

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Пентиліук Р. С.

***ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РИБНИЦТВА
ЧАСТИНА I***

Конспект лекцій

Одеса
Одеський державний екологічний університет
2015

ББК 47.2
П 25
УДК 639.3

Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного університету Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій (протокол №8 від 28.05. 2015 р.)

Пентиліук Р.С.

Теоретичні основи рибництва Частина 1: конспект лекцій. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2015. 210 с.

Конспект лекцій присвячено вивченню системи теоретичного обґрунтування сучасних технологій ведення аквакультури і перспектив розвитку методів штучного відтворення гідробіонтів.

Конспект складений з двох частин.

Конспект лекцій для студентів денної форми навчання напряму “Водні біоресурси та аквакультура”.

ISBN 978-966-186-063-5

© Пентиліук Р.С. 2015
© Одеський державний екологічний університет, 2020

Навчальне електронне видання

Пентилюк Роман Сергійович

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РИБНИЦТВА
ЧАСТИНА 1**

Конспект лекцій

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

Е-mail: info@odeku.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
1. ВВЕДЕННЯ У ДИСЦИПЛІНУ.....	6
2. ФОРМУВАННЯ РИБОПРОДУКТИВНОСТІ ВОДОЙМ ШТУЧНОГО ТА ПРИРОДНОГО ІХТІОЦЕНОЗІВ.....	15
3. ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДґРУНТЯ АКЛІМАТИЗАЦІЇ ГІДРОБІОНТІВ ЯК МЕТОД УПРАВЛІННЯ І ПІДВИЩЕННЯ БІОПРОДУКТИВНОСТІ РИБОГОСПОДАРСЬКИХ ВОДОЙМ.....	60
4. МЕХАНІЗМИ ДІЇ ФАКТОРІВ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРОДУКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ РИБ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ПОЛІПШЕННЯ.....	76
5. МОЖЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІЇ РОСТУ РИБ У ПРИРОДНИХ І ШТУЧНИХ ВОДОЙМАХ.....	107
6. ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ СТАТІ ТА СТАТЕВИХ ПРОДУКТІВ РИБ.....	127
7. ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРИРОДНОГО ТА ШТУЧНОГО ВІДТВОРЕННЯ РИБ.....	158
8. ЕТАПНІСТЬ РОЗВИТКУ РИБ І ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У РИБНИЦТВІ.....	185
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	208

ПЕРЕДМОВА

Загальновідомо, що риба – живий природний ресурс, який об'єктивно має здатність відновлюватися, але за домінуючої умови з урахуванням складу промислової іхтіофауни щорічний вилов не повинен перевищувати обсяги щорічного відновлення. Загальновідома концепція запропонована читачеві у спрощеному вигляді, але саме вона покладена в принцип квотування промислу, його регламентації, промислових прогнозів.

На превеликий жаль протягом останнього століття цей принцип суттєво порушувався, як у національних так і нейтральних акваторіях. Одночасно з цим об'єктивно існуючим фактом були доведені якісні і кількісні параметри рибних запасів, запропоновані межі доцільних обсягів щорічного промислу при цьому наголошувалося на необхідності поряд з квотуванням промислу, розгорнути широкі роботи на державному і міждержавному рівнях, по оптимізації умов відтворення в природних і штучних умовах відтворення риб. Такі заходи на думку нових генерацій науковців сформували нову, сучасну концепцію – для підтримання на необхідному рівні чисельності і видового складу риб в рибпромислових акваторіях вимагає додаткових витрат, знижуючи ефективність рибальства, але є необхідним для забезпечення відповідного рівня промислу і рибництва.

Ситуація, яка склалася сьогодні в промислі, істотно погіршується завдячуючи погіршенню умов середовища, що викликано негативним тиском факторів антропогенного походження. Виходячи з викладеного логічно констатувати, що сьогодні, у середньостроковій, у довгостроковій перспективах суттєве збільшення обсягів промислу, що практично ідентично полюванню достатньо проблематично. Виходячи з викладеного подальше нарощування обсягів сучасного рибальства маловірогідне, можливості фактичного полювання на риб відповідними знаряддями лову досягли свого максимуму і перспективи нарощування обсягів рибопродукції в першу чергу високої якості необхідно пов'язувати з рибництвом.

Поряд з цим сьогодні існують чисельні наукові розробки, які дозволяють суттєво розширити сучасні уявлення відносно біології риб – об'єктів сучасного і перспективного рибництва, що відкриває нові можливості для створення нових, удосконалення існуючих технологій.

При розглянутому позитиві необхідно наголосити на об'єктивно існуючому факті обмеженості інформації, яка формує теоретичне підґрунтя перспективних технологій, а такий дефіцит у свою чергу збіднює професійний світогляд майбутніх фахівців, стримуючи

ініціативу удосконалення і адаптації технологій до конкретних умов створення нових технологій рибництва, відповідаючи вимогам сучасності.

В цьому зв'язку навчальна дисципліна "Теоретичні основи рибництва" є однією з найважливіших складових підготовки фахівців із спеціальності "Водні біоресурси", що розкриває теоретичні аспекти та можливості успішного проведення основних технологічних процесів вирощування риби у водоймах різного типу за різних екологічних умов з метою отримання максимальної продукції найвищої якості. Засвоєння основних положень цієї дисципліни неможливе без знань, яких набувають майбутні іхтіологи-рибоводи, вивчаючи екологію, гідрологію, гідрохімію, гідробіологію, фізіологію риб, біохімію гідробіонтів, генетику риб, анатомію риб, загальну іхтіологію, ставове рибництво, індустріальне, рибництво в річках, озерах і водосховищах, основи марікультури та інші, що тісно пов'язані з рибництвом, насамперед, через інформацію теоретичного характеру.

Мета вивчення дисципліни - набуття студентами цілісної системи знань та уявлень з основних питань теорії ведення рибогосподарської діяльності з використанням бази даних із дисциплін фундаментальної підготовки відповідно до конкретних проблем рибництва.

