробки насіння органічними розчинниками. В Україні соєву олію виробляють переважно методом екстракції, тому вітчизняна комбікормова промисловість отримує в основному соєвий шрот. Залежно від технології обробки соєвий шрот випускають двох видів: звичайний, що складається з екстрагованих і сплюснених зерен сої, пропарених для видалення розчинника і висушених; тостирований, що складається з екстрагованих і сплюснених зерен сої, які не містять розчинника і піддані додатковій вологотермічній обробці.

Насіння сої містить антипоживні компоненти, які гальмують перетравлювальну дію трипсину, а також ферменти уреазу і ліпоксидазу, які окиснюють деякі жирні кислоти, каротиноїди і вітамін А. Ці компоненти є термолабільними, тому інактивуються під дією теплоти. У звичайному соєвому шроті компоненти, здатні негативно впливати на організм риб, інактивовані лише частково, тому його кормові позитивні якості не дуже високі. Такий шрот слід піддавати додатковій термічній обробці, що найдоцільніше виконати в процесі гранулювання кормових сумішей. На відміну від звичайного, стирований шрот позбавлений антипоживних речовин і є виключно високоякісним компонентом комбікорму.

Соевий шрот містить до 49 % досить добре розчинного сирого протеїну, на що вказує сумарний вміст водо- та солерозчинних фракцій (50 %). До його складу входить багато незамінних амінокислот. Білок за набором і співвідношенням амінокислот за якістю наближається до кормів тваринного походження. У зв'язку з високою концентрацією лізину (22—28 г/кг) соєвий шрот є незамінним компонентом кормових сумішей для риб, основою яких є низькобілкові зернові злакові культури. Його частка у комбікормах для коропових може досягати 35%, у кормосумішах для лососевих і осетрових — 30 %.

Бавовникові макухи і шроти. Бавовник є однією з головних технічних культур багатостороннього використання. У складі врожаю бавовнику-сирця насінню належить істотна частка — 65—70 %. З кожної

тонни насіння бавовника можна отримати 160—175 кг олії і 450—480 кг макухи або шротів. Насіння бавовнику переробляють як з оболонками, так і без них. Це позначається на хімічному складі і кормовій цінності отримуваних відходів. У рибицтві використання макухи і шротів, отриманих без попереднього відокремлення оболонок, небажане із-за високого вмісту в них клітковини, що передбачає зниження перетравлюваності поживних речовин. За вмістом сирого протеїну (35—42 %) бавовникові макухи і шроти дещо поступаються соняшниковим відходам, розчинність протеїну невисока, сумарний вміст усіх розчинних фракцій не перевищує 50 %.

Використання бавовникових шротів і макухи для годівлі теплокровних тварин і риб обмежується наявністю у їх складі отруйного глікозиду госіполу ($C_{30}H_{30}O_d$), концентрація якого залежить від місця культивування, кліматичних і технологічних факторів. Госіпол у насінні бавовнику перебуває у вільній і зв'язаній формах, остання важкорозчинна і більш токсична. Вважають, що бавовникові шроти і макухи, які містять госіполу менше 0,02 %, не отруйні, від 0,02 до 0,05 % — слабо отруйні, а понад 0,15 % — сильно отруйні. Бавовникові відходи з підвищеним вмістом госіполу мають жовтувате і червонувате забарвлення.

Слід зазначити, що внаслідок термічної обробки насіння бавовнику з метою знезараження госіполу у макухах і шротах утворюються стійкі і важкоперетравлювані сполуки цього алкалоїду з лізином, які частково знижують повноцінність протеїнового комплексу цих кормових компонентів. У разі згодовування великих кількостей бавовникових відходів госіпол, потрапляючи у кров риб, відіймає залізо від гемоглобіну, що викликає гостру анемію, втрату апетиту, порушення травлення, іноді гострі отруєння.

Арахісові макухи і шроти. Арахіс — культура, яка не є характерною для нашої країни і вирощується тільки для потреб харчової промисловості.

Згідно з технологічними вимогами, використовують тільки першосортне зерно, а на вироблення олії, макухи і шротів йде низькоякісне, іноді зіпсоване зерно. В окремих партіях макухи і шротів, отриманих з такого зерна, не виключена наявність афлотоксинів, які здатні повільно акумулюватись в організмі, що на певному етапі шкідливо впливає на здоров'я. Є окремі відомості стосовно знезараження афлотоксинів при додатковій термічній обробці, що потребує відповідного з'ясування.

Завдяки високому вмісту протеїну (38—40 %) і низькому — клітковини (близько 5 %), макухи і шроти, отримані з лущеного арахісу, можуть бути цінним кормовим компонентом у годівлі риб. Протеїни неденатурованого арахісового шроту класифікують як глобуліни, легкокорозчинні у нейтральних, кислих і лужних рідинах. У протеїні на частку білка припадає близько

90—95 %, до небілкових азотистих сполук належать пуринові основи, а також невелика кількість вільних амінокислот.

Біологічна цінність протеїну арахісових шротів і макухи дещо нижча порівняно з відходами інших культур. Однак, арахісові шроти і макухи можуть бути додатковим джерелом протеїну, що містить значну кількість незамінних амінокислот. На жаль, у їх складі є певний дефіцит вуглеводів, деяких мінеральних елементів (кальцію, натрію) і вітамінів групи В, фосфор представлений фітиною сполукою, що знижує його засвоєння.

Льняні макухи і шроти. У процесі поглибленої переробки льону значна частина продукції представлена макухами і шротами. Характерною особливістю їх є наявність уламків насіння, які важко піддаються подрібненню, складаються переважно з пектинових речовин і здатні набухати у воді з утворенням слизу. Слиз є легко диспергованим у воді вуглеводом, що містить нередуковані цукри й альдобінову кислоту, що практично не перетравлюються.

Льняні шроти і макухи містять значно менше сирого протеїну (близько 34 %), ніж інші відходи олійноекстракційного виробництва, але він відносно добре перетравлюється, що підтверджує сумарний вміст водо- і солерозчинних фракцій (50—55 %).

Незріле насіння льону містить ціаногенний глюкозид лінамарин і супутній фермент ліназу, які за підвищеної вологості взаємодіють, що супроводжується вивільненням синильної кислоти. Ці компоненти зберігають свою хімічну активність у шротах, коли технологічне виділення олії з насіння льону відбувається за низьких температур. Це слід враховувати в разі використання таких льняних відходів для годівлі риби, що дасть змогу запобігти масовим отруєнням і можливим летальним наслідкам. Дотримання технологічних параметрів екстрагування олії, якими передбачено обробку насіння льону в діапазоні високих температур, практично повністю руйнує ліназу і лінамарин.

Ріпакові макухи і шроти вважають перспективною групою кормових компонентів, що підтверджують значний вміст сирого протеїну (до 38—42 %) і їх висока енергетична цінність.

Незважаючи на відносно сприятливий хімічний склад ріпакових відходів, використання їх для годівлі риб пов'язане з певним ризиком. Насіння ріпаку містить глікозиди, які за певних умов досить легко гідролізують з утворенням токсичних сполук. У зв'язку з цим потрібно вживати заходів для знешкодження ферментативного розщеплення глікозидів в період екстрагування олії, що забезпечить отримання високопоживних кормових добавок.

Рицинові макухи і шроти. Рицина є винятково цінною технічною культурою, що містить до 60 % олії. Її вирощують у багатьох країнах світу,

у тому числі й в Україні. Під час переробки рицинового насіння залишається близько 40 % відходів у вигляді макух і шроту.

Водночас насіння рицини містить сильнодіючі отруйні речовини — рицин (близько 3 %) та алкалоїд рицинін (близько 0,03 %). У процесі екстрагування олії рицинін вилучається практично повністю, а концентрація рицину у макухах і шротах залишається досить високою — 1 — 1,5 %, що виключає можливість використання цих кормових компонентів для годівлі риб. Для знешкодження отруйних сполук на деяких переробних підприємствах рицинові шроти і макухи піддають паровій обробці за температури 120 °С упродовж 1,5 год, внаслідок чого втрачається їх токсична дія, але й дещо знижується поживна якість цих кормів.

Щоб привчити рибу до споживання рицинової макухи і шроту, їх спочатку вводять до складу кормових сумішей у незначних концентраціях, а далі поступово підвищують їх вміст, але не більше 10 % загальної маси комбікорму.

Крокусові (сафлорові) макухи і шроти. Насіння крокусу містить 30—40 % олії, екстрагуванням якої отримують кормові відходи різної поживної якості. За технологією, що передбачає використання неочищеного крокусового насіння, отримують жорсткий і малоприсадний для годівлі риб шрот з підвищеним вмістом неперетравлюваної клітковини, низькою енергетичною цінністю і поганими смаковими якостями. Під час переробки облущеного насіння поживність макухи і шротів зростає у 1,5—2 рази, вміст протеїну підвищується до 19—20 %, різко знижується концентрація клітковини.

Крокусові шроти і макухи мають гіркуватий смак, що погіршує їх споживаність і в деяких видів риб викликає розлад травлення. У зв'язку з цим рекомендована частка крокусових шротів і макухи у складі кормосумішей для риб не повинна перевищувати 5—7 %.

Рижієві макухи і шроти отримують внаслідок вилучення олії з насіння рижію, який належить до родини хрестоцвітих. Рижієві макухи і шроти мають жовтий і червоний кольори, їх характерною особливістю є наявність міронату калію, який під дією ферменту мірозину за наявності води перетворюється на гірчичну олію. Це надає кормовим відходам неприємних смаку і запаху, що обмежує їх використання у годівлі риб.

Сучасні технології передбачають дворазове пресування, що забезпечує зниження вмісту гірчичної олії у рижієвих відходах майже у 4 рази і доводять їх залишкову концентрацію до 0,05 %. Такі макухи і шроти краще споживаються, але їх не рекомендовано вводити до складу кормосумішей для молоді риб.

Суріпкові і гірчичні макухи та шроти мають гіркий смак внаслідок значної концентрації гірчичних олій і здатні викликати запалення слизових оболонок травної системи, що є причиною

обмеженого їх використання для годівлі теплокровних тварин і риб. Водночас ці кормові відходи мають підвищений вміст протеїну (30—38 %) і високу загальну поживність, що підтверджує доцільність залучення такого джерела протеїну у кормовиробництво. Однак їх використання слід лімітувати і вводити тільки до складу продукційних комбікормів максимально 10—15 %.

Перилові макухи і шроти. Перила є цінною культурою з вмістом олії до 50—55 %, яка вирощується у лісостепових районах України. Перилові макухи і шроти містять близько 33—35 % сирого протеїну і мають відносно невисоку загальну поживність, яку оцінюють на рівні 0,7 кормових одиниць.

На жаль, незважаючи на відносно високий вміст протеїну, ці відходи поки що не використовують у годівлі риб. Стримувальними факторами є деякі шкідливі компоненти, які містяться у перилі і надають сировині неприємного запаху. Однак перилові макухи і шроти можна розглядати як потенційний білковий рибний корм за умови відповідної попередньої підготовки. Для цього перилову макуху або шрот рекомендують проварити упродовж 1,5 год. Так оброблені відходи можна вводити до складу кормосумішей до 10 % загальної маси комбікорму.

Коріандрові макухи і шроти. Коріандр культивують у різних кліматичних зонах України, але наймасштабніше — у Криму. Коріандрові макухи і шроти містять мало сирого протеїну (18—20 %), мають підвищений вміст сирогої клітковини (19—21 %) і незадовільний амінокислотний склад, що визначає їх відносно низькі енергетичну цінність і поживність. Вважають, що ці відходи малопридатні для годівлі риб, але їх в обмежених кількостях можна вводити до складу продукційних комбікормів.

Кокосові макухи і шроти отримують з копри (висушена м'якоть кокосових горіхів), яку завозять в Україну в останні роки з південноазійських і африканських країн. Після переробки цієї сировини отримують кокосову макуху і шрот світло-червоного або бурого кольору з приємним горіховим запахом. Вони містять близько 22—24 % сирого протеїну, до 6—9 % сирого жиру і до 16 % клітковини.

Кокосову макуху і шрот характеризують як задовільні кормові добавки до харчового раціону риб, але поки що у рибництві їх використання мінімальне.

Кунжутові макухи і шроти. Кунжут культивують у багатьох південних країнах світу. Він має досить різне забарвлення насіння, що визначає різний колір макухи і шротів — від світло-сірого до чорного. У зв'язку з цим колір не може слугувати якісною характеристикою при оцінці кунжутових макухи і шротів, хоча перевагу, як правило, віддають відходам світлого кольору.

Кунжутові макухи і шроти містять досить багато сирого протеїну (36—40 %), який за амінокислотним складом відрізняється від відходів інших агрокультур відносно низькою концентрацією лізину і підвищеною — метіоніну. У насінні кунжуту відсутні інгібітори протеолітичних ферментів, а макухи і шроти не містять шкідливих речовин, які здатні негативно впливати на травну систему і продуктивність тварин, у тому числі і риб. Вони є добрим джерелом холіну, ніацину і вітаміну Е. Це дає змогу широко використовувати кунжутові макухи і шроти у комбікормах для риб. Головним стримувальним фактором широкого їх залучення до кормосумішей рибної рецептури є підвищений вміст клітковини (до 15 %).

Кормові фосфатиди отримують у процесі первинного очищення олії, яке здійснюють з метою вилучення відходів. Раніш випускали висококонцентровані кормові фосфатиди у вигляді паст. За сучасними технологіями очищення отримують напівзнежирені кормові фосфатиди у вигляді сипкого порошку. Це відносно новий кормовий компонент з помірним вмістом протеїну (25-27 %) і клітковини (до 8,8 %), досить високою концентрацією жиру (22—24 %) та біоенергетичних речовин (27,5 %). їх привабливість полягає в тому, що вони можуть бути використані як джерело деяких мінеральних речовин. Так, кормові фосфатиди містять такі макроелементи, г/кг: кальцій — 4, фосфор — 10, калій — 18, натрій — 0,8; та мікроелементи, мг/кг: залізо — 280, цинк — 85, манган — 28, мідь — 7, кобальт — 0,05. Фосфатиди належать до високоенергетичних кормових добавок (вміст енергії в них у середньому 22 275 кДж/кг).