Знання, набуті в результаті вивчення дисципліни, сприятимуть появі у майбутніх фахівців повного розуміння передумов ефективного ведення рибництва, що органічно поєднує навчальний процес із дисциплінами фундаментальної та спеціальної фахової підготовки.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати: основні складові способу життя риб (розмноження, розвитку, росту, живлення, поведінки, чисельності, продуктивності), фізіолого-біохімічні особливості їх природного і штучного відтворення, закономірності накопичення і перетворення речовини і енергії рибами в різні періоди життя;

вміти: використовувати закономірності впливу на риб екологічних факторів водного середовища, біологічної продуктивності кормових гідробіонтів і методів її формування у водоймах різного типу, а також ефективно застосовувати в рибництві відповідні теоретичні складові будови і пристосування до існування риб у воді.

1. ВВЕДЕННЯ В ДИСЦИПЛІНУ

Біопродукція акваторій та основи її формування з теоретичного боку є загальними в планетарному масштабі. Процес первинного утворення абсолютної більшості продукції обумовлений життєдіяльністю зелених рослин які в процесі фотосинтезу, використовуючи неорганічні компоненти оточуючого середовища та наявності хлорофілових складових під дією сонячно інсоляції здатні утворювати органічну речовину. Саме первинна органічна речовина є основою життя всього живого на планеті Земля.

В різних гідроекосистемах природного та штучного походження або трансформованих з природних різного цільового призначення основа живої складової представлена флорою і фауною.

Існує ряд умов відносно видового складу рослин, їх чисельності і біомаси, що безпосередньо впливає на якісні і кількісні аспекти життя гідробіонтів флористичного походження, але незалежно від цього зелені рослини абсолютно домінують в утворенні органічної речовини гідроекосистем. Здатність зелених рослин сформувати органічну масу з неорганічних компонентів є результатом тривалого філогенезу протягом багатьох геологічних епох які послідовно змінювалися на земній кулі поступово створюючи умови для виникнення життя і удосконалення флори на планеті Земля.

Безумовно сьогодні достатньо досліджений видовий склад, особливості розповсюдження і формування флори у водоймах, існують якісні і кількісні характеристики флори, відповідно до водойм різного типу, що є теоретичним підґрунтям сучасних наукових поглядів на основи утворення, формування і використання біопродуктивності водойм.

При цьому виключне значення для життя в планетарному масштабі різних середовищ належить зеленим рослинам – основі, яка забезпечує трансформацію неорганічних складових в органічну живу біомасу.

Біопродуктивність водойм, біопродуктивний потенціал у водоймах різного типу мають єдине теоретичне підґрунтя, але формування його основи достатньо специфічні у водоймах різного типу.

З вище викладеного зрозуміло, що первинна органічна речовина утворюється в процесі фотосинтезу, який забезпечує левову частку органіки первинного походження у планетарному масштабі.

Продукція органічної речовини зелених рослин відповідно до їх ролі в утворенні органічної речовини, дала підстави поєднати зелені рослини під загальною назвою продуценти, в тому числі і у воді. В процесі фотосинтезу зелені рослини продукують та виділяють в оточуюче середовище кисень, який входить до складу повітря і у

розчиненому вигляді насичує воду, що забезпечує можливість дихання гідробіонтів, які не використовують атмосферне повітря, не мають легень, а процес дихання відповідно до риб забезпечується зябрами у поєднанні з відповідною загальною системою.

Гідросистеми акваторій насичені живими організмами рослинного і тваринного походження, їх чисельність і біомаса різні, що пов'язано з багатьма факторами, але вони у зазначеному вигляді поділені на дві групи, а саме: продуценти – організми рослинного походження, які здатні за певних умов утворювати органічну речовину з неорганічних складових, консументи – організми тваринного походження, які не здатні утворювати органічну речовину з неорганічних складових ні за яких умов. Вони споживають готову органічну речовину рослинного, тваринного або змішаного походження.

Таким чином зрозуміло, що біопродуктивність акваторій формується за рахунок продуцентів і консументів, які представлені певними видами з відповідною чисельністю і біомасою.

На відміну від продуцентів консументи представлені певними порядками, визначення яких базується і залежність від об'єктивно існуючої дистанції між консументами і продуцентами.

Вся сукупність продуцентів і консументів, все живе у складі гідро екосистем є її біопродуктивним потенціалом. Між біопродуктивним потенціалом і кормовими ресурсами у рибогосподарських водоймах різного походження і цільового призначення існують певні особливості. Біопродуктивний потенціал – вся сукупність гідробіонтів певної акваторії, а кормовий ресурс це частина біопродуктивного потенціалу, яка представлена кормовими гідро біонтами.

В рибогосподарських водоймах природного походження, а це океани моря, річкові системи, озера, лимани затоки кормові ресурси знаходяться переважно під мінімальним впливом людського фактору, але чим менша акваторія, тим більший вплив діяльності людини простежується і навпаки.

Штучні акваторії, а саме класичні ставові рибні господарства, малі і середні водосховища різного цільового призначення і походження, трансформовані мають свою специфіку. Головною рисою розглянутих штучних акваторій є не природний гідрологічний режим, коливання рівня води, періодичне осушення і заповнення водою, що обумовлено сезонними складовими і технологічними особливостями, що пов'язане з цільовим призначенням.

Особливе положення в цьому напрямку створюють рибогосподарські водойми природного походження у значній мірі трансформовані в процесі діяльності людини, переважно гідробудівництва, що призвело в окремих випадках до збільшення, а в

окремих випадках до зменшення кормових ресурсів. При цьому демонструються специфічні тенденції, обумовлені особливостями функціонування водокористувачів, які обумовлені відповідними технологіями.