У продукційні комбікорми для вирощування коропа у ставових та індустріальних господарствах фосфатиди вводять у концентраціях до 5 %, у стартові — до 3 %. Особливо важливо включати фосфатиди до складу продукційних і стартових комбікормів для лососевих, сигових, осетрових, сомових риб, де їх частка може становити 4—6 %.

Соапсток отримують у результаті лужного рафінування олій з метою вилучення з їх складу вільних жирних кислот. До складу соапстоку входять холін, серин, інозит та інші біологічно активні речовини, але головним його компонентом є фосфатиди. В Україні останнім часом щорічно отримують близько 6 тис. т соапстоків, але, на жаль, тільки незначну їх частину використовують як кормові добавки для збагачення комбікормів мінеральними речовинами.

У процесі становлення ринкових відносин неузгодженість цін на рибну продукцію і корми для годівлі риби, структурні зміни на фоні впровадження різних форм власності, утворення господарств, де рибництво буде не єдиним напрямом діяльності, призведе до активного пошуку дешевих, але достатньо ефективних кормів. У зв'язку з цим майбутній фахівець має бути озброєний знанням якісних особливостей кормів і кормових засобів

різного походження, щоб об'єктивно проаналізувати можливості певного підприємства і раціонально використати їх для забезпечення оптимальної годівлі риб відповідних видів та вікових груп.

Питання для самоперевірки:

1. Зернові злакові корми, їх роль у годівлі риби.
2. Зернові бобові та інші високобілкові корми. Їх характеристика.
3. Корми тваринного походження, їх роль у годівлі риб.
4. Хімічний склад і поживна цінність борошна з кормових організмів.
5. Кормові відходи олійноекстраційного виробництва, їх застосування в рибництві.

6. ВЛАСТИВОСТИ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ, КОРМІВ ХІМІЧНОГО І МІКРОБІОЛОГІЧНОГО СИНТЕЗУ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Поряд із загальновідомими джерелами кормів для рибництва є промислові виробництва, підприємства хімічного та мікробіологічного профілю, які за відповідних технологічних циклів отримують певні продукти, що можуть бути використані й успішно використовуються як кормові компоненти для годівлі риби. Включення відповідних додаткових продуктів як компонентів у кормові суміші розширює можливості кормовиробництва і наближає нас до розробки оптимальних рецептур комбікормів для різних видів та вікових груп риб, яких культивують за різноманітних умов.

У процесі переробки продукції агропромислового комплексу рослинного і тваринного походження на підприємствах харчової і легкої промисловості створюються відходи, які доцільно використовувати у годівлі риби. Головний обсяг відходів, що отримуються і можуть бути використані у годівлі риби, пов'язаний з переробкою продукції рослинництва. За своїми поживними властивостями окремі відходи мають харчову цінність, яка перевищує вихідні показники натурального продукту. Ця обставина робить доцільною роботу щодо розширення і підвищення можливостей годівлі за рахунок залучення до процесу розробки оптимізованих рецептур комбікормів відходів сучасних виробництв, що сприяє зростанню рибопродуктивності рибогосподарських водойм.

Відходи борошномельного та круп'яного виробництв отримують після переробки та очищення зернових. До них належать висівки різної крупності, мучки, млиновий пил, лузга, лушпиння.

Висівки. Залежно від перероблюваного зерна отримують пшеничні, житні, ячмінні, вівсяні, просяні, кукурудзяні, рисові, горохові, гречані висівки. До найцінніших і, відповідно, найчастіше використовуваних у рибництві належать пшеничні, які посідають провідне місце у складі кормових сумішей, їх частка у кормосумішах для вирощування молоді і товарного коропа у ставових умовах досягає 70 %, у саджалках і басейнах — до 30 %. До складу комбікормів для більш цінних видів риб висівки вводять досить рідко.

Враховуючи значення висівок у кормовиробництві, доцільно розглянути головні показники, які характеризують поживну цінність цього кормового компонента (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Хімічний склад і поживна цінність висівок

Показник	Висівки	
	пшеничні	житні
Вміст, %		
протеїну	16,5	13,1
жиру	4,1	3,9
клітковини	10,8	3,2
Сумарний вміст г/кг		
амінокислот	122,4	91,0
у тому числі: незамінних	41,0	25,0
метіоніну	1,0	1,0
лізину	4,9	2,6
Енергетична цінність, кДж/кг	16 361	16 097
Кормовий коефіцієнт	4-7	4-7

Чисті пшеничні висівки використовують при вирощуванні товарного коропа тільки у гранульованому стані. Молоді коропових риб їх згодують у стані дрібного помелу розсіюванням по поверхні води. У разі введення пшеничних висівок у раціон коропа у ставових умовах їх витрати коригують з урахуванням розвитку природної кормової бази.

Житні висівки вводять до складу кормових сумішей для вирощування товарного коропа, але рекомендована їх частка не повинна перевищувати 15 %. Це пов'язано з тим, що житні висівки у великих кількостях здатні діяти на травну систему риб як проносне.

Кормові мучки. У процесі виготовлення круп отримують побічний продукт — кормові мучки, які залежно від вихідної сировини можуть бути: пшеничними, житніми, вівсяними, ячмінними, просяними, кукурудзяними, рисовими, гороховими, гречаними. До їх складу входять насінні оболонки, часточки зародків і ендосперму. Мучки мають досить

високу поживну цінність (табл. 6.2), що зумовлює доцільність їх використання як компонента кормових сумішей для риби.

Таблиця 6.2

Поживна цінність кормових мучок

Мучка	Вміст, %		
	протеїну	жиру	клітковини
Пшенична	14,2	3,0	4,0
Житня	13,1	3,9	3,2
Ячмінна	14,0	3,0	5,0
Вівсяна	11,6	4,2	10,2
Просяна	12,1	5,1	11,3
Кукурудзяна	9,3	3,8	3,0
Рисова	9,5	8,1	12,7
Горохова	22,2	1,8	7,3
Гречана	11,4	2,9	9,0

У рибництві мучки використовують у складі комбікормів для годівлі коропа, де їх частка досягає 25 %. Вони є добрим сполучним матеріалом для виготовлення водостійких гранульованих комбікормів. Однак їх майже зовсім не використовують або вводять у незначних кількостях до рецептур кормових сумішей для шлункових риб.

Кормові мучки містять значну кількість макро- і мікроелементів, вітамінів, але в них відсутні каротини. Кормовий коефіцієнт мучок коливається у межах 4—6.

Зерновідходи. Під час збирання врожаю і переробки зерна утворюються зерновідходи, які диференціюють залежно від способу їх отримання. Одні утворюються у млинах у процесі розмелювання зерна, інші — у процесі збирання врожаю комбайнами. Залежно від вихідної сировини розрізняють пшеничні, житні, ячмінні, вівсяні, просяні, горохові та інші зерновідходи.

У млинових відходах може міститись до 70 % дробленого і щуплого зерна. Залежно від виду зернових вони містять 10,7—20,5 % протеїну, 1,2— 4,7 жиру, 4,7—20,0 % клітковини. їх енергетична цінність коливається від 14 630 до 16 302 Дж/кг.

Зерновідходи, отримані під час збирання врожаю комбайнами, за поживними властивостями значно поступаються млиновим. їх допускається використовувати тільки для годівлі товарного коропа у ставових господарствах або в умовах аналогічних водойм. Порівняно з млиновими, витрати цих зерновідходів для отримання одиниці продукції коропа на 20—30 % більші.

Буряковий жом (сухий) виробляють з відпрацьованої та висушеної бурякової стружки. Цей кормовий компонент має сірий колір і випускається цукровою промисловістю у розсипному або гранульованому стані. Він містить до 9,4 % протеїну, до 0,5 жиру, до 19,0 клітковини, до 55,7% БЕР. Сумарний вміст амінокислот становить 74,5 г/кг, на частку незамінних припадає 27,4, у тому числі метіоніну — 1,4, лізину — 5,5 г/кг. Енергетична цінність бурякового жому досягає 15 963 кДж/кг, його кормовий коефіцієнт наближається до 10.

Буряковий жом рекомендовано вводити до складу кормосумішей тільки для годівлі товарного коропа у кількості до 10 %. Згодувати його окремо, особливо коли у водоймі природна кормова база розвинена слабо, недоцільно.

Мелясу отримують у процесі переробки цукрового буряка на цукор. Це темно-коричнева густа маса, за хімічним складом містить до 8—9 % протеїну і до 60,8 % БЕР. Енергетична цінність меляси близько 17 050 кДж/кг. До складу комбікормів і кормосумішей її вводять як в'язучу речовину у кількості до 3 %.

Пивна дробина є залишком після використання зерна ячменю для виробництва пива. Її випускають у сирому або сухому стані. Зерно ячменю замочують, пророщують для розгортання ферментної системи, далі висушують, подрібнюють, додають зерно кукурудзи або рису. Одержану суміш замочують водою, змішують і нагрівають. Утворене сусло зливають і використовують для пивоваріння, а отриманий залишок і є пивною дробиною.

Сира пивна дробина містить 5—6 % протеїну, до 1,7 жиру, до 3,7 клітковини і до 8,4% БЕР. Її енергетична цінність становить близько 4 213 кДж/кг. До складу сухих кормосумішей додають до 20 % сирої пивної дробини, замішують її до тістоподібної маси і відразу ж згодують рибі. Кормовий коефіцієнт такої суміші коливається у межах 34—38. Сиру пивну дробину можна використовувати і як речовину, що стимулює розвиток природної кормової бази. Для цього її розливають по воді понад берегом у кількості до 100 л/га.

Суша пивна дробина містить 18—22 % протеїну, до 7,9 жиру, до 15 клітковини і до 42,9 % БЕР. Її енергетична цінність становить 18 881 кДж/кг. Цей кормовий компонент можна згодувати у складі комбікормів і кормосумішей у кількості до 15 % або окремо. Кормовий коефіцієнт сухої пивної дробини становить 5—6.

Відходи виноградно-яблучних виробництв. У процесі переробки фруктових виноградно-яблучних продуктів отримують вичавки різних видів, які мають низьку поживність (табл. 6.3), слід їх можна використовувати як кормові домішки.

Таблиця 6.3

Поживна цінність фруктово-виноградних вичавок

Вичавки	Вміст, %			
	протеїну	жиру	клітковини	БЕР
Виноградні				
свіжі	3,4	2,4	9,4	11,9
сушені	14,0	3,0	9,4	11,9
Яблучні				
свіжі	1,1	0,6	7,8	18,4
сушені	6,4	3,9	25,0	41,8

До складу кормосумішей при вирощуванні товарного коропа рекомендується додавати до 15—20 % борошна, отриманого з сухих виноградних і яблучних вичавок. Можна згодувати і сирі фруктово-виноградні вичавки, додаючи їх до складу кормосумішей у таких самих кількостях. Використання вичавок окремо недоцільне, бо ефективність такої годівлі дуже низька.

Кормові дріжджі. Нижчі аутотрофні організми, які здатні у режимі біотехнології синтезувати високобілкові корми, мають загальну назву *кормові дріжджі*. У процесі своєї життєдіяльності вони перетворюють органічні і синтетичні речовини, спирти, деякі кислоти, парафіни, нафту, мазут, природні гази на високоцінні кормові білки, які отримали досить широке впровадження у годівлі риби.

Найціннішими дріжджами у кормовому відношенні для включення до складу комбікормів для риб вважають мікроорганізми, культивовані на соломі, кукурудзяних качанах, відходах крохмальної та спиртової промисловості, гідролізатах деревини, нафтопродуктах, природному газі, торфі, комиші та деяких інших сировинних основах.

Дріжджові клітини у процесі своєї життєдіяльності утворюють практично всі або майже всі необхідні і життєвоважливі речовини (вуглеводи, жири, ферменти, вітаміни), які мають вирішальне значення для розвитку і росту всіх видів та вікових груп риб, вирощуваних з використанням кормів у ставах та індустріальних рибних господарствах. За своєю харчовою цінністю та ефективністю засвоєння поживних речовин рибами, дріжджі майже рівноцінні кормам тваринного походження, що надає їм виняткової значущості у годівлі. Дріжджі, що перебувають у сухому порошкоподібному стані, є технологічно зручним кормовим компонентом у кормовиробництві, який не ускладнює процес формування кормосуміші.

Склад дріжджів має виражену варіабельність і залежить від вихідної сировини та виду продуцента, що слід враховувати під час формування рецептури кормових сумішей. Досить звернути увагу на той факт, що дріжджі, отримані з використанням відходів харчової промисловості,

містять у своєму складі значно більше протеїну і вітамінів, ніж дріжджі, отримані внаслідок гідролізу деревини чи соломи.

Крім протеїну дріжджі містять велику кількість вітамінів групи В, макро- і мікроелементів, що значно розширює можливості їх використання.

За рядом показників дріжджі поділяють на *сухі, гідролізні і білкововіта- мінний концентрат (БВК) папрін*. Останній отримують з парафінів нафти, метанолу, етанолу, природного газу мікробіологічним синтезом (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Хімічний склад і поживна цінність кормових дріжджів

Показник	Кормові дріжджі		
	сухі	гідролізні	папрін (БВК)
Вміст, %			
протеїну	46	48	53
жиру	0,7	0,7	3,0
БЕР	33-36	33-38	26
Сумарний вміст, г/кг			
амінокислот	305,0	240,0	454,0
у тому числі незамінних	127,0	134,0	202,0
метіоніну	1,7	3,3	9,1
лізину	23,6	28,0	39,0
Енергетична цінність, кДж/кг	18 601	17 974	23 617
Кормовий коефіцієнт	2-3	2-3	2-3

Залежно від виробництва, отримують кормові дріжджі різного походження. Так, сухі кормові дріжджі темно-коричневого кольору отримують із зерна, картопляної та мелясної барди; гідролізні дріжджі з жовтуватими відтінками — на целюлозно-паперових комбінатах та гідролізних підприємствах під час переробки деревини, соломи; папрін (БВК) світло-жовтого кольору - з рідких очищених парафінів у процесі мікробіологічного синтезу. Перелічені кормові дріжджі за винятком папріну широко використовують для формування рецептур стартових і продукційних рибних комбікормів, де їх частка досягає 40 %. Ними ж здійснюють і протеїнове балансування.

Папрін у кормовиробництві використовують дещо рідше, його частка у штучних раціонах не перевищує 25 % за вмістом протеїну або не більше 5 % маси корму. Таке обмеження пояснюють наявністю у складі цього виду дріжджів вуглеводів кумулятивної дії, які здатні накопичуватись в організмі риб, що спричинює втрату якості вирощеної рибопродукції.

Останнім часом до складу комбікормів залучають інші види дріжджів: *ліепрін-D*, що є продуктом мікробіологічного синтезу на середовищі деревного спирту; *епрін*, який отримують на середовищі синтетичного

етилового спирту; *гапрін*, який отримують на живильному середовищі природного газу. Ці види дріжджів містять 48—70 % протеїну, мають енергетичну цінність 16 720—25 080 кДж/кг, кормовий коефіцієнт 2—3. Їх частка у складі кормових сумішей для годівлі риб досягає 20 %.

Отже, очевидно, що кормові компоненти, які продукуються у процесі хімічного і мікробіологічного синтезів, досить привабливі для використання у кормовиробництві для забезпечення потреб різних напрямів рибництва.

Останнім часом простежується досить стійка тенденція виникнення нових виробництв, використання нових ресурсів сировини, що є основою утворення якісно нових відходів, які чекають кваліфікованого дослідження і впровадження в практику годівлі риб.

Цей напрям досить перспективний, але його впровадження має носити послідовний і контрольований характер. Використання відходів, з одного боку, слід розглядати як збільшення глибини переробки сировини і підвищення комплексності використання природних ресурсів, що відповідає вимогам енергоресурсозбереження і об'єктивно є позитивом. З іншого боку, не можна не враховувати можливість негативного впливу, що пов'язано з включенням до складу раціонів нових компонентів, які можуть погіршувати органолептичні, фізіолого-біохімічні, дієтичні показники рибної продукції і виготовлених з неї харчових продуктів.

Тому доцільно залучати до досліджень стосовно використання нових компонентів у раціонах риб працівників відповідних установ медично-санітарного профілю, які здатні дати офіційну оцінку продукції і можливості її використання для приготування їжі і переробки на харчову продукцію.

Питання для самоперевірки:

1. Висівки та їх роль у годівлі риб
2. Поживна цінність кормових мучок та зерновідходів
3. Буяковий жом, його характеристика і застосування при вирощуванні риб
4. Яку роль відіграє пивна дробина у годівлі риби?
5. Хімічний склад і поживна цінність кормових дріжджів.

7. ВОДО- ТА ЖІРОРОЗЧІННІ ВІТАМІНИ, НЕОБХІДНІСТЬ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ГОДІВЛІ

Для оптимальної реалізації потенційних можливостей продуктивності та здатності до ефективного відтворення кормові суміші для риб крім протеїну, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин мають містити певну

кількість низькомолекулярних органічних сполук, що отримали загальну назву *вітаміни*. Як додатковий компонент живлення вони необхідні кожному організму, про що досить чітко висловився академік В. А. Енгельгард: "Вітаміни об'явили своє присутство проявленням свого відсутства". Вчені і практики постійно стикаються з проблемами, спричиненими вітамінною недостатністю, і прагнуть з'ясувати причини їх виникнення, відкривають відповідні вітаміни. З підвищенням інтересу до вітамінів, зростала кількість дослідників у різних країнах, які працювали у цьому напрямі. Істотний внесок у розвиток науки про вітаміни зробили всесвітньовідомі українські вчені С. І. Винокур, В. П. Вендт, К. М. Леуцький, А. В. Палладій, Р. В. Чаговець, Л. А. Черкес, які створили власні наукові школи.

Розвитку науки про вітаміни потребували виробництва. Особливістю вітамінів є те, що абсолютна їх більшість не синтезується в організмі тварин, а ті, що синтезуються, не здатні повністю задовольнити потреби організму, особливо у період інтенсивного його росту.

Отже, стало очевидним, що значна частина вітамінів для забезпечення нормального функціонування організму має надходити з їжею.

Вітаміни у природних кормах перебувають у зв'язаному стані. Процесу їх засвоєння обов'язково передують процес обробки кормових компонентів травними ферментами за участю жовчі, солей, секретів, тобто факторів, які створюють умови для вивільнення вітамінів. Процес всмоктування вітамінів продовжується вже на мембрані кишкового епітеліоциту. Тому позитивну й ефективну дію вітамінів у годівлі риб можна забезпечити, лише знаючи фізико-хімічні властивості кожного вітаміна, їх фізіологічне значення, потрібні норми, технологію згодовування, взаємозв'язок в обміні вітамінів між собою та з іншими групами поживних речовин.

За короткий період досліджень було відкрито понад 30 вітамінів, кожен з яких, з урахуванням специфіки дії на організм, позначали літерами латинської абетки. Згодом до літерної символіки почали додавати цифрові позначення. З'ясувавши структуру вітамінних молекул, їм присвоїли хімічні назви. Найбільше визнання і поширення отримала класифікація вітамінів за їх розчинністю, іншими словами, за розчинником, який забезпечує найкраще їх розчинення. За цією ознакою розрізняють такі групи вітамінів:

- *жиророзчинні* \ до яких належать вітаміни А (ретинол), D (кальциферол), Е (токоферол), К (філохінон);
- *водорозчинні*, до яких належать вітаміни В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₃ (пантотенова кислота), В₄ (холін), В₅, або РР (нікотинамід), В₆ (піродоксин), В_с (фолієва кислота), В₈ (інозит), Н (біотин), С (аскорбінова кислота), В₁₂ (ціанкобаламін).

Водорозчинні вітаміни на відміну від жиророзчинних практично нездатні накопичуватись в організмі риб. Тому навіть короточасні порушення у їх надходженні до організму супроводжуються втратою активності відповідних ферментів і, як наслідок, зниженням продуктивності та резистентності. Усі водорозчинні вітаміни термостабільні за винятком аскорбінової кислоти, яка руйнується під час нагрівання за наявності кисню і важких металів, що потрібно враховувати у кормовиробництві і годівлі риб.

7.1. Жиророзчинні вітаміни

Вітамін А і каротин. Природні сполуки вітаміну А трапляються у декількох формах (А₁, А₂). Найпоширенішою біологічною формою є вітамін А₁, який міститься у кормах тваринного походження-молоці, яйцях, печінці. До цієї групи вітамінів належать пігменти — каротин та близькі до нього каротиноїди, які виявляють А-вітамінну активність.

Вітамін А₁ або ретинол, — це речовина блідо-жовтого кольору, що кристалізується за низьких температур. Точка плавлення його кристалів становить 63—64 °С. Він не розчиняється у воді, але за наявності кисню досить легко окислюється і руйнується. Альдегідну форму вітаміну А, виявлено в очній сітківці, яєчниках, ікрі та печінці риб. З жирових мас прісноводних риб виділено активну форму вітаміну А₂, кристали якого мають світло-рожеве забарвлення і температуру плавлення 94—95 °С. Він легко окислюється на повітрі. В організмах деяких риб виявлено малоактивні *цис*-форми вітаміну А.

Природні ефірні форми вітаміну А, які містяться у риб'ячому жирі, яєчному жовтку, а також препарати вітаміну А у вигляді ацетату і пальмітату не здатні проникати крізь клітинну мембрану без попереднього розщеплення відповідними естеразами. Вивільнений таким чином ретинол всмоктується, й у внутрішньому середовищі клітини знову стерифікується, після чого потрапляє в лімфатичну систему, яка переносить його по організму.

А-вітамінну активність демонструють поширені пігменти — каротиноїди, яких виявлено понад 300. Для 60 з них встановлено формули і визначено властивості. Каротиноїди розчиняються в органічних розчинниках і жирах, але не розчинні у воді, крім кроцину. За хімічною будовою їх поділяють на безкисневі, які представлені ненасиченими вуглеводнями, що містять тільки вуглець і водень, та окиснені, які містять ще й кисень.

До безкисневих належать α -, β - γ -каротини, які є супутниками хлорофілу, та лікопін і лепротин. До окиснених належать лютеїн, або постійний супутник каротину дигідроксикаротин, криптоксантин, який

міститься у зерні жовтої кукурудзи, фукоксантин, який міститься у клітинах бурих водоростей. Їх концентрація не стала і змінюється залежно від умов середовища, освітленості, фази вегетації.

Каротиноїди беруть участь в окисно-відновних реакціях, виконують певні функції у процесах запліднення. Завдяки ненасиченості вони здійснюють захисну функцію. Залежно від умов каротиноїди можуть бути і каталізаторами, і інгібіторами. У печінці тварин каротиноїди під впливом ферменту каротинази розщеплюються з утворенням з β -каротину двох молекул вітаміну А, α -, β -, γ -каротину,— однієї молекули.

У представників родини коропових каротиноїди накопичуються в ікрі тих видів, які мешкають за умов кисневого дефіциту. Мабуть каротиноїди відіграють певну роль у процесах кровообігу ембріонів, що є досить значущим фактором для ефективного відтворення.

Спеціальними дослідженнями з'ясовано, що деякі види з родини коропових здатні перетворювати похідні β -каротину на ретинол. Виявлено характерну біологічну активність деяких ксантофілів.

На ефективність засвоєння каротину у процесі біосинтезу вітаміну А значною мірою впливають рівень білкового живлення та якісні показники білка. Лізин, цистин, метіонін і вітамін В₁₂ активують трансформування β -каротину у вітамін А.

Вітчизняна практика і закордонний досвід, результати спеціальних досліджень переконують, що за рахунок натуральних кормів не завжди можна нормалізувати повноцінність комбікормів за біологічно активними речовинами. Це потребує використання препаратів хімічного і біологічного синтезу. Добрим джерелом провітаміну А-каротину є трав'яне борошно і сухе молоко, але їх вводять до складу кормосумішей в обмежених концентраціях. Добрим джерелом вітаміну А є риб'ячий жир, 1 г якого містить 300— 500 МО вітаміну, а спеціально вітамінізований жир — до 3000 МО.

Промисловість виробляє різноманітні рідкі олійні концентрати вітаміну А, які містять його від 20 до 500 тис. МО/мл. Останнім часом освоєно виробництво сухих стабілізованих препаратів вітаміну А (мікровіт А кормовий, вітаміцин).

Мікровіт А кормовий— це сухий стабілізований препарат, отриманий мікрогранулюванням. До його складу входять такі активні речовини, як ретипілацетат, молочний цукор, сухе знежирене молоко та антиоксиданти. Активність 1 г препарату дорівнює 325 тис. МО з можливими відхиленнями ± 10 %. За гарантійного терміну зберігання 6 міс за нормальних технологічних умов втрати вітаміну не перевищують 10 %. Препарат вважають технологічною речовиною, він досить легко і рівномірно вводиться до складу преміксів і комбікормів.

Вітаміцин — це висушена міцеліальна маса, отримана поглибленою ферментацією гриба *Asaure oureoticillus*. Препарат виготовляють у вигляді сипкого порошку, що дає змогу легко вводити його до складу кормових сумішей, забезпечуючи рівномірний розподіл по всій кормовій масі.

Вітаміцин містить 0,5—5,0 г/кг основної діючої речовини вітаміну А, деякі амінокислоти, вітаміни групи В, ферменти та інші біологічно активні речовини. Препарат поєднується з іншими біологічно активними компонентами, що дає змогу включати його до складу преміксів і комбікормів ступінчастим змішуванням. Побічних явищ та ускладнень у разі використання вітаміцину не виявлено, що знімає обмеження щодо його використання у штучних раціонах риб.

Вітамін Д бере участь у регулюванні обміну мінеральних речовин. Під його впливом підвищується вміст фосфору у хрящовій тканині, відбувається резорбція фосфору нирковими каналцями і кальцифікація кісткової тканини. Дефіцит вітаміну Д спричинює порушення у процесах кісткоутворення, що супроводжується демінералізацією кістяка риби і, як наслідок, гальмує загальний ріст організму.

Стабільним джерелом вітаміну Д можуть бути опромінені ультрафіолетовим світлом порошкоподібні дріжджі, які мають колір від світло-жовтого до коричневого і характерний дріжджовий запах.

Вміст вітаміну D₂ в 1 г цього препарату у середньому 4000 МО, а термін його зберігання близько 6 міс.

Промисловість випускає стабілізовані антиоксидантами кормові препарати — відеїн і гранувіт.

Відеїн — це комплекс вітаміну D₃ з казеїном. За зовнішнім виглядом — жовто-сірий дрібнозернистий порошок з розміром часточок не більше 150 мкм, що особливо цінно для виготовлення стартових комбікормів. Вміст вітаміну D₃ у препараті становить 200 тис. МО/г за відхилень ± 20 %.

Гранувіт — однорідний сипкий порошок, від білого до світло-жовтого кольору. Отримують його мікрогранулюванням холекальциферолу з формоутворювальними сполуками. 1 г препарату може містити від 100 до 200 МО вітаміну D₃. Цей препарат не злежується, має добру сипкість, технологічний, рівномірно розподіляється у преміксах і комбікормах. У разі його зберігання упродовж 12 міс у заводській упаковці втрати вітаміну не перевищують 10 %.

Вітамін Е в організмі тварин не синтезується, що потребує постійного його надходження з кормами. Вітамін Е потрапляє у травну систему риб разом з ліпідами, на його всмоктування певною мірою впливає склад жирів. Надлишок поліненасичених жирних кислот перешкоджає проникненню токоферолу крізь стінку кишечника. Особливе значення у цьому процесі має лінолева кислота, з підвищенням вмісту якої у кормових сумішах потрібно підвищувати і концентрацію вітаміну Е.

Експериментально встановлено, що процес засвоєння вітаміну Е певною мірою залежить від вмісту у кормових сумішах селену, за недостатньої концентрації якого гальмується всмоктування жирів і жиророзчинних вітамінів. Біологічний механізм перенесення вітаміну Е крізь клітинну мембрану ще недостатньо вивчений.

У разі використання і зберігання кормів слід враховувати той факт, що токоферол легко руйнується під дією ультрафіолетового випромінювання і здатні окиснюватись атмосферним киснем. Цей процес досить сповільнений, але різко прискорюється, коли відбувається згіркнення жирів.

Вітамін Е досить стійкий проти нагрівання, дії кислого та лужного середовищ. Він не втрачає активності у разі нагрівання до 170 °С, й інтенсивно руйнується за температури понад 350 °С.