Враховуючи викладене необхідно наголосити на тому, що існують загальні особливості утворення, трансформації і використання кормових ресурсів рибогосподарських акваторій, які незаперечно мають свою специфіку. В цьому зв'язку доцільно знову акцентувати увагу на тому, що кормовий ресурс є складовою частиною біопродуктивного потенціалу, який представлений продуцентами і консументами різних трофічних рівнів.

Розглядаючи флору і фауну рибогосподарських водойм формується уявлення про видовий склад відповідних груп гідробіонтів, їх чисельність і біомасу, відповідність видового складу іхтіоценозу складу кормових гідробіонтів, визначаються можливості споживання конкретних об'ємів певних кормових гідробіонтів. Після запропонованого теоретичного підходу до вирішення цього достатньо проблемного питання, виконання відповідних практичних розрахунків, виникає реальна можливість об'єктивного визначення кормового ресурсу по відповідними групам певних гідробіонтів.

Спираючись на закономірності утворення органічної речовини необхідно брати до уваги динамічність цього процесу і шляхи виходу на кормовий ресурс у відповідності до експлуатуємих рибогосподарських водойм. Поряд з цим доцільно уявити, що ресурс незалежно від специфіки його утворення може бути самоціллю. Кінцева складова, яка безпосередньо визначає рибогосподарські перспективи експлуатації конкретної водойми є кормова база відповідних видів риб.

В цьому зв'язку біопродуктивність в якості проблеми розширеного відтворення водойми цінної продукції повинна розглядатися в якості провідної, але підсумовуючої складової на шляху від біопродуктивності, через кормовий ресурс до кормової бази. Вихід на кормову базу природних і трансформованих природних акваторій дозволяє формувати оптимізований іхтіоценоз за рахунок регламентованого промислу за умов використання селективних знарядь лову, покращення умов.

Процес експлуатації розвитку кормових гідробіонтів у свою чергу повинен супроводжуватися відповідними меліоративними заходами, орієнтованими на збереження якості води на рівні який повністю відповідає біологічним особливостям культивуємих видів риб.

Зрозуміло, що океани, моря, затоки, лимани, озера річкові системи – акваторії природного походження не можуть бути об'єктами застосування традиційних методів нарощування біопродуктивності рибогосподарських водойм. До розглянутих акваторій природного

походження можуть бути віднесені трансформовані крупні водойми природного походження для яких більш бажаним та необхідним є виконання у відповідному обсязі робіт меліоративного спрямування для забезпечення відповідних умов для природного і штучно формуючого іхтіоценозів.

Підсумовуючи викладене доцільно зосередити увагу на методах управління біопродуктивністю рибогосподарських водойм. При цьому треба наголосити на тому, що переважна більшість рибогосподарських водойм різного походження і цільового призначення використовується далеко не одним водокористувачем, а це вимагає збалансованого підходу з урахуванням інтересів всіх водокористувачів.

Виходячи з концепції, яка була запропонована, засоби інтенсифікації здатні забруднювати воду повинні бути виключені для всіх природних трансформованих акваторій, штучних акваторій з багаторічним регулюванням скидання води. Комплексна інтенсифікація припустима виключно в ставах спеціалізованих класичних рибних господарствах. При цьому бажаним є відповідне погодження з санітарно – ветеринарними структурами. Для всіх рибогосподарських водойм без виключення управління біопродуктивністю можливе за умов відповідного погодження регулювання водності, трофності за рахунок регламентованого рибальства по термінах, обсягах, знаряддях лову.

Біопродуктивний потенціал, біопродуктивність, кормовий ресурс представлені в акваторіях відповідними групами кормових гідробіонтів. В якості продуцентів виступають представники флори, які фактично представлені фітопланктоном і макролітами. В якості консументів виступають представники фауни, основу яких складають зоопланктон і зообентос.

Флористичні комплекси утворюють первинну органічну речовину в процесі фотосинтезу, а фауністичні комплекси споживають готову органічну речовину рослин безпосередньо, або опосередковано. Процес має динамічний характер, простежується стала закономірність по сезонах року, є специфіка зонального характеру, яка пов'язана з ґрунтово-кліматичними зонами.

Функціонування продуцентів і консументів тісно пов'язане один з одним і фактично є вагомим компонентом відображаючим процес трансформації речовини та енергії у водоймах. Певний інтерес в цьому зв'язку викликає використання створеної речовини та енергії відповідними продуцентами і консументами різних трофічних рівнів.

Для відповіді на це достатньо важливе питання теоретичного характеру були поставлені чисельні дослідження, які привели до важливої концепції, яка має великий вплив на вирішення сучасних проблем практичного рибництва.

Продуценти які представлені фітопланктоном та макролітами, створюючи в процесі фотосинтезу первинну органічну речовину, є основним джерелом органічного продукту сучасних гідроекосистем. Для передачі цього первинного продукту в природі існує трансформаційний процес, який забезпечує їжею представників різних видів тваринного походження.

Енергія створена продуцентами при використанні консументами має різкий коефіцієнт корисної дії, що залежить і базується на відстані консумента від продуцента. В цьому зв'язку оптимальне використання первинної органічної речовини спостерігається у різних видів тваринного походження, основу живлення яких складають фітопланктон і макрофітів, а вони у свою чергу в гідроекосистемах виступають в якості їжі для консументів наступних трофічних рівнів.

З теоретичного боку розглядаємих трансформаційних процесів втрати енергії мінімальні при вживанні в їжу продуцентів рослиноїдними рибами. Збільшення довжини трофічного ланцюгу закономірно супроводжується збільшенням втрат енергії на фоні зменшення продуктивної дії і в певному випадку відповідно рибопродукції.

Фахівець в реальних умовах використовуючи існуючі методи і свідомо застосовуючи теоретичні знання може активно впливати на раціональне використання кормових ресурсів з метою підвищення біопродукції, як наслідок рибопродуктивності ставів, рибо продукції інших рибогосподарських акваторій.

Кормові ресурси об'єктивно існують в гідро екосистемах акваторій різного походження і цільового призначення. Якісні і кількісні аспекти кормових ресурсів мають свою специфіку, але відносно методів впливу або управління кормовими ресурсами є відповідна специфічність.