Вважають, що у тканинах тваринного організму токоферол відіграє роль біологічного антиоксиданта, перешкоджаючи утворенню отруйних речовин, які викликають порушення обмінних і фізіологічних процесів у м'язовій, судинній і нервовій тканинах, характерних для Е-авітамінозу. Крім того, додаткова функція вітаміну Е полягає у забезпеченні кращого використання кисню тканинами у процесі дихання, він бере участь у процесах окиснювального фосфорилування і метаболізму нуклеїнових кислот, у білковому, вуглеводному і ліпідному обміні. Його нестача спричинює м'язову дистрофію у вигляді дегенерації скелетних і серцевих м'язів, ожиріння і некрозу печінки, порушення відтворних функцій.

Біологічну активність токоферолу виражають у міжнародних одиницях МО: 1 МО еквівалентна 1 мл α -токоферолацетату. У вітамінних препаратах концентрацію вітаміну Е наводять у відсотках за масою. Промисловість виробляє препарат у вигляді насичених і в'язких олійстих рідин, сипкого порошку і мікрогранул.

Вітамін Е у формі *а-токоферолацетату* ($C_{31}H_{52}O_3$) є олійстою рідиною підвищеної в'язкості, що не кристалізується, світло-жовтого кольору. Він не потребує особливих умов стабілізації ретинолу, що дає змогу випускати його препарати для потреб сільського господарства у вигляді порошку з різною концентрацією діючої речовини.

Гранувіт Е — кормовий мікрогранульований препарат, однорідний сипкий порошок світло-коричневого кольору, який містить α -токоферолацетатну форму вітаміну Е концентрацією 25 % за масою. Як наповнювачі у препарат вводять такі інгредієнти: сухе знежирене молоко, лактозу, декстрин, полівініловий спирт, емульгатори. У разі зберігання препарату у заводській упаковці упродовж 12 міс забезпечується 95 % активність токоферолу.

Препарат *соєвіт-Е* складається з α -токоферолацетату (10 %) і соєвого шроту або знежиреного соєвого борошна. Це сипкий однорідний порошок

світло-жовтого кольору зі специфічним запахом і смаком соєвого шроту, який добре поєднується з іншими компонентами преміксів і комбікормів. Гарантійний термін його активності становить не менше 18 міс.

Відомі й інші препарати, які містять вітамін Е, наприклад гранукон Е, сальвітак Е, аквавіт Е, кормовий Е. У багатьох країнах сипкі препарати токоферолу випускають з фіксованим вмістом вітаміну Е — 10, 25 і 50% маси суміші.

Вітамін К — антигеморагічна речовина, відіграє важливу роль у процесах зсідання крові, входить до складу коферментів, які каталізують утворення тромбокіназ і протромбіну.

У природі виявлено два аналоги вітаміну, які позначають K_1 (філохінон — $C_{31}H_{46}O_2$) і K_2 (менахінон — $C_{41}H_{56}O_2$). Отримано синтетичну форму вітаміну, яку позначено K_3 (метінон, менадіон — $C_{11}H_8O_2$), а його натрій-гідросульфїтну сіль названо вікасол. Вітамін K_1 частіше трапляється у кормах рослинного походження. Наприклад, у трав'яному люцерновому борошні його вміст може досягати 100 мг/кг. Добрим джерелом вітаміну К є рибне борошно.

Природні вітаміни K_1 і K_2 розчинні у жирах і жиророзчинниках і не розчинні у воді, синтетичний вітамін K_3 розчинний у воді. У кишечнику природні форми вітаміну адсорбуються швидше, ніж його синтетична форма.

У запліснявілих кормах іноді утворюється антагоніст вітаміну К — дикумарин. Згодовування такої кормосуміші викликає гемарогічну септицемію і значно подовжує час зсідання крові.

Вікасол ($C_{11}H_9NaO_5 \cdot 3H_2O$) досить широко використовують для вітамінізації кормових сумішей. Його високодисперсні кристали білого або білого з жовтуватим відтінком кольору, не мають запаху, гіркі на смак, добре розчиняються у воді і плавляться за температури близько 154—157 °С. За біологічною активністю 1 мг вікасолу еквівалентний 0,52 мг менадіону, який у тваринному організмі здатний перетворюватись на вітаміни K_1 і K_2 . Це слід враховувати під час дозування і введення вітаміну до складу преміксів і кормосумішей.

Філохінон, або вітамін K_1 — це в'язка світло-жовта оліїста рідина, температура плавлення близько 20 °С. Він добре розчиняється у багатьох органічних розчинниках і не розчиняється у воді, стійкий проти впливу атмосферного кисню і води. Вітамін швидко руйнується у лужному середовищі і стійкий у кислому.

Менахінон, або вітамін K_2 , — це кристалічна речовина блідо-жовтого кольору, температура плавлення близько 54 °С. За розчинністю аналогічний вітаміну K_1 .

Менадіон, або вітамін K_3 , — це тверда речовина з кристалами у вигляді тонких голок лимонно-жовтого кольору, температура плавлення 105 °С,

має характерний запах і пекучий смак. Він добре розчиняється у жирах і органічних розчинниках, але досить слабо розчиняється у воді, легко руйнується під дією лугів і кислот. За біологічною активністю менадїон і філохінон майже ідентичні, їх мінімальна активна доза становить 0,3 мкг. Термін зберігання вітаміну у герметичній тарі 12 міс, у складі комбікормів — до 6 міс.

7.2 Водорозчинні вітаміни

Вітамін В₁, або тіамін (C₁₂H₁₆N₄OS), який вперше було виділено з рисових висівків, належить до антиневричних вітамінів. Він входить до складу ферментів, які беруть участь у вуглеводному обміні, пов'язаний з функціонуванням органів кровотворення, підтримує нормальну перистальтику кишечника. У разі нестачі тіаміну порушується синтез ферменту декарбоксілази, внаслідок чого припиняється розщеплення ацетату.

Вітамін В₂, або рибофлавін (C₁₇H₂₀O₆N₄), вперше виділений із сироватки молока, тому його іноді називають лактофлавіном. Входить до складу флавінових ферментів, бере участь у реакціях дегідратації, які є важливою ланкою окисно-відновних процесів. Ступінь засвоєння рибофлавіну досить тісно пов'язаний з вмістом білка у раціоні риб. Нестача останнього зумовлює низький рівень надходження рибофлавіну, що супроводжується втратою апетиту і негативно впливає на ріст риб..

Кормовий препарат рибофлавіну, який отримують мікробіологічним синтезом — це порошок коричневого кольору з вмістом вітаміну В₂ — 1,5 %. Крім того, до його складу входять тіамін, пантотенова кислота, піридоксин, ціанкобаламін. Вміст сирого протеїну у препараті становить 20—25 %.

Гранувіт В₂ — мікрогранульований препарат з вмістом рибофлавіну 50—80 %, має темно-рожевий колір, не злежується і легко розподіляється у кормовій суміші. Його отримують методом розпилювального сушіння суміші, до складу якої входять знежирене молоко, рибофлавін і вода. У разі зберігання у заводській упаковці препарат не втрачає 98 % активності вітаміну упродовж 12 міс, у разі зберігання препарату у складі преміксів упродовж 6 міс втрати його активності становлять не більше 5 %.

Вітамін В₃, або пантотенова кислота (C₉H₁₇O₅N) — вихідна сполука β-аланіну і масляної кислоти, яка сприяє кращому засвоєнню організмом тварин протеїну і жирів. Входячи до складу коферменту А, пантотенова кислота відіграє важливу роль у таких біохімічних процесах, як окиснення і біосинтез жирних кислот, утворення фосфоліпідів. Дефіцит вітаміну В₃ викликає порушення функцій травної системи, відбивається на інтенсивності споживання кормів, може спричинити виразку кишечника

та інші аномальні прояви. Виявлено вплив пантотенової кислоти на розвиток органів відтворення риб, що іноді викликає їх недорозвиненість або стерильність.

Потреби у вітаміні В₃ певною мірою можна компенсувати за рахунок вживання кристалічної солі пантотенової кислоти — *пантотенату кальцію*. Це гігроскопічна речовина з гірким смаком і слабким специфічним запахом, температура її плавлення 194 °С. Вміст пантотенової кислоти у препараті коливається в межах 74—80 %. Його слід зберігати в упаковках з подвійної поліетиленової плівки по 1 —10 кг на стелажах у сухому, захищеному від світла приміщенні. За таких умов термін зберігання препарату може досягати 12 міс з моменту його виготовлення.

Вітамін В₄, або холін [НОСН₂N⁺(СН₃)зОН], який вперше було виділено із жовчі, у живому організмі виконує три головні функції: є ліпотрофним фактором, вихідною речовиною для утворення ацетил-холіну і вважається донором метильних груп. Його нестача гальмує синтез лецитину, що призводить до порушень процесу виведення з печінки й окиснення жирів, внаслідок чого виникає жирова інфільтрація цього органу.

У натуральних кормах холін міститься як у вільній, так і у зв'язаній формі у складі фосфоліпідів. Його концентрація варіює від 50 до 6700 мг/кг. Треба враховувати, що корми тваринного походження містять холін переважно у зв'язаному стані, а рослинного походження мають значно вищу концентрацію його вільної форми, ніж зв'язаної у фосфоліпиди, які у травному тракті мають піддатися гідролізу для вивільнення холіну.

Потреби у холіні зростають у разі зниження вмісту в раціонах протеїну і жирів. Для компенсації дефіциту вітаміну В₄ використовують його синтетичну форму — *холін-хлорид*, який випускають у рідкому стані з вмістом холіну до 70 % або у вигляді порошку з вмістом холіну 50 %. Холін-хлорид має задовільну стабільність у кормових сумішах. У разі застосування у розчиненому стані його рекомендують вводити до складу комбікормів у суміші з кормовою патокою і пропіоновою кислотою.

Вітамін В₅, або ніотинова кислота (С₆Н₆О₂М), який отримав і додаткову назву антипелагрічного вітаміну (РР — Pellagra preventing), має багатофункціональне призначення: активує дію інсуліну, внаслідок чого відбувається метаболізм глікогену і поліпшується використання вуглеводів; впливає на рівень холестерину у крові; нормалізує водно-сольовий обмін. Однак систематичне надмірне надходження ніотинової кислоти в організм риби спричинює глибокі порушення в обміні речовин, розлад функцій печінки.

Концентрація ніотинової кислоти у різних кормах коливається в досить широких межах. Найнадійнішим джерелом вітаміну В₅ є кормові дріжджі, макухи, шроти, висівки. Нестача ніотинової кислоти в організмі риб

найчастіше виникає в разі, коли їх раціон містить значний відсоток кукурудзяного зерна і має низький вміст протеїну або триптофану.

Ступінь засвоєння ніотинової кислоти залежить від виду риб і ферментативної особливості їхньої травної системи. Іноді до складу кормових сумішей доцільно вводити додаткові її кількості, для чого використовують відповідні вітамінні препарати.

Досить часто як кормову добавку для комбікормів і преміксів використовують *кормову ніотинову кислоту* — важкорозчинний у воді світло-сірий порошок, що складається з суміші ніотинової кислоти (близько 77 %), її амідів (близько 15 %) і ніотинамонію (не більше 10 %). Це відносно дешевий і технологічний препарат, характеризується достатньою стабільністю. У разі зберігання у заводській упаковці упродовж 24 міс залишкова активність ніотинової кислоти становить не менше 95 %, а у складі вітамінно-мінеральних преміксів за 6 міс втрачається не більше 5 % її активності.

Кристалічна ніотинова кислота — безбарвна тверда речовина з кристалами голчастої форми, кислувата на смак, без запаху, температура плавлення 234 °С. Вона погано розчиняється у більшості органічних розчинників, у 100 мл води за температури 100 °С розчиняється 9,76 г кислоти. Препарат не гігроскопічний, у сухому стані досить стабільний, у перерахунку на суху речовину містить не менше 99 % ніотинової кислоти. Його фасують у подвійні поліетиленові мішки масою по 5—25 кг, термін придатності за нормальних умов зберігання — до 10 років.

Ніотинамід — це гігроскопічний порошок, без запаху, гіркий на смак, плавиться за температури близько 131 °С. Він легко розчиняється у воді у співвідношенні 1:1, досить чутливий до дії лугів і кислот, під впливом яких перетворюється на ніотинову кислоту. Ніотинамід фасують у подвійні поліетиленові мішки масою по 10 кг. Термін його зберігання — до 2 років.

Вітамін В₆, або піридоксин (C₈H₁₁O₃N), вперше було виділено з печінки і дріжджів.

Фосфорильована форма вітаміну В₆ (піридоксальфосфат) є активним коферментом багатьох ферментних систем, які беруть участь у білковому обміні, а саме у процесах переамінування і декарбоксілування амінокислот. Внаслідок перебігу процесу переамінування в організмі утворюються замінні амінокислоти і здійснюється зв'язок між білковим та енергетичним обмінами. Вітамін В₆ бере участь у перенесенні сірки метіоніну й утворенні цистину, він необхідний для нормального обміну триптофану.

Встановлено, що піридоксин бере участь в утворенні життєвоважливих жирних кислот. Його нестача гальмує ріст молоді риб, спричинює розвиток анемії, жирову інфільтрацію печінки і порушення координації.

Особливу роль піридоксин та його похідні відіграють в інтенсивних технологіях вирощування риби, коли нормативне навантаження сирого протеїну досягає 30—60 %. Слід зазначити, що жоден інший вид сільськогосподарських тварин не має такого високого рівня білкового раціону. У зв'язку з цим під час формування кормових сумішей для інтенсивного рибництва об'єктивна увага приділяється дериватам піридину.

Потреби риб у піридоксині певною мірою забезпечуються його надходженням разом з натуральними кормами, такими як пшеничні і рисові висівки, шпроти і макухи, корми тваринного походження, кормові дріжджі. Однак підтримувати концентрацію піридоксину на рівні фізіологічних і продукційних вимог організму за рахунок натуральних кормових компонентів досить важко. У зв'язку з цим вимушено використовують препарати хімічного синтезу піридоксину. Незважаючи на досить високу їх вартість, такий шлях вважають доцільним і виправданим, бо витрати на придбання препаратів синтетичного піридоксину компенсуються ефективністю їх продуктивної дії.