Акваторії класичних ставових рибних господарств в період вегетації, а мова про стави літнього використання, можуть бути оброблені відповідним чином з проведенням комплексної меліорації відповідно вимог, з застосуванням добрив.

Існуючі численні теоретичні роботи, практичний досвід відповідних підприємств різних форм власності переконливо свідчать про можливість суттєвого збільшення чисельності і біомаси гідро біонтів, які утворюють кормовий ресурс. Це може бути досягнуто за рахунок своєчасного виконання меліоративних робіт у поєднанні з обґрунтованим і раціональним використанням органо-мінеральних добрив за умов оперативного лабораторного контролю.

Створений додатковий кормовий ресурс не може бути у відриві від споживачів, які здатні трансформувати кормовий ресурс у кормову базу цінних видів риб – бажаних об'єктів культивування.

Спираючись на пропонуємо концепцію стає наочною картина двоєдиного процесу, який виступає у своєрідній зв'язці – кормовий ресурс з відповідними чисельностями і біомасами певних видів кормових гідро біонтів та споживачі, які представлені компонентами штучного іхтіоценозу, здатні ефективно трансформувати кормовий ресурс у кормову базу, ефективно накопичувати іхтіомасу, яка представлена високоякісною продукцією. Перспективним напрямком управління динамікою, чисельністю і біомасою, використанням кормового ресурсу в умовах ставових рибних господарств є спеціалізоване культивування кормових гідробіонтів відповідних видів для згодовування їх безпосередньо відповідним видам риб. Залежно від особливостей живлення культивуємих видів риб, у спеціально створених умовах вирощують живі корми, які виступають з одного боку в якості фізіологічно повноцінної їжі, а з другого боку об'єктивно впливають на видовий склад, чисельність і біомасу кормових гідробіонтів, які незалежно від бажання фахівця існують у штучних гідроекосистемах ставів.

Для акваторій природного походження, трансформованих природних акваторій принципи ефективного управління і використання кормового ресурсу орієнтовані на досягнення оптимального співвідношення між продуцентами і консументами різних трофічних рівнів. При цьому активний і прямий вплив на кормовий ресурс є достатньо проблематичним, практично не реальним. Одночасно з цим використовуючи регламентацію промислу, застосовуючи селективні знаряддя лову можна реально впливати на чисельність видів, які формують промислову іхтіофауну. В окремих випадках у складі туводної іхтіофауни можуть бути реакліматизанти, акліматизанти, що вимагає відповідного обґрунтування.

Ведучи промисел на природних і трансформованих акваторіях необхідно дотримуватися правил рибальства, зберігати видовий склад ту водної іхтіофауни, особливу увагу приділяти збереженню рідких і зникаючих видів риб.

Використання продуктивних властивостей риб є суттєвою проблемою сучасного рибництва, що обумовлено не тільки біологічними особливостями конкретних видів риб, а й середовищем існування. При цьому певний відбиток ускладнюючого характеру має те, що риби є пойкилотермними тваринами, дихають чистим розчиненим у воді киснем і демонструють достатньо високу специфічність живлення. Все це безумовно формує якісні і кількісні параметри фізіолого-

біохімічних процесів рівень яких визначає генетично обумовлений рівень реалізації продуктивних властивостей риб.

Залежно від властивостей відповідних абіотичних і біотичних параметрів середовища на фоні застосовуваних технологій генетичні передумови у поєднанні з якісними характеристиками культивуємих різновікових видів риб можуть демонструвати різну продуктивність.

В цьому зв'язку доцільно розглянути відповідні складові формування та можливості використання продуктивних властивостей риб залежно від головних факторів, які впливають на процеси масонакопичення.

Теоретичні основи ефективного ведення рибних процесів передбачають наявності відповідної теоретичної та практичної підготовки по певним складовим технологічним процесів. Виходячи із цього вважаємо за доцільне пропонувати акцентувати увагу на провідних блоках загальної технології у відповідному порядку.

Зрозуміло, що будь яке відтворення передбачає наявність плідників, якість яких переважно визначається якістю нащадків. Поряд з цим існує система інтер'єрно-екстер'єрних ознак, або показників, які свідчать про потенціальні можливості плідників, що дозволяє певною мірою прогнозувати результати наступного відтворення. Одночасно важко уявити собі процеси безпосереднього відтворення без таких інформаційних складових теоретичного плану як теоретичне підґрунтя відтворення риб, еколого-фізіологічні складові та механізми переходу статевих залоз риб у нерестовий стан. Технологія рибних процесів передбачає отримання завершеного продукту, а це риба посадковий матеріал, або товарна продукція. Виходячи з розглянутої концепції необхідно впевнено володіти теоретичними складовими вирощування рибопосадкового матеріалу у вирощувальних системах у відповідності до технологічних процесів зимівлі цьоголітків, що дозволить свідомо і творчо підходити до культивування молоді на першому році життя. Отримавши життєстійкій рибопосадковий матеріал високої якості створюються умови для виробництва товарної риби. Для реалізації потенційних можливостей рибопосадкового матеріалу необхідно мати відповідну теоретичну підготовку відносно процесів формування органічної речовини в нагульних ставах, акваторіях різного походження і цільового призначення, які використовуються для вирощування товарної риби. Вельми бажаними при цьому є теоретична інформація відносно біопродуктивного потенціалу акваторій, кормових ресурсів відповідних водойм, шляхи їх трансформації у кормову базу певних видів риб. Виробництво товарної риби передбачає вільне володіння теоретичними основами застосування інтенсифікаційних заходів, що забезпечить фахівцю можливість раціональної адаптації існуючих

технологій виробництва товарної риби до відповідних акваторій не виключаючи технологій індустріального рибництва значення яких демонструє тенденцію зростання.