Синтетичний піридоксин — це безбарвний кристалічний порошок з гірким смаком, температура плавлення близько 160 °С. Він добре розчиняється у воді, досить стійкий не тільки відносно теплової обробки, а й до дії лугів і кислот.

Усі форми піридоксину, як природні, так і синтетичні, вважають досить стійкими, але вони винятково чутливі до дії світла. Під впливом ультрафіолетових променів піридоксин швидко руйнується, що потрібно враховувати при його використанні у кормовиробництві.

Вітамін В₆, або фолієву кислоту (C₁₉H₁₉N₇O₆) вперше було виділено з листя шпинату. Бере участь у синтезі нуклеїнових кислот, необхідний для нормального функціонування травної системи.

Фолієву кислоту здатні синтезувати нижчі і вищі рослини, а також більшість мікроорганізмів, що забезпечує її наявність майже в усіх кормах. Однак найвища її концентрація у кормових дріжджах. На жаль, переважна частина вітаміну, що міститься у природних кормових компонентах, перебуває у зв'язаному стані, у формі так званих кон'югантів, що зумовлює низьку його засвоюваність організмом риб.

Нестачу фолієвої кислоти усувають вживанням відповідних фолієво-вмісних домішок. У кормовиробництві України до складу преміксів і кормових сумішей додають препарат фолієвої кислоти, — високодисперсний порошок жовтого або жовто-рожевого кольору, слабо розчинний у воді. Під час нагрівання він не плавиться, але темнішає, а за температури 250 °С — руйнується. Препарат фасують у герметичну упаковку, що дає змогу зберегти його активність упродовж 3 років.

Вітамін В₁₂, або ціанкобаламін (C₆₃H₈₈M₁₄O₁₄CoP), отримав назву антианемічного вітаміну, бо його відсутність у раціоні спричинює анемію.

Крім цього, вітамін впливає на кровотворну функцію організму, на обмін білкових речовин, бере участь у регулюванні оптимального балансу метіоніну, треоніну, валіну, лейцину, ізолейцину, що особливо важливо за відсутності збалансованого раціону щодо амінокислотного складу. Збагачення раціонів ціанкобаламіном сприяє підвищенню апетиту, поліпшує склад крові, нормалізує співвідношення вільних амінокислот, стимулює засвоєння організмом азоту, який міститься у кормах. Ціанкобаламін певною мірою впливає на обмін жирів, у сукупності з холіном чинить ефективну ліпотропну дію. Нестача ціанкобаламіну у кормових сумішах виявляється у низькому рівні засвоєння кормових компонентів, що супроводжується гальмуванням росту і втратою рибопродукції.

Ціанкобаламін трапляється у деяких кормах тваринного походження, але досі немає переконливої інформації стосовно механізму його утворення у тканинах тварин. Він не синтезується вищими рослинами, чим пояснюється відсутність вітаміну у кормах рослинного походження. Головним продуцентом ціанкобаламіну є мікроорганізми, серед яких провідна роль належить бактеріям. Синтезують вітамін B_{12} і деякі одноклітинні водорості, що зумовлює його накопичення певними видами молюсків і риб.

Джерелом ціанкобаламіну у жуйних тварин є мікрофлора рубця, чим пояснюється наявність вітаміну B_{12} у деяких кормах тваринного походження, отриманих після переробки молокопродуктів і відходів від забою тварин (м'ясне і м'ясо-кісткове борошно).

Як додаткове джерело вітаміну B_{12} використовують кормовий концентрат ціанкобаламіну (КМБ-12) — однорідний порошок коричневатого кольору з кислуватим смаком, що містить ціанкобаламіну не менше 25 мг/кг і сирого протеїну до 25 %. Концентрат упаковують у поліетиленові або паперові мішки. Гарантійний термін зберігання до 12 місяців.

У разі зберігання препаратів біологічно активних речовин потрібно забезпечити суворий контроль за їх збереженням, бо безконтрольність їх використання досить часто спричинює небажані наслідки.

Наведені загальні положення не є вичерпними і не гарантують абсолютного збереження біологічно активних речовин. Підприємства-виробники ширше інформують споживачів стосовно вимог, за дотримання яких можна забезпечити максимальний термін зберігання препаратів без втрат їхніх якісних і кількісних характеристик.

Підводячи підсумок, слід зазначити, що упродовж останніх років, в умовах переходу до ринкових відносин, більшість рибницьких господарств опинилася у скрутному фінансовому становищі. Це призвело до загального різкого скорочення обсягів годівлі риби, орієнтування на дешеві корми, якість яких далека від оптимальної. У цей період

сформувалася також стійка тенденція зростання вартості кормів, вітамінних препаратів. За таких умов риборозплідники і товарні рибні господарства потрапили у ситуацію, коли реальні потреби, пов'язані з годівлею риби, протирічать фінансовим можливостям. Сформувалася своєрідна дилема: порушення ефективної технології годівлі, що призведе до негативних показників виробництва, чи істотні витрати коштів для придбання високоякісних комбікормів з оптимальним вмістом вітамінів.

В умовах скрутного фінансового становища потрібно зосередити зусилля на забезпеченні риби вітамінами, які не синтезуються, або синтезуються в процесі перетравлення традиційної їжі у недостатній кількості. При цьому доцільно збагачувати корми усіма необхідними вітамінами безпосередньо в господарствах.

Інформація стосовно низькомолекулярних сполук, які отримали узагальнену назву вітаміни, у поєднанні з відомостями про специфіку їх розчинення дає змогу ефективно вирішувати питання, пов'язані з оптимізацією кормових раціонів за вітамінним складом.

Питання для самоперевірки:

1. Жиророзчинні вітаміни, їх вміст в натуральних кормах
2. Яку роль відіграють водорозчинні вітаміни у годівлі риб

8. НЕТРАДИЦІЙНІ КОРМИ, НОВІ БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ГОДІВЛІ РИБ

Істотне підвищення обсягів виробництва товарної рибної продукції значною мірою залежить від забезпеченості галузі біологічно повноцінними комбікормами. Для цього поряд із зростанням ресурсної бази і підвищенням якості кормів досить важливо правильно використовувати ті кормові компоненти, які може мати кожне конкретне господарство. У цьому плані очевидну значущість, поряд з традиційними, отримали нетрадиційні корми і нові біологічно активні речовини.

Висока собівартість і обмежений набір компонентів визначають низьку якість кормових раціонів для риб в абсолютній більшості рибницьких господарств, які неспроможні забезпечити збалансування кормових сумішей за широким комплексом поживних речовин, що погіршує їх використання і супроводжується перевитратами кормів на одиницю отриманої рибопродукції. Особливо чітко це простежується на прикладі білкової групи кормових компонентів, макро- і мікроелементів, біологічно активних речовин, їх співвідношення з іншими інгредієнтами, які становлять основу у годівлі риб.

Обмежені можливості залучення певних стандартних кормових компонентів до збалансування штучних раціонів з причин їх високої вартості викликають практичну зацікавленість можливістю використання нетрадиційних кормів, кормових добавок і нових біологічно активних препаратів.

Шкіряні відходи. Для підкріплення кормової бази важливу роль може відіграти раціональне використання відходів підприємств, які переробляють сільськогосподарську сировину. Одним з резервів виробництва білкових кормів є відходи від переробки шкір сільськогосподарських тварин.

Кормове борошно, виготовлене з обрізів шкір і міздрі з додаванням кісток, майже не поступається стандартному м'ясо-кістковому борошну, а за вмістом деяких амінокислот навіть випереджає його (табл.8.1).

Кормове міздряне борошно, яке отримують на клеєварних підприємствах із знежиреної та знеклеєної міздрі, колагенової сполучної тканини, шкіри і сухожилля, може на 50 % замінити дефіцитне і відносно дороге рибне борошно, що дасть змогу значно знизити витрати на одиницю приросту товарної рибної продукції.

Кормові домішки із шкіряних відходів випускають у розсипному і гранульованому стані, які відповідно містять 35 і 57 % сирого протеїну.

Залучення до складу кормів відходів шкіряного виробництва дасть змогу не тільки знизити собівартість комбикормів і поліпшити їхні якісні показники, а й значною мірою підвищити глибину переробки шкіряної сировини, що має очевидні переваги для енерго- і ресурсозбереження.

Таблиця 8.1

Амінокислотний склад м'ясо-кісткового борошна і борошна з обрізків шкір та міздрі, %

Амінокислота	Борошно	
	м'ясо-кісткове	з обрізків шкір та міздрі
Аргінін	6,1	7,2
Гістидин	1,4	1,4
Лізин	5,0	4,3
Фенілаланін	3,2	3,2
Метіонін + цистин	2,0	3,2
Валін	4,8	5,4
Треонін	3,4	3,6
Лейцин + ізолейцин	9,2	9,6
Гліцин	8,6	15,1

Суша рисова клейковина є високопротеїновою кормовою домішкою, що містить до 70 % сирого протеїну. Білок її в основному представлений проламінами, які належать до простих. У проламінах підвищена концентрація таких амінокислот, як пролін і глутамінова кислота. Ця кормова домішка містить до 0,3 % жиру, до 0,7 клітковини, до 2,6 золи і до 15 % біоенергетичних речовин.

Перетравлюваність протеїну сухої рисової клейковини, за деякими публікаціями, досягає 66 %. Прості білки — проламіни не розчинні у воді, а розчиняються у 80 %-му розчині спирту, що потрібно враховувати в разі їх використання у кормовиробництві.

Ворошносолодові паростки — це порошок або гранули світло-сірого кольору, гіркі на смак, які отримують на підприємствах пивоварного виробництва. Назва "паростки" неправильна, бо найбільшу частину борошна становлять корінці, але цей термін поширений серед технологів і ми змушені його дотримуватись. Солодові паростки за вологості 13 % містять близько 23 % сирого протеїну, до 2 сирого жиру, до 12 сирої клітковини, до 43 біоенергетичних речовин і до 7 % золи. У них високий рівень вітаміну Е і водорозчинних вітамінів.

Виявлено, але досі не ідентифіковано фактори стимулювання росту риб у разі використання солодових паростків як кормових домішок, що потребує подальшого вивчення цього питання. У зв'язку з характерним гіркуватим смаком солодових паростків їх включають до складу кормових сумішей у концентраціях не вище 3 %. При цьому бажано до складу кормосуміші залучати кормову патоку, що приховує гіркість і забезпечує підвищену спо-живаність корму.

Паста зеленої рослинності отримала деяке використання у годівлі риб, але належної уваги цьому виду корму на жаль не приділяють. Пасту можна готувати з різних видів наземної і водної рослинності як окремо, так і в суміші.

Для приготування пасти використовують свіжоскошену наземну рослинність, яку обробляють на ДКУ або пастовиготівнику. Паста, виготовлена з різнотрав'я, містить 4—8 % протеїну, 65—80 води, 0,5—1 жиру, 10—20 % клітковини. Для запобігання втратам соку під час виготовлення пасти, її відразу змішують з комбікормом у кількості до 30 % загальної маси кормосуміші.

Для годівлі риб можна використовувати пасту з водних рослин, хімічний склад та енергетичну цінність яких наведено у табл. 8.2. Водну рослинність використовують у разі безпосереднього виготовлення кормосумішей у рибних господарствах. Рослинність заготовляють перед зго доуванням риби, подрібнюють її і вводять до складу кормосуміші у кількості до 50 %.

Таблиця 8.2

Хімічний склад та енергетична цінність водних рослин

Назва рослини	Вміст у сухій речовині, %					Енергетична цінність сухої речовини, кДж/кг
	Протеїн	Жир	БЕР	Клітковина	Зола	
Ряска						
мала	26,7	4,6	27,2	24,5	17,0	18 291
багатокорінна	21,1	2,6	35,1	26,6	14,6	17 619
трьохчасткова	27,4	2,7	24,0	23,8	22,1	16 771
Рдест						
гострокінцевий	21,9	2,5	28,1	26,3	21,2	16 506
гребінчастий	20,9	2,6	36,5	26,0	14,0	17 720
пронизнолистий	18,4	2,5	17,2	36,6	25,3	17 997
кучерявий	18,8	2,7	36,8	24,1	17,6	17 157
Елодея	18,3	2,5	42,5	16,6	20,1	13 658
Едогоніум	19,2	3,1	21,8	32,2	23,7	16 174
Гречка						
водяна	24,2	3,8	27,7	28,8	15,5	19 106
пташина	21,1	2,9	30,4	31,0	14,6	18 984
Стрілолист	21,6	3,6	19,0	36,7	19,1	17 346
Рогіз	7,4	1,9	47,4	32,4	10,9	17 233

Водну рослинність можна сушити і переробляти на борошно, яке додають до кормосумішей у концентрації до 5 %.

Лушпиння бобів какао (оболонка какао-бобів) є відходом кондитерського виробництва. Його отримують у процесі очищення бобів какао від оболонок і зародка перед виготовленням какао-порошку. Ядро бобів какао становить 85—89 % загальної маси, на оболонку припадає 10—15 %, на зародок — до 1 %.

Лушпиння бобів какао містить близько 15 % сирого протеїну, до 45 БЕР, до 6—7 сирого жиру і до 6—7 % золи. Слід зазначити, що в цих відходах значна кількість вітаміну. Негативним аспектом є підвищений вміст сирової клітковини (до 16 %), що передбачає невисокий рівень перетравлюваності органічних речовин, яких близько 45 %. Крім того, у лушпинні бобів какао є алкалоїд теобромід, який стимулює обмін речовин, що може спричинити додаткові втрати енергії.

Лушпиння бобів какао рекомендовано використовувати у продукційних гранульованих кормах на рівні вітамінно-трав'яного борошна доброї якості.

Гідрол — темно-коричнева рідина з характерним запахом, температура застигання — 22 °С. Це побічний продукт виробництва кристалічної

глюкози із сирого зернового і картопляного крохмалю, який використовують у легкій і медичній промисловості, а також у кормовиробництві.

Гідрол випускають двох марок: *А-гідрол*, який отримують за звичайною схемою кристалізації глюкози і використовують у легкій промисловості та медицині; *Б-гідрол*, який отримують за комбінованою схемою і використовують тільки для виробництва комбікормів.