Реалізація положень, які передбачені теоретичними основами ведення рибних технологічних процесів передбачає вивчення засвоєння механізму формування інтер'єрно-екстер'єрних показників плідників риб, що є провідною складовою селекційно племінної роботи.

Дефіцит земельних і водних ресурсів, переважно води прісних джерел, фактично припиняє можливість розширення виробництва риби за рахунок нового будівництва ставів для класичного тепловодного ставового рибництва. За таких об'єктивних умов формально культивування традиційних об'єктів традиційного тепловодного рибництва, в плані перспективи розвитку, опинилося у глухому куту. Фактично екстенсивний шлях розвитку рибництва за екстенсивною формою, коли постійно залучаються нові земельні і водні ресурси, завершено.

Ця концепція об'єктивна та справедлива – вільної землі і відповідно вільної води у розпорядженні людства для рибництва сьогодні не існує практично у всіх розвинутих країнах світу.

Керуючись викладеним, виходячи з об'єктивно сформульованої проблеми, пошук у традиційному напрямку нарощування виробництва риби за рахунок створення нових традиційних рибних господарств, не може бути перспективним, що виключає його реалізацію у практичній площині.

Поряд з викладеним у сучасному тепловодному рибництві існують реальні перспективи нарощування виробництва товарної риби за рахунок підвищення ефективності рибництва на існуючих площах класичних товарних та повносистемних тепловодних рибних господарств спираючись на теоретичні основи вирощування риби в різних умовах.

Виходячи з викладеного не є доцільним замикатися виключно на тепловодному рибництві, певні перспективи сучасного виробництва товарної риби пов'язані з холодноводним рибництвом, яке займається культивуванням переважно хижих видів риб і вимагає включення до раціону складових з відносно великим вмістом білку тваринного походження. Така особливість живлення передбачає великі витрати на корми, що впливає на собівартість та ціну реалізації, а це суттєво скорочує попит в сучасних умовах низької купівельної спроможності, що вірогідно з часом поступово буде нівелюватися, на фоні зростання купівельної спроможності населення.

Підсумовуючи загальну концепцію вирощування товарної риби в різних умовах доцільно акцентувати увагу на тому, що незалежно від

того який напрямок буде обрано в конкретних умовах, залишаються обов'язково дві обов'язкові складові – наявність достатньої кількості рибопосадкового матеріалу відповідної якості та видового складу і достатня кількість води за умови її відповідності галузевим стандартам.

Полікультура в умовах тепловодних ставових рибних господарств, окремих пристосованих акваторій передбачає сумісне вирощування коропа і певних видів риб, серед яких провідне значення набув комплекс певною мірою умовно рослиноїдних риб. До складу комплексу входять класичні фітопланктофаги, макрофітофаги, а також види основу раціону яких складають молюски, є види які здатні споживати фітопланктон, але перевагу віддають зоопланктону. Приймаючи до уваги, що короп споживає переважно м'який зообентос розраховують, можливості природної рибопродуктивності по коропу, переважно з чисельності і біомаси хірономід і олігохет на одиниці площі ставу. Враховують до показника додаткову рибопродуктивність, яка може бути отримана за рахунок стимуляції нарощування біомаси м'якого зообентосу під впливом органічних та мінеральних добрив і до вже отриманої рибопродуктивності додають рибопродуктивність яка може бути отримана за рахунок штучної годівлі коропа і визначають остаточно рибопродуктивність по коропу.

В умовах полікультури, використовуючи представників комплексу рослиноїдних риб, вираховують щільність посадки додатково до коропа білого товстолобика виходячи з чисельності і біомаси фітопланктону, білого амура виходячи з біомаси макрофітів, строкатого товстолобика виходячи з біомаси зоопланктону, чорного амура виходячи з біомаси молюсків дозволяє мати обґрунтовані уявлення відносно теоретичної рибопродуктивності базуючись на кормових коефіцієнтах різних видів споживаємих кормових гідробіонтів.

Відносно білого товстолобика, строкатого товстолобика, не виключаючи гібридів цих видів, білого амура доцільно виходити з можливості споживання половини біомаси кормових ресурсів трансформуючи їх у кормову базу. Відносно коропа і чорного амура з метою раціонального використання штучних кормів доцільно отримувати за рахунок кормів природного походження 20 % загальної рибопродуктивності. При такому підході на фоні нормального фізіологічного стану, буде суттєво підвищена продуктивна дія штучних кормів, що буде поєднуватися із суттєвим зниженням витрат штучних кормів на одиницю отриманої продукції.

Розглянутий позитив при годівлі коропа і чорного амура штучними кормами при відповідному споживанні природних кормів буде поєднуватися з високою життєстійкості, завдячуючи споживанню фізіологічно повноцінних харчів, якими є їстівні гідробіонти.

Викладене вище є необхідним теоретичним підґрунтям формування чисельності, видового складу та співвідношення видів у складі полікультури в умовах інтенсивної аквакультури. Використання теоретичного обґрунтування щільності посадки у поєднанні з якісними та кількісними параметрами інтенсифікації робить інтенсивну полікультуру у рибництві високорентабельною та економічно привабливою.

Підсумовуючи викладене у пропонованому увазі розділу доцільно акцентувати увагу на тому, що високо інтенсивне тепловодне ставове рибництво може ефективно впроваджуватися у виробництво виключно за умови паритету цін на продукцію і складові для її отримання.

Питання для самоперевірки до розділу 1

1. Значення теоретичних основ формування біопродуктивності акваторій.
2. Основні фактори, що впливають на формування рибопродуктивності водойм.
3. Загальні особливості утворення, трансформації і використання кормових ресурсів рибогосподарських акваторій.
4. Методи управління біопродуктивністю рибогосподарських водойм.
5. Проблеми використання продуктивних властивостей риб.
6. Значення полікультури у рибному господарстві.

2. ФОРМУВАННЯ РИБОПРОДУКТИВНОСТІ ВОДОЙМ ШТУЧНОГО ТА ПРИРОДНОГО ІХТІОЦЕНОЗІВ

До акваторій природного походження віднесені океани, моря, затоки, лимани, річкові системи, озера для яких притаманним є відповідний видовий склад іхтіофауни, основ іхтіоценозу. До акваторій штучного походження віднесені стави, водосховища різного походження і цільового призначення в яких іхтіофауна може формуватися стихійно або цілеспрямовано, але обов'язково з урахуванням цільового призначення штучної акваторії в якості якого виступає головний водо споживач, другорядні водокористувачі.

Поряд з цим необхідно звернути увагу на трансформовані акваторії, які мають природне походження, але промислово – господарська, побутова, аграрна, інші форми діяльності людини призвели до суттєвих змін гідрологічних особливостей, що певним чином вплинуло на абіотичні і, як наслідок, на біотичні параметри середовища, відповідно іхтіоценозу акваторії.

Спираючись на викладене шляхи формування рибопродуктивності та рибопродукції розглянутих груп акваторій будуть різними, що вимагає певної спеціалізації при розробці відповідних технологій, орієнтуючись на збільшення продуктивних можливостей.

Орієнтація на рибопродуктивність в природних і штучних акваторіях, трансформованих водоймах має принципово різний зміст, що передбачає наявність певного тлумачення.

В цьому зв'язку термін рибопродуктивність для природних іхтіоценозів і логічно природних за походженням акваторій свідчить про ту частку продукції, яка вилучена промислом від загальної біопродуктивності відповідного іхтіоценозу і складається з біопродуктивності по окремим видам риб складу певного іхтіоценозу.

В спеціальній літературі можна зустріти термін: промислова рибопродуктивність, промислова рибопродукція, рибопродукція, величина рибопродукції. Вся перелічена термінологія має єдине тлумачення – кількість виловленої риби з одиниці площі природних, не виключено до трансформованих акваторій за рахунок промислової експлуатації природного іхтіоценозу і визначається в кг/га, т/га.

Формування рибопродуктивності природного іхтіоценозу здійснюється за рахунок суворого дотримання лімітів вилову, здійснюється за рахунок використання відповідних знарядь лову, регламентації промислу в часі і просторі, здійснення меліоративних робіт, а також реакліматизації і акліматизації виключно, за умов наявності затвердженого рибничо-біологічного обґрунтування на ці види робіт. Основу рибопродуктивності складають види природного іхтіоценозу, що принципово не виключає участі, в якості складової реакліматизантів і акліматизантів.

Штучні іхтіоценози представлені видовим складом іхтіофауни, який формує людина у ставах, водосховищах, природних за походженням трансформованих акваторій, керуючись відповідними технологіями. При цьому виключного значення набуває гідрологічний режим, а саме можливість його регуляції в інтересах рибного господарства. За таких умов це класична аквакультура у рибництві, яка забезпечує можливість застосування відповідних технологій з різним рівнем інтенсифікації, що є можливим в умовах класичних рибних господарства, акваторії яких є повністю спускними. Повне скидання води з різних категорій ставів і водосховищ дозволяє вибрати всю вирощену рибу і розглядати рибопродуктивність як різницю між масою рибопосадкового матеріалу, посаженого у стави і масою отриманої продукції, яка утворилася за певний період, що може визначатися у кг/га, т/га і залежати від середньої маси особини і виходу у відсотках від посадки.

Поряд із цим трансформовані природні акваторії, а це переважно великі водосховища, які утворилися як наслідок зарегулювання крупних річкових систем, одамбовані озера з одного боку здатні частково демонструвати природні риси, а з другого боку здатні демонструвати певні риси штучних акваторій. Виходячи з об'єктивно існуючої специфіки в процесі формування їх рибопродуктивності необхідно використовувати комбіновані технології, які є основою формування рибопродуктивності в штучних і природних акваторіях. Іншими словами це означає, що необхідно створювати для іхтіоценозів таких акваторій всі необхідні умови для збереження у складі промислу максимальної кількості видів, які входили до складу іхтіоценозів в річковий період. Такий підхід передбачає максимальну увагу до ефективного відтворення і нагулу молоді представників природного іхтіоценозу, але не виключає штучного відтворення і подальшого вселення у відповідні акваторії життєстійкої молоді цінних, рідких і зникаючих видів риб, що пов'язано з порушенням умов їх природного відтворення. Поряд із тим при наявності відповідного обґрунтування не виключаються роботи реакліматизаційного і акліматизаційного характеру.

Для оцінки рибопродуктивності таких акваторій доцільно використовувати комбінований підхід. Сутність такого підходу полягає в тому, що по складових природного іхтіоценозу необхідно керуватися показниками промислової рибопродуктивності, яка залежить від природної рибопродуктивності у поєднанні з інтенсивністю промислу. Відносно видів які відтворюються в штучних умовах, коли існують конкретні цифри особин молоді – вселенців доцільно використовувати критерії промислового повернення, а саме відсоток промислового повернення, або коефіцієнт промислового повернення. Такий підхід дозволяє легко визначити величину рибопродуктивності або рибопродукції, яка отримана за рахунок особин, які відтворювалися штучно, що не виключає доцільності поєднання природної рибопродуктивності трансформованих гідро екосистем з продуктивністю за рахунок вселення у такі акваторії життєстійкої молоді певних видів риб.

Сучасна, своєрідна еволюція рибного господарства об'єктивно наближує одне до одного рибальство і рибництво роблячи їх партнерами у загальній проблемі нарощування рибопродуктивності акваторій різного походження і цільового призначення.

Рибопродуктивність в умовах штучних іхтіоценозів класичних рибних господарств до яких входить природна рибопродуктивність, яка базується на ґрунтово-кліматичних умовах певного регіону і штучна рибопродуктивність, яка у свою чергу передбачає формування штучного іхтіоценозу на одиниці площі акваторії і розробку системи відповідних інтенсифікаційних заходів за умов впровадження яких

кількісні і якісні складові штучного іхтіоценозу здатні продемонструвати відповідну рибопродуктивність.