Кормовий Б-гідрол містить дуже мало протеїну (до 0,26 %), але має дуже високу концентрацію цукру (до 46—48 %), що є головною його перевагою як поживного компонента. Гідрол можна використовувати у виробництві комбікормів для риб, але в невеликих концентраціях — на рівні кормової патоки. Із-за малої в'язкості, гідрол рівномірніше розподіляється в кормовій суміші порівняно з кормовою патокою, а у виробництві гранульованих комбікормів він є доброю сполучною речовиною. Гранули комбікорму з гідролом поживніші за вуглеводами, значно міцніші і триваліший час зберігають свою цілісність у воді порівняно з гранулами, отриманими із застосуванням пари. Норма введення гідролу — не більше 5—7 % загальної маси кормової суміші. Гарантійний термін його зберігання у прохолодних місцях, за відсутності впливу сонячних променів і атмосферних опадів — до 6 міс.

Біомаса водневоокиснювальних бактерій (БВБ) — нещодавно запропонована висококонцентрована протеїнова добавка, аморфний порошок світлого або жовтуватого кольору. Цей кормовий компонент отримують внаслідок культивування бактерії *Alkaligenes autrophus* на живильному середовищі. Для виробництва 1 т готової продукції потрібно затратити сировини, кг:

Водень технічний	- 700;	Заліза цитрат	- 0,24;
Кисень технічний	- 3000;	Заліза сульфат	- 0,0016;
Вуглекислий газ	- 2000;	Мангану хлорид	- 0,0016;
Сечовина	- 297;	Нікелю хлорид	- 0,0016
Фосфорна кислота	- 80;	Цинку сульфат	- 0,035;
Калію хлорид	- 7,6;	Кобальту хлорид	- 0,018;
Магнію сульфат	- 26;	Борна кислота	- 0,14;
Калію гідроксид	- 0,4;	Натрію молібдат	- 0,01.

Біомаса водневоокиснювальних бактерій за вологості 10% містить менше 65% сирого протеїну і має такий амінокислотний склад, %: лізин — 4,35, гістидин — 1,22, аргінін — 4,54, аспарагінова кислота — 6,22, треонін — 3,29, серин — 2,50, глютамінова кислота — 7,81, пролін — 2,85, гліцин — 3,76, аланін — 5,64, цистин — 0,35, валін — 3,97, метіонін — 1,64, ізолейцин — 2,78, лейцин — 5,35, тирозин — 2,25, фенілаланін —

2,75, триптофан — 0,87. БВБ не повинна містити живих клітин продуцента, а загальний вміст непатогенних бактерій, серед яких трапляються псевдомонас, мікрококи, сарцини, мікобактерії — не вище 100 тис/г.

Хімічний аналіз препарату підтверджує підвищений вміст у його складі важких металів, що потребує особливої обережності в разі його впровадження у практику годівлі риб. Необхідні додаткові поглиблені дослідження препарату не тільки у загальнобіологічному, а й у токсикологічному і медично-біологічному плані.

Кормовіт — тонкоподрібнений чорний порошок із сухих віджимків чорноплідної горобини, насичений р-токоферилацетатом (до 25 %) і вкритий захисною полівінілспиртовою плівкою. Його рекомендують для прямого вітамінного збагачення кормових сумішей.

У разі зберігання препарату у заводській упаковці упродовж 6 міс зберігається до 90 % активності вітаміну Е, у складі вітамінно-мінеральних пре-міксів упродовж того самого часу — 65—70 % активності вітаміну Е.

Аскорбінат натрію — однорідний сипкий порошок білого кольору з жовтуватим відтінком, без запаху. Це повноцінне джерело вітаміну С, яке за біологічною активністю не поступається аскорбіновій кислоті. Аскорбінат натрію містить не менше 97 % активної речовини, його використовують у дозах, аналогічних аскорбіновій кислоті. Зберігають препарат у захищених від світла сухих приміщеннях, термін зберігання вітамінної активності — 12 міс.

Холіцел — сипкий порошок від білого до світло-жовтого кольору, отримують змішуванням 70%-го водного розчину холіну і мікрокристалічної целюлози з наступним висушуванням суміші до вологості не вище 2 %.

Холіцел містить близько 45—50 % холіну. Препарат включають до складу комбікормів і преміксів тільки у сухому вигляді. Гарантійний термін зберігання — до 12 міс.

Філофора — багряна водорість *Phyllophora peruvosa*, живе у Чорному морі, можна використовувати як кормовий компонент для кормосумішей у годівлі риб. Філофора містить до 16,4 % протеїну, до 0,9 жиру, до 7,1 % клітковини, а також цінні мікроелементи, мг/кг: залізо — 0,03; кобальт — 3,59; мідь — 3,4; йод — 2146.

Філофору рекомендують додавати до складу комбікормів у вигляді борошна у кількості до 10 % загальної маси кормосуміші. З метою насичення комбікорму мікроелементами можна використовувати відвар з філофори, для приготування якого подрібнену масу водорості (з розрахунку 100 кг на 1100—1200 л води) варять 30—60 хв з періодичним помішуванням до утворення подібної речовини. Збагачений мікроелементами комбікорм, на 100 кг якого додають до 10 л відвару,

можна використовувати для годівлі як рибопосадкового матеріалу, так і товарної риби.

Препарат йодбілковий кормовий — світло-сірий або коричнюватий порошок, який містить понад 20 мікроелементів (залізо, мідь, манган, цинк, кобальт, йод тощо), виготовляють з відходів агарового виробництва. Препарат використовують для насичення кормів мікроелементами у концентраціях 0,01—0,04 % загальної маси кормосуміші.

Концентрат мікроелементний водоростевий — крупка темно-бурого або чорного кольору, яка містить понад 20 мікроелементів. Його виробляють з відходів агарового виробництва і, як і йодбілковий кормовий препарат, використовують для насичення комбікормів мікроелементами. Витрати концентрату — не більше 0,1—0,3 % загальної маси кормосуміші.

Карбонат і сульфат кобальту — водорозчинні солі, які містять відповідно 0,495 і 0,213 г активного кобальту. Кобальт, як і інші мікроелементи, активує діяльність ферментів. За його нестачі знижується рівень синтезу в організмі риб вітаміну B₁₂.

Рекомендовано на 1 т комбікорму додавати 3 г карбонату або 5 г сульфату кобальту, які попередньо розчиняють у воді. Збагачений кобальтом комбікорм використовують для годівлі як рибопосадкового матеріалу, так і товарної риби.

Гамма-аміномасляна кислота (ГАМК) — дрібнокристалічний порошок, який у процесі зберігання досить швидко злежується, що потребує додаткового його подрібнення перед використанням.

ГАМК стимулює секрецію гормону росту, під впливом якого активується біосинтез білка. Одночасно інтенсифікується утворення гормонів, які посилюють анаболічні реакції енергетичного обміну. Крім цього, ГАМК гальмує швидкість пероксидного окиснення ліпідів у організмі і послаблює наслідки стресових ситуацій. Препарат вводять до складу комбікормів у концентрації 75-150 г/т.

Фумарова кислота (дикарбонова ненасичена органічна кислота) — однорідний дрібнокристалічний сипкий порошок білого кольору, погано розчиняється у воді, не злежується. Вона досить стійка за тривалого зберігання як окремо, так і у складі преміксів та комбікормів.

Фумарова кислота здатна поліпшувати моторико-секреторну функцію шлунково-кишкового тракту, підвищувати перетравлюваність і всмоктування поживних речовин корму. Після всмоктування кислота досить швидко мобілізує енергетичні резерви організму, бере участь у синтезі біологічно активних речовин, чинить загальну стимулювальну дію. Її використовують для формування кормових сумішей у концентраціях 0,10—0,25 % загальної маси.

Впровадження у годівлю риб нетрадиційних кормів, нових біологічно активних речовин у разі кваліфікованого і свідомого підходу до справи сприятиме зниженню витрат кормів та оптимізації харчових раціонів.

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ БІЛКОВОЇ ПРОБЛЕМИ У ГОДІВЛІ РИБ

Однією з найгостріших у сучасному кормовиробництві є проблема виробництва і раціонального використання білка. Вона демонструє всезростаючу актуальність білкового забезпечення. Дефіцит протеїну у раціонах головних об'єктів сучасного рибництва знижує продуктивність, викликає істотні, часто необгрунтовані перевитрати кормів, що супроводжується збільшенням собівартості рибопродукції.

Злободенність такого стану рибництва посилюється тим, що Україна в останні роки знизила валове вирощування зернових та істотно зменшила виробництво кормів тваринного походження. Внаслідок цього потреби у білках комбікормової промисловості і безпосередньо господарств з виробництва рибопродукції задовольняються далеко не повністю. Крім того, з причин диспропорції цін на рибу і комбікорми, останні стають малодоступними для значної більшості рибницьких підприємств.

Нині вчені все більше підтримують концепцію посилення генетико-селекційних досліджень і впровадження їх результатів з метою створення нових, продуктивніших сортів і гібридів зернових та інших культур, які б відповідали вимогам інтенсивного землеробства. Це, як вважає абсолютна більшість фахівців, є вирішальним фактором подальшого зростання обсягів виробництва рослинного білка і відповідно підвищення якості кормів.

Цікавими у цьому плані є розробки учених США. Тут досить розповсюджені продукти, отримані за допомогою генної інженерії, що викликає певні побоювання. Провідні вчені стверджують, що неконтрольована гра з генами неприпустима. І вони мають на це підстави. Нині обширні земельні угіддя засіяно суперрослинами з видозміненими генами, що вже викликало серйозні ускладнення. Рослини фактично перестають бути рослинами після того, як їм вживили гени тварин, риб, комах. На одній із ферм штату Айова було вирощено рекордний урожай кукурудзи із застосуванням генної технології. Тварини, яких годували такою кукурудзою, дуже швидко набирали масу. Проте у людей, які споживали м'ясо цих тварин, спостерігались

симптоми отруєнь, які нагадували ураження від зміїних укусів. Розслідування цього інциденту привело до лабораторії, де були створені чудо-зерна кукурудзи, в які генетики ухитрилися ввести надзвичайно активний ген, вилучений з отрути гримучої змії.

Ця інформація щодо досягнень генної інженерії засвідчує, що подібні шляхи вирішення білкової проблеми за сучасного стану знань у цій галузі поки що досить проблематичні і не можуть бути рекомендовані для впровадження у практичне кормовиробництво.

Водночас перспективність досліджень у галузі генної інженерії з метою отримання рослинної і тваринної сировини з високим вмістом білка, яку можна було б використовувати за цільовим призначенням, очевидна.

Нині і на найближчу перспективу особливе місце у генетико-селекційних дослідженнях посідають високобілкові зернові культури, такі як соя, люпин, ріпак та деякі інші. У цьому плані цікавим є досвід учених Канади, які завдяки цілеспрямованій генетико-селекційній роботі отримали новий сорт ріпаку — канола, який містить багато протеїну і жирів за низького вмісту глюкозинолатів та ерукової кислоти. Є досягнення і вітчизняної селекції: виведено високобілкові безалкалоїдні сорти люпину, такі як Київський швидкостиглий, Київський мутант, Горизонт, що відкриває певні перспективи у вирішенні білкової проблеми у рибництві.

Пильна увага вітчизняної та зарубіжної селекції до високобілкових кормових культур не випадкова. Використання кормів рослинного походження порівняно з тваринними для багатьох видів риб економічно доцільніше. Елементарними розрахунками доведено, що собівартість 1 т білка зерна бобових культур у 6—8 разів нижча, ніж у кормах тваринного походження, у 4—5 разів нижча, ніж у кормових дріжджах, і в 1,5—2 рази нижча, ніж у трав'яному борошні.

Перспективним і досить значущим резервом проблеми підвищення виробництва білка є так зване "землеробство щадіння". Останнім часом в Україні з причин скорочення поголів'я великої рогатої худоби значно знизилась обсяги використання органічних добрив. Тому органічні добрива бажано використовувати переважно під зернові злакові, за рахунок чого можливе підвищення врожайності і виходу протеїну з кожної одиниці засіяної площі, а в кормовому кліні — збільшити відсоток площ під багаторічними та однорічними бобовими культурами.

Резервом вирішення білкової проблеми у годівлі риб може бути біотрансформація кормів, тобто механічне, біохімічне, мікробіологічне перетворення різних кормів та кормових засобів як у процесі їх переробки і підготовки до згодовування, так і після споживання тваринами.

Підвищену зацікавленість у вирішенні проблеми кормового білка викликає біотрансформація зеленої маси і виробництво *протеїнового зеленого концентрату* (ПЗК), який за поживними і хімічними властивостями дуже наближений до кормів тваринного походження. Так, за вмісту 90 % сухих речовин, рівень перетравлюваного протеїну у складі ПЗК становить близько 49,5 %, жиру — 9,1, сирі клітковини — лише 3,2 %. У 100 г

протеїну цього кормового концентрату містяться такі амінокислоти, г: лізин 7,36— 7,60, метіонін — 1,32-1,46, цистин — 2,13-2,34, триптофан — 1,01- 1,32. У перерахунку на весь протеїн 1 кг ПЗК концентрація лізину становить близько 40, метіоніну — 8, цистину — 12, триптофану — 6 г/кг.

До перспективних культур, з яких доцільно виробляти ПЗК, належать конюшина, еспарцет, кукурудза, сорго, а також горох, буркун, бобово-злакові суміші і нестандартна рослинна сировина (картопляне бадилля, болотна трава, листя дерев, зелена маса інших рослин). Дефіцит кормового протеїну значною мірою можна зменшити за рахунок продуктів життєдіяльності дріжджових бактерій, нижчих грибів та інших одноклітинних організмів з використанням такої сировини: серцевини кукурудзяних качанів, соняшникового лушпиння, решток деревини і сульфатного луку від варіння целюлози.

Високий вміст протеїну незалежно від походження мають дріжджі. Їх білок за вмістом амінокислот наближається до білка тваринного походження. Дріжджі слугують добрим джерелом вітамінів, ферментів (протеази, нуклеази), здатні нормалізувати обмінні процеси.

Сучасний фахівець, діяльність якого тісно пов'язана з годівлею риби, або, іншими словами, який згодує різні корми відповідним об'єктам риборівництва, має чітко уявляти шляхи оптимізації їх використання. При цьому акцентувати головну увагу слід на доцільному і раціональному використанні їх білкової складової, яка є найдорожчим компонентом кормів. Собівартість білка рослинного походження значно нижча, ніж тваринного, тому у максимально доцільних обсягах потрібно замінювати тваринний білок на рослинний.