Головними складовими інтенсифікації у ставовому рибництві є традиційні компоненти технології, яка використовується для вирощування різних видів штучного іхтіоценозу, або є видовою складовою полікультури, яка впроваджена у певному господарстві.

Меліорація. Рибницькі стави, спеціалізовані та пристосовані акваторії в результаті відносно тривалої експлуатації зазнають істотних змін, спричинюваних природними процесами, активним впливом людини орієнтованої на підвищення рибопродуктивності. Поєднання природних процесів і господарської діяльності на ставах поступово призводить до їх замулювання і заболочування. При цьому змінюються фізико-хімічні параметри води, що супроводжується погіршенням санітарного стану. Ці негативні чинники на фоні адаптивного характеру росту риб призводять до зниження темпів росту, формує відставання у розвитку, що може бути зумовлено не тільки прямою дією на рибу, а й опосередковано на кормову базу, на середовище. Наслідком такого становища є суттєве зниження природної рибопродуктивності та різке обмеження можливостей здійснення інтенсифікаційних заходів, їх дієвість.

В цьому зв'язку технологія виробництва продукції рибництва передбачає і вважає за доцільне супроводжувати технологічні процеси відповідними меліоративними роботами.

Відповідно до рибництва меліорація виступає в якості системи заходів орієнтованих на загальне поліпшення стану ставу і прилеглої території з метою оптимізації середовища мешкання риби. Всю різноманітність меліоративних заходів можна поділити на дві групи: докорінні, що забезпечують глибокі зміни режиму водойми, дія яких зберігається протягом кількох років, і поточні, що діють відносно нетривалий період.

Типовим докорінним заходом є реконструкція ставового фонду. При цьому впроваджують системи агротехнічних заходів, використовують оптимальні конструкції гідроспоруд, впроваджують комплексну механізацію, часткову автоматизацію технологічних процесів.

Екологічна меліорація. Тенденція зростання щільності посадок на шляху переходу від монокультури до полікультури коропа та рослиноїдних риб зумовила необхідність збільшення глибини ставів від 1,2 - 1,3 до 2 - 3 м. За даними Н.М. Харитонової, для Полісся глибина ставів має бути не меншою за 1,4—1,5 м, Лісостепу — 1,5 - 1,8, Степу — 1,8 - 2,0 м. Виникла принципово нова концепція в основу якої покладено

принцип – не тільки площа, об'єм води теж має велике значення при культивуванні планктофагів.

Виходячи з цього доцільно наголосити на тому, що сучасне інтенсивне рибництво, вирішальною тенденцією якого є зростання щільності посадок, значною мірою лімітоване об'ємом води, що підтверджують спеціальні дослідження. Встановлено, що при цьому співвідношення маси води і маси риби є визначальним технологічним чинником. Якість води за інших однакових умов переважно визначається здатністю її до самоочищення і вмістом розчиненого в ній кисню, відсутністю агресивних складових. Зниження вмісту кисню і втрата здатності води до самоочищення практично виключають можливість інтенсифікації виробництва риби, формується проблематична ситуація, виникає питання дати рибі можливість вижити.

Гідрохімічний режим ставу як компонент абіотичного чинника значною мірою впливає на загальні екологічні параметри, що дає можливість регулюванням водообміну забезпечити відповідність низки фізико-хімічних показників, які визначають умови вирощування риби. За ущільнених посадок доцільно забезпечувати водообмін у літній період на рівні 20 — 25 діб, у разі появи вірогідних ознак заморних явищ водообмін необхідно збільшити. Стійкого ефекту досягають механічною аерацією води, для чого можуть бути використані різні конструкції — від елементарних столиків до нагнітальних аераторів.

Суттєвим важелем покращення фізико – хімічного режиму ставів є використання мінеральних добрив. Вони не тільки забезпечують оптимальне співвідношення розчинених у воді азоту і фосфору, а й одночасно сприяють збагаченню води киснем у денні години за рахунок інтенсивного розвитку фітопланктону, що можна розглядати як біологічне аерування. Підвищення ефекту хімічного аерування можна досягти внесенням перманганату калію з розрахунку 20 - 50 мг/л у поєднанні з вапнуванням, що буде сприяти загальному покращенню якості середовища.

Позитивний ефект спостерігається при використанні вапна або технологічного заходу вапнування ставів, що має багатоплановий характер. Цей захід сприяє поліпшенню фізико-хімічного режиму середовища і може розглядатися як удобрення. Проте головне значення вапнування ґрунтів — меліорація, яка сприяє загальному покращенню якості води і ґрунту ложа ставів, знижує можливість виникнення низки захворювань риб (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Обробка ставів негашеним вапном

Мета вапнування	Норма внесення, т/га
Боротьба із замулюванням та закисанням ґрунтів	0,34- 0,4
Осадження органічних речовин, боротьба із зябровою гниллю	0,8-1,2
Дезінфекція	1,0-2,0

Процес вапнування, орієнтований на діюче начало, — переважно негашене вапно (CaO), гашене вапно, або гідроксид кальцію (Ca(OH)_2), вапняк або аналогічні породи, основою яких є карбонат кальцію (CaCO_3). Переважна більшість практиків віддають перевагу гашеному вапну, дотримуючись при цьому доз і контролюючи результати (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. - Орієнтовні норми внесення гашеного вапна, т/га

Водневий показник рН	Вид ґрунту		
	Важкий, глинистий, суглинковий	Супіщаний	Піщаний
<4,0	4,2	2,2	1,75
4,0-4,5	3,2	1,7	1,45
4,51-5,0	2,7	1,45	1,2
5,01-5,5	1,7	1,2	0,7
5,51-6,0	1,2	0,7	0,45
6,01-6,5	0,7	0,5	0,2

Вапнування ставів ефективніше використовувати восени і навесні після спуску води. Вапно вносять на вологу поверхню ложа ставів за 15-25 днів до заповнення водою, рівномірно розсипаючи по дну, або на пониження ложа, в яких затримується вода.