Враховуючи фізіологічні особливості різних вікових груп риб, які є об'єктами культивування, і сучасні білкові проблеми у годівлі риб, доцільно забезпечити повноцінними кормами насамперед молодші вікові групи, оскільки, з одного боку, вони краще оплачують корми, зокрема білок, приростом маси, з іншого — буде отримано фізіологічно повноцінний і якісний рибопосадковий матеріал, який є запорукою ефективного виробництва товарної риборобпродукції.

Питання для самоперевірки:

1. Що ви розумієте під нетрадиційними кормами?
2. Біологічно активні речовини та їх характеристика.
3. Розкрити шляхи вирішення білкової проблеми у годівлі риб.

9. ВИРОБНИЦТВО ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ КОРМІВ ДЛЯ РИБ

Виробництво екологічно чистих кормів — це проблема не тільки годівлі теплокровних тварин і риб. Вона має два аспекти: по-перше, пов'язана із забезпеченням за рахунок екологічно чистих кормів нормального фізіологічного стану і високої продуктивності культивованих об'єктів; по-друге, що особливо важливо, має забезпечити отримання екологічно чистих і безпечних продуктів харчування людини. Ігнорування цих концептуальних положень значною мірою знижує доцільність виробництва, а часто виробництво шкідливих продуктів харчування може отримати злочинний відтінок.

Втім, внутрішнє середовище як тепло-, так і хлоднокровних тварин, до яких належить риба, значною мірою формується під впливом їжі, яку вони отримують. Оскільки період годівлі культивованих видів від народження до досягнення товарної маси тривалий, вплив їжі носить системний характер, і цим не можна нехтувати.

Теплокровні тварини і риби у процесі споживання їжі накопичують у своєму організмі різні компоненти кормів, у тому числі й ті, що несуть у собі негативний початок. Далі тканини й органи культивованих об'єктів, які можуть містити шкідливі компоненти, використовуються для харчування людини. Кумулятивна особливість організмів теплокровних тварин і риб часто може стати причиною тяжких захворювань людей аж до летальних наслідків.

На фоні зростаючого антропогенного впливу на природні комплекси бажання отримати максимум продукції рослинництва з одиниці площі сільськогосподарських угідь та ігнорування якості цієї продукції стають причиною отримання у процесі кормовиробництва продукту, який не відповідає сучасним вимогам за низкою параметрів.

У зв'язку з цим очевидна доцільність і значущість виробництва екологічно чистих кормів, що забезпечить можливість вирощування здорових теплокровних тварин і риб, а отже, отримання повноцінних харчових продуктів, усуне небезпеку виникнення хвороб людей внаслідок споживання продуктів сумнівної екологічної чистоти.

У вирішенні цього завдання важливе значення має агротехніка вирощування кормових культур: суворе дотримання термінів і якості обробітку ґрунтів, висока якість посівних робіт, догляд за рослинами, суворе дозування і своєчасне внесення органічних та мінеральних добрив тощо. За інтенсивного вирощування кормових культур особливого значення набуває роль хімізації, яка включає оброблення рослин захисними засобами, внесення мінеральних добрив, інші елементи інтенсифікації.

Технологічно обґрунтоване використання мінеральних добрив сприяє і забезпечує підвищення врожайності, зберігає родючість ґрунтів, за дотримання високої культури землеробства негативно не впливає на якість кормів. На характер внесення мінеральних добрив, особливо азотовмісних, великою мірою впливають такі фактори, як фоновий вміст азоту у ґрунті, кількість, терміни і форма внесення добрив, кліматичні умови, особливості погодних умов конкретного року, вид рослин, фаза їх вегетації тощо.

Нині якість кормів у багатьох господарствах України із-за об'єктивних і суб'єктивних причин не відповідає сучасним вимогам. Це зумовлено не тільки низькою культурою землеробства, а й низькою екологічних факторів антропогенного походження. Втім, згідно з Ветеринарним законодавством (1988), дію якого пролонговано, гранично допустимі концентрації (ГДК) нітратів і нітритів у кормах та основних видах сировини для кормовиробництва суворо обмежені (табл. 9.1).

Таблиця 9..1

Гранично допустимі концентрації нітратів і нітритів у кормах та сировині

Вид корму, сировини	ГДК, г/кг сирого продукту	
	нітратів (за NO ₃ ⁻)	нітритів (за NO ₂ ⁻)
Зернофураж і продукти переробки зерна	300	10
Макухи і шроту	200	10
Сировина тваринного походження:		
(м'ясо-кісткове і рибне борошно, сухе молоко)	250	10
Дріжджі кормові і гідролізні	300	10
Трав'яне борошно	2000	10
Хвойне борошно	1000	10
Патока кормова	1500	10
Буряковий жом (сухий)	800	10
Зелені корми	500	10
Картопля	300	10

Сучасний рівень теоретичних і практичних знань дає об'єктивну інформацію щодо впливу нітратів і нітритів на організм тварин і людини. Механізм негативної дії нітратів полягає в тому, що після всмоктування у кров вони окиснюють двовалентне залізо гемоглобіну до тривалентного і переводять його у неактивну форму — метгемоглобін (MtHb). В останньому дуже міцний зв'язок між атомами азоту і заліза гемоглобіну.

Реакція утворення метгемоглобіну відбувається за 0,01 с, а його розкладання триває близько 3 хв, тобто у 3600 разів повільніше. Симптоми отруєння спостерігаються в разі перетворення 30—40 % гемоглобіну на метгемоглобін, заміщення ж 50 % гемоглобіну — смертельне.

Встановлено, що найбільш токсично на організм впливають нітрати, відновлені до нітритів. Останні, всмоктавшись у кров, блокують гемоглобін і позбавляють його здатності транспортувати кисень, впливають на тонус судин і проникність мембран. Внаслідок взаємодій нітратів з третинними амінами в організмі утворюються нітрозаміни, які визнано канцерогенними речовинами. Нітрати і нітрити руйнують жиророзчинні вітаміни Д і Е, й особливо вітамін А і каротин, що призводить до загального ослаблення організму.

Слід пам'ятати, що нітрати не є принципово чужорідними для рослин речовинами, це елементи їх мінерального живлення. Наведена особливість є основою використання мінеральних азотовмісних добрив, які у поєднанні з органічними негативно не впливають на якість рослинних кормів, стимулюють врожайність.

Вміст нітратів у рослинах підвищується за різких змін погодних умов, під час засухи, особливо після застосування гербіцидів, за тривалої похмурої погоди, дефіциту деяких мікроелементів.

Небажано використовувати сировину для виробництва комбікормів з вмістом нітратів і нітритів понад гранично допустимі концентрації. Однак, коли іншого виходу немає, їх негативний вплив на організм можна дещо зменшити збалансуванням кормової суміші за широким спектром поживних речовин з урахуванням вуглеводного комплексу (цукор, крохмаль).

Корми слід перевіряти на вміст неорганічних форм азоту в лабораторних умовах (кількісний аналіз) і безпосередньо в господарстві (якісний аналіз). В умовах господарства для цих цілей використовують "Нітратомір НМ-002", індикаторний папір "Індам" та інші доступні методи.

Досить поширений метод аналізу з використанням дифеніламіну, сірчаної кислоти і дистильованої води, який полягає у проведенні таких послідовних дій:

- змішують 20 мл дистильованої води, 100 мл хімічно чистої концентрованої сірчаної кислоти (H_2SO_4) і 500 мл дифеніламіну ($\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{N}$); отримують реактив у вигляді прозорого безбарвного розчину;
- у хімічно чисту скляну колбу беруть наважку добре подрібненого корму (0,2—0,5 г) і заливають приготвленим реактивом з висотою шару до 10 мм.

Через 1 хв оцінюють реакцію на наявність нітратів і нітритів за такими показниками:

- незмінність кольору рідини або поява слабо-синього відтінку свідчить про відсутність нітратів або незначну їх концентрацію;
- інтенсивне забарвлення рідини від прозоро-синього до непрозоро-темно-синього свідчить про підвищений вміст нітратів;
- зеленкувате забарвлення рідини вказує на наявність у досліджуваному кормі нітритів.

За умов виробництва екологічно чистих і доброякісних кормів досить вірогідним є погіршення їх якості і втрачання екологічної чистоти у процесі зберігання. Іншими словами, крім виробництва високоякісних і екологічно чистих кормів слід забезпечити правильне їх зберігання.

У процесі зберігання кормів внаслідок температурних коливань досить часто конденсується волога, що стимулює розвиток мікроорганізмів, грибів, бактерій. Особливо небезпечним є накопичення у комбікормах токсичних продуктів їх життєдіяльності. Для запобігання псуванню комбікормів рекомендують додавати сорбінову кислоту у концентрації 0,025—0,10 %. Це підвищує збережність багатьох кормових інгредієнтів і подовжує термін зберігання комбікормів у 2—4 рази.

Для інактивації антипоживних речовин використовують різні методи оброблення кормів.

Волого-теплове оброблення зерна сприяє поліпшенню смакових якостей і споживаності кормів, інактивує антипоживні речовини, при цьому крохмаль клейстеризується і частково перетворюється на декстрини (продукт часткового розщеплення поліцукридів) і цукор. У разі перегрівання концентрація розчинних фракцій кормових протеїнів зростає, однак змінюються і їх фізико-хімічні властивості.

Одним із способів підготовки зерна до згодовування є вплив водяної пари у поєднанні з високим тиском, що відбувається під час екструзії. Головна перевага цього способу полягає у можливості швидкого оброблення зерна (1—2 хв) порівняно з 15—20 хв за відсутності тиску.

У фермерських господарствах деяких країн впроваджено оброблення зерна способом сухого нагрівання. Згідно з ним очищене зерно (10—15 % вологості) концентрують у теплзбірнику, куди крізь форсунки нагнітають повітря з температурою 315 °С. Тривалість обробки зерна — 1—2 хв, температура сировини на виході з теплзбірника — 160—188 °С. За такого

термічного оброблення зерно миттєво зварюється, а завдяки внутрішньому тиску — "розпушується". Оброблене так зерно направляють на плющення або використовують для виготовлення гранульованих комбікормів.

Для усунення недоліків, які виникають під час оброблення зерна парою або сухим теплом, все більшого поширення набуває спосіб мікронізації, який активно впроваджується у США, Англії, Японії. Цей спосіб передбачає вплив на зерно упродовж 30 с інфрачервоних променів з довжиною хвилі 2— 4 мкм, які викликають інтенсивну вібрацію молекул речовини зерна.

Внаслідок внутрішнього тертя виділяється теплота, за рахунок якої випаровується волога і підвищується тиск всередині зернини. Вона стає м'якою, розбухає і розтріскується. За способом мікронізації обробляють зерно кукурудзи, сорго, ячменю та інших зернових. Вартість устаткування і витрати, пов'язані з процесом оброблення найменші порівняно з іншими відомими способами волого-теплого оброблення, а якість отриманого корму — найвища.

Дотримання сучасних технологій виробництва кормів та їх зберігання сприятиме не тільки підвищенню якості, а й значною мірою збільшить їх екологічну чистоту. Тим самим можна створити об'єктивні передумови для отримання доброякісних харчових продуктів й усунення небезпеки виникнення захворювань, спровокованих надходженням в організм шкідливих компонентів.

Сучасні аграрні технології здатні забезпечити людство продуктами харчування, але питання якості цих продуктів поки що залишається відкритим. Його вирішенню у рибництві певною мірою сприятиме впровадження екологічно чистих кормів для риб, що, у свою чергу, дасть змогу отримати сировину високої якості для виробництва їжі і продуктів переробки риби на рівні сучасних вимог до екологічно чистої продукції.

Питання для самоперевірки:

1. Значення екологічно чистих кормів в годівлі риб.
2. Технологія виробництва екологічно чистих кормів.

10. ОРГАНІЗАЦІЯ ГОДІВЛІ РИБИ

Знання екології та біології виду, особливостей його живлення у природному середовищі дає змогу знайти оптимальні рішення щодо розробки рецептури кормів, які б відповідали видоспецифічним особливостям об'єкта культивування з урахуванням вікових аспектів і технологій

виробництва. Водночас потрібно мати інформацію для вирішення практичних питань годівлі риби, що важливо у повсякденній роботі.

У зв'язку з тим, що головним об'єктом тепловодних рибницьких господарств є короп, організаційні питання, безпосередньо пов'язані з годівлею, доцільно висвітлити на його прикладі.

Роботи щодо годівлі риби у ставовому рибницькому господарстві покладаються безпосередньо на бригаду робітників, закріплених за конкретними ставами відповідних категорій. Робочим місцем робітника бригади є фактична площа ставу (водне дзеркало і ложе водойми), відповідний майданчик на березі або дамбі, кормоцех, складські приміщення для зберігання кормів.

Технологічний ланцюг з годівлі першочергово передбачає отримання кормів зі складу, у приміщенні якого виконують такі робочі операції: тарування, зважування і навантажування на транспорт. За технологічних умов зберігання кормів безпосередньо на ставах у спеціальних місткостях баштового типу перевантажування кормів у засоби роздавання виконують самопливом. Кількість використовуваних кормів на практиці визначають об'ємним методом за допомогою відповідних місткостей (відра, бункери, кошики, мішки), які мають сталий об'єм.

Для годівлі риби застосовують гранульовані, сипкі та тістоподібні корми. При цьому тістоподібні кормосуміші готують безпосередньо перед згодовуванням риби вручну, за допомогою кормозмішувачів або у кормороздавачах. Цей процес передбачає виконання певних робочих операцій: підготовка кормових компонентів, зволоження, перемішування, іноді додавання стимуляторів і медикаментів.

Згодовувати корми риби можна за допомогою спеціалізованих кормороздавачів, з моторного чи веслового човна, з берегової лінії. В разі використання для годівлі риби моторного або веслового човна до виконання цієї операції слід залучати двох робітників, у разі використання спеціалізованих кормороздавачів — одного.

Для виконання робіт, пов'язаних з годівлею риби, має бути забезпечена наявність відповідного інвентаря: лопат, совків, кошиків, відер, носилок. На жаль, у годівлі риби досить поширена ручна праця, але існують і системи механізмів, які дають змогу частково механізувати цей процес. При цьому широке впровадження отримали вантажно-розвантажувальні

пристрої різних типів (гвинтові, ковшові, скребкові, стрічкові). Чинні норми передбачають певний час на запуск і опробування агрегатів на холостому ході, час на технічне обслуговування і заправлення паливом упродовж робочої зміни.

Тарування сухих кормів. Тарувати гранульовані та сипкі сухі корми можна вручну або за допомогою засобів механізації.

Тарування кормів вручну передбачає такий комплекс робіт: піднесення порожніх мішків, наповнення їх кормом за допомогою лопати або совка, зав'язування, переміщення мішків у межах складського приміщення.

Механічне тарування кормів передбачає такий комплекс робіт: піднесення порожніх мішків до місця навантажування, підставлення мішка до жолобу навантажувача, вмикання навантажувача, наповнення мішка кормом, переміщення його вбік, підставлення під жолоб наступного мішка. Наповнені мішки зав'язують і переміщують до місця тимчасового складування.

Отримавши конкретну інформацію стосовно цього виду робіт, фахівець може обґрунтовано сформулювати завдання робітникам і вимагати його виконання згідно з нормативними документами.

Зважування сухих кормів. Під час зважування відтарованих сухих кормів виконують такі роботи: піднесення мішків із сухим кормом до ваг, розміщення їх на вагах, зважування, переміщення мішків на відстань до 30 м й укладання їх у штабелі (заввишки до 1,6 м) або подавання до транспортного засобу. Уся ця операція здійснюється за нормами часу і виробітку

Керуючись наведеними нормативними параметрами, легко визначити підсумкову потребу у робочій силі з урахуванням обсягу робіт щодо зважування сухих кормів і оптимальних строків їх виконання.

Подрібнення макухи. За умов виробництва в разі організації годівлі риби як кормовий компонент досить часто використовують різні види макухи, які перед згодовуванням доцільно подрібнити. Подрібнення передбачає її розкришення до відповідних фракцій, придатних для споживання рибою. Його можна здійснювати різними засобами, що залежить від конкретних умов підприємства.

Подрібнення макухи вручну менш продуктивне і потребує більших витрат часу, але іноді його використовують на практиці. Роботи під час

виконання цієї операції досить прості: подрібнення макухи за допомогою лопати або лома, відсипання її на відстань до 3 м.

Подрібнення макухи за допомогою макуходробарки ширше впроваджено на практиці, воно технологічніше і передбачає такі роботи: завантаження дробарки макухою, вмикання агрегату, відсипання отриманої подрібненої макухи від агрегату на відстань до 30 м. Контролювати і регулювати роботу макуходробарки слід згідно з технічними умовами її експлуатації.

Очевидно, що для подрібнення твердих і м'яких макух потрібні різні обсяги праці з урахуванням засобу виконання операції, що слід враховувати під час проведення цих робіт і постановки завдання виконавцям.

Подрібнення насіння зернобобових культур. До початку процесу подрібнення слід підготувати дробарку до роботи, провести її обслуговування і тільки після цього можна вмикати агрегат. Насіння зернобобових культур, що підлягає подрібненню, потрібно вручну засипати в навантажувальний ковш і забезпечити рівномірне його надходження в дробильну камеру. Отриману подрібнену масу тарують у мішки. Організуючи ці роботи, потрібно передбачати, щоб відстань піднесення насіння до дробарки і переміщення подрібненого матеріалу не перевищувала 30 м. Роботу виконують згідно з визначеними нормами.

Дробарки, які використовують для цих робіт, як і інші машини й механізми, мають бути технічно справними, тому потрібно проводити їх планово-запобіжний ремонт і експлуатувати за інструкцією.

Приготування тістоподібних кормів. Годівля риби передбачає використання кормів, які перебувають у тістоподібному стані, що потребує виконання певних технологічних операцій за визначеними нормами часу і виробітку.

Приготування тістоподібних кормів вручну передбачає виконання таких послідовних операцій: завантаження сухого корму в човен або спеціальну місткість, внесення у сухий корм потрібних домішок чи компонентів, ретельне перемішування сухої маси, заливання водою і повторне перемішування.

Приготування тістоподібних кормів кормозмішувачем виконують з дотриманням таких послідовних операцій: завантаження

сухого корму у бункер кормозмішувача, подача у бункер води і потрібних домішок.

Приготування тістоподібних кормів і обслуговування кормозмішувачів різних конструкцій потребує від робітника відповідної кваліфікації, яку можна отримати після спеціальної підготовки.

Згодовування кормів вручну. За експлуатації ставів відносно невеликої площі досить часто корми роздають вручну, що потребує знання відповідних нормативів, які дають змогу формувати технологічний ланцюг — корми у стави можна вносити різними засобами, що передбачає і різні норми часу та виробітку .

Згодовування кормів з берега передбачає виконання певних послідовних операцій. Першочергово завантажують вручну або за допомогою засобів механізації підготовлений тістоподібний або гранульований корм на транспортний засіб, який після цього переміщується по периметру ставу і зупиняється через певні відстані. На зупинках робітники наповнюють відра кормом і розкидають його вздовж берегової лінії по кормових місцях. При цьому слід ретельно контролювати споживаність кормів рибою.

Корми з веслового або моторного човна згодовують за такою технологічною схемою: навантаження підготовленого тістоподібного чи гранульованого корму в човен вручну або за допомогою засобів механізації і роздавання корму лопатами по кормових місцях або кормових доріжках за переміщення човна по ставу. При цьому слід стежити за споживаністю корму рибою. Після закінчення роботи човен потрібно ретельно вимити.

У кожному конкретному випадку фахівець має вирішити, яким засобом і в яких ставах виправдано здійснювати ручне згодовування кормів, керуючись при цьому виробничою доцільністю.

Механізоване згодовування кормів. На великих нагульних і вирощувальних ставах, малих водосховищах різного цільового призначення і походження, водоймах-охолодниках теплових і атомних електростанцій, теплоелектроцентралей і промислових підприємств, де застосовують годівлю риби, в абсолютній більшості корми роздають механізовано за визначеними нормами часу і виробітку.

Ці роботи передбачають таку технологічну схему: підготовка і технічне обслуговування кормороздавача, навантаження корму в бункер кормороздавача, змивання струменем води решток корму з навантажувального майданчика після тарування, згодовування корму по кормових місцях або кормових доріжках, перевірка ефективності споживання кормів рибою, повернення до місця завантаження. Після завершення робіт кормороздавач слід ретельно вимити і пришвартувати в установленому місці.

Улаштування кормових місць. Річище рибогосподарських водойм здебільшого не відповідає оптимальним умовам годівлі риби. Хвилястий рельєф поверхні дна, замулення і зарослість певних ділянок, потребують підготовки спеціальних кормових місць для раціонального використання згодовуваних кормів. У зв'язку з цим широко розповсюдили *кормові столики*, які влаштовують на ставах і водосховищах і на які задають корми. Закріплення столика передбачає використання паль, попередньо забитих у ґрунт.

Для виконання цих робіт на практиці потрібно взяти палі і кормові столики, піднести або підвезти їх на човні до визначеного місця, забити паліі прикріпити до них кормовий столик. У процесі експлуатації кормові столики поступово забруднюються, що потребує проведення відповідного їх обслуговування, насамперед очищення від решток корму. Для цього столик потрібно зняти з кормового місця, перевезти його на берег, очистити, промити, просушити і повернути на попереднє місце.

Організація спеціальних кормових місць, облаштованих кормовими столиками, дає змогу чітко контролювати споживаність кормів, запобігати їх перевитраті, забезпечує збереження якісних параметрів умов існування риб за рахунок значного скорочення вмісту органічних речовин, джерелом яких є штучні корми, що розкладаються.

Влаштування кормових столиків за усіх їх переваг потребує певних витрат, що не завжди виправдано. У зв'язку з цим практикують улаштування кормових місць безпосередньо на річищі водойм шляхом забивання кілків як орієнтирів для робітника, який годує рибу.

Кілки можна забивати по сухому річищу до заливання водойми. Для цього їх підносять до розмічених кормових місць і забивають у ґрунт. Уразі організації годівлі риби у водоймах багаторічного регулювання у

ставах, уже залитих водою, кілки забивають по воді, доставивши їх до розмічених кормових місць бродом або на човні .

Улаштування кормових місць без кормових столиків безпосередньо на ґрунті призводить до їх поступового забруднення упродовж вегетаційного періоду. Внаслідок цього погіршується кисневий режим, виділяються гази, характерні для розкладання органічних сполук, що відлякує рибу від таких кормових місць. Ці обставини потребують від рибника упродовж вегетаційного періоду з певною частотою влаштовувати нові кормові місця, що пов'язано з переставлянням кілків.

Переставляти кілки можна по сухому річищу попередньо витягнувши раніше забиті кілки і перенісши їх на нове місце. Однак частіше ці роботи здійснюють по воді, для чого потрібно підпливти до забитого кілка, витягнути його і забити на новому місці .

Отже очевидно, що в разі скорочення витрат на влаштування кормових столиків доведеться нести певні витрати для ретельнішого догляду за кормовими місцями і передислокації їх у процесі годівлі риби.

За значних обсягів виробництва з використанням систем машин і механізмів на великих нагульних ставах готують спеціальні кормові місця шляхом попереднього планування та ущільнення ґрунту, що сприяє поліпшенню умов годівлі і забезпечує зменшення втрат кормів. На нашу думку, нині ефективність використання кормів пов'язана з впровадженням у виробництво автогодівниць різних конструкцій, що істотно скорочує втрати кормів у процесі годівлі і зберігає їх якість за розрахункової продуктивності.

Корми — винятково вагома складова собівартості продукції в умовах інтенсивного вирощування рибопосадкового матеріалу і товарної риби. У зв'язку з цим раціональне використання кормів є актуальною проблемою сучасного рибництва, шляхи вирішення якої багатопланові, але всі вони тісно пов'язані з організацією годівлі риби, орієнтації у нормативах часу і виробітку залежно від особливостей певних господарств. Сучасне виробництво риби потребує не тільки професійної підготовки в питаннях теорії і практики годівлі риб, а й уміння організувати годівлю риби на

сучасному рівні, адаптувати існуючі концепції до реальних умов конкретних господарств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богданов Г. А., Зверев А. И., Прокопенко Л. С., Привело О. Е. Справочник по кормам и кормовым добавкам. — К.: Урожай, 1984. — 248 с.
2. Гомыгин Е.А., Лысенко В. Я., Скляр В. Я., Турецкий В. И. Комбикорма для рыб: производство и методы кормления. — М.: Агропромиздат, 1989. —168 с.
3. Гринжевський М. В. Аквакультура України. — Львів: Вільна Україна, 1998. — 364 с.
4. Мазник А. П., Калиновская О. П., Тюктяев И. Ш., Лысенко В. Я. Производство комбикормов для прудовых рыб. — М.: Колос, 1976. — 96 с.
5. Петрухин М. В. Корма и кормовые добавки. —М.: Росагропромиздат, 1989,— 526 с.
6. Привезенцев Ю. А., Анисимова И. М., Тарасова Е.А. Прудовое рыбоводство. — М.: Колос, 1980. — 199 с.
7. Рекомендації з використання місцевих та нетрадиційних кормів для годівлі коропа у ставах / Ю. О. Желтое, М. В. Гринжевський, І. Ф. Демченко, Б. І. Гудима, С. В. Василюк. — К.: ІРГ УААН, 1999. — 44 с.
8. Рекомендації по підвищенню коефіцієнта корисної дії штучних кормів та раціональної годівлі коропових риб у ставових та тепловодних рибних господарствах /Ю. О.Желтов, В. А.Федоренко. — К.: ІРГ УААН, 1995. — 14 с.
9. Рылов В. Г., Шерман И. М., Пилипенко Ю. В. Пиленгас в континентальных рыбохозяйственных водоемах. — Симферополь: Таврия, 1998. — 102 с.
10. Саковская В. Г., Ворошила З. П., Сыров В. С., Хрусталева Е.И. Практикум по прудовому рыбоводству. — М.: Агропромиздат, 1991. — 174 с.
11. Скляр В. Я., Гамыгин Е. А., Рыжков Л. П. Справочник по кормлению рыб. — М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. — 120 с.
12. Сорвачев К. Ф. Основы биохимии питания рыб. — М.: Легк. и пищ. пром- сть, 1982. — 246 с.
13. Справочник по физиологии рыб /Под ред. А. А. Яржомбека. — М.: Агропромиздат, 1986. — 192 с.
14. Стеффенс В. Индустриальные методы выращивания рыбы. — М.: Агропромиздат, 1985. — 383 с.
15. Чижик А. К., Шерман И. М. Прудовое рыбоводство: справочное пособие. — Симферополь: Таврия, 1985. — 387 с.
16. Шерман І. М., Краснощок Г. П., Пилипенко Ю. В. Рибництво. — К.: Урожай, 1992. -192 с.

17. Шерман И. М., Чижик А. К. Прудовое рыбоводство. — К.:Выща шк.,1989.— 215 с.

18. Щербина М. А., Абросимова Н. А., Сергеева Н. Т. Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбоводства: Рекомендации. — Ростов-на-Дону, 1985. — 48 с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Тема 1. ЗМІСТ І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
Тема 2 АНАТОМІЧНІ ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ РИБ.....	8
Тема 3 ХІМІЧНИЙ СКЛАД КОРМІВ ТА ФІЗІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН.....	13
Тема 4 КЛАСИФІКАЦІЯ КОРМІВ.....	22
Тема 5 ВЛАСТИВОСТІ КОРМІВ РОСЛИННОГО І ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ.....	38
Тема 6 ВЛАСТИВОСТІ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ, КОРМІВ ХІМІЧНОГО І МІКРОБІОЛОГІЧНОГО СИНТЕЗУ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ.....	75
Тема 7 ВОДО- ТА ЖИРОРОЗЧИННІ ВІТАМІНИ, НЕОБХІДНІСТЬ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ГОДІВЛІ РИБ.....	81
Тема 8 НЕТРАДИЦІЙНІ КОРМИ, НОВІ БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ГОДІВЛІ РИБ	93
Тема 9 ВИРОБНИЦТВО ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ КОРМІВ ДЛЯ РИБ.....	103
Тема 10 ОРГАНІЗАЦІЯ ГОДІВЛІ РИБИ.....	107
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	115