Розглядаючи екологічні заходи, слід звернути увагу на захист ставів від потрапляння в них стічних вод. Для цього створюють обвідні канали, які акумулюють стоки і захищають стави від замулювання. Істотне значення в цьому плані мають лісосмуги, кущові насадження та залуження зони водозбору, що доцільно забезпечувати, виходячи з перспективної доцільності.

Агротехнічна меліорація — це цикл робіт з осушення, обробки і планування ложа ставів, видалення зайвої рослинності. Ці роботи передбачають осінню підготовку нагульних і вирощувальних ставів, яка

включає проморожування ложа і весняне заливання водою. Враховуючи дефіцит води, що особливо торкається деяких аграрних регіонах навесні, і біологію кормових гідробіонтів, дослідники багатьох країн вважають за доцільне заливати нагульні стави восени. У деяких випадках отримано переконливі дані, які засвідчують перспективність цілорічного утримання ставів із водою. Біомаса зообентосу в разі цілорічного перебування ставів під водою вдвічі вища, ніж у ставах із традиційною системою експлуатації, яка передбачає заливання ставів навесні. Виправдане і має під собою певні аргументи також раннє осушення ставів у літньо-осінній період, що дає змогу здійснювати часткове літування без виведення з експлуатації ставів повністю. За класичного літування стави залишають на один рік і більше без води, засівають культурними рослинами. Такий прийом є ефективним засобом меліорації, що передбачає повне осушення ложа та його агротехнічний обробіток, але змушує суттєво зменшувати обсяги виробництва продукції у поточному році.

Поряд з викладеним позитивом та негативом, відомо, що осушення і культивування ложа літувальних ставів пригнічують вищу водяну рослинність, забезпечують мобілізацію компонентів відкладів мулу, прискорюють процеси мінералізації органічних речовин, значно погіршують умови використання і розповсюдження хвороб риб. Вирощування сільськогосподарських культур на ложі літувальних ставів у поєднанні з іншими заходами сприяє підвищенню природної рибопродуктивності, яка реалізується у наступні роки експлуатації, практично компенсуючи прямі збитки від виведення ставів з технологічного циклу. Ефективне осушення ложа ставів забезпечується існуючою осушувальною мережею меліоративних каналів ставу, але при цьому окремі пониження слід засипати ґрунтом або гноєм і спланувати роботи щодо систематичного розчищення скидних каналів. Поряд з цим розрівнювання ґрунту та планування ложа необхідно виконувати постійно, протягом всього часу експлуатації ставів. За відсутності відповідних планових робіт на ложі ставів можуть залишатися пні дерев, кущі, рештки будівель і споруд. Усе це необхідно видаляти за допомогою відповідних машин та механізмів, що будівельники досить часто залишають на робочому ложі ставу.

На практиці, частіше на великих ставах або малих водосховищах неможливо повністю розчистити ложе. В цьому разі ефективним меліоративним заходом є влаштування тоневих ділянок, які потрібно ретельно вибрати, після чого видалити всі предмети, що заважають використанню активних знарядь лову.

Біологічна меліорація. Біологічна дія на середовище мешкання риб при їх культивуванні в ставах може бути орієнтована на пригнічування

рослинності, скорочення видів риб, які довільно потрапляють у стави, профілактику виникнення захворювань. Біологічні принципи меліорації мають перевагу, бо не виключають невластиву природним процесам дію і характеризуються високою вибірковістю й цілеспрямованістю.

Для пригнічення вищої водної рослинності та макроформ нижчих рослин широко використовують білого амура. Залежно від ботанічного складу рослин, площі заростання й біомаси рослин на конкретних ділянках ставу щільність посадки і віковий склад особин, яких вселяють, може досить широко варіювати.

Для пригнічення розвитку м'якої і плаваючої водної рослинності ефективним є вселення однорічок білого амура з розрахунку 150 -1500 екз/га, залежно від біомаси рослин. Для постійного знищення надлишкової жорсткої рослинності доцільно утримувати спеціальне меліоративне стадо, представлене дво - і трирічними особинами. При цьому щільність посадки може коливатися в межах 160 — 400 екз/га залежно від ботанічного складу і біомаси макрофітів.

Радикального ефекту досягають за умов поєднання механічних (викошування, випалювання, знищення коренів болотних рослин) та біологічних методів меліорації, що дає змогу білому амуру поїдати молоді пагони і тим самим сприяти інтенсивному очищенню водойм та їх оздоровленню.

Для максимального зменшення в ставу чисельності видів риб, які не є об'єктами культивування (плітка, карась, пічкур, верховодка, йорж, окунь), але конкурують у живленні з об'єктами ставового рибництва чи поїдають молодь культивованих видів риб, переносять захворювання як біологічних меліораторів використовують риб-хижаків. Ці риби мають високу потенцію росту (щука, сом, судак), а оскільки їх садять у стави мальками, вони не можуть завдати шкоди однорічкам коропа і рослиноїдних риб, але ефективно зменшують кількість видів, які не є об'єктами культивування і не мають господарської цінності. При цьому досягається не тільки меліоративний ефект, одночасно відбувається трансформація малоцінної іхтіомаси випадкових, малоцінних видів в іхтіомасу цінних видів риб.

У плані біологічної меліорації виняткове значення має чорний амур, основою раціону якого є молюски. Активно зменшуючи чисельність молюсків у ставах, чорний амур розриває біологічні цикли розвитку багатьох збудників хвороб риб, що є радикальним методом їх пригнічення, нарощує цінну іхтіомасу за рахунок не використаних кормових ресурсів, трансформуючи їх у кормову базу, що супроводжується фактичною відсутністю харчової конкуренції з культивуємими видами риб.

Серед різних аспектів меліоративних заходів слід наголосити, що фахівець у кожному конкретному випадку має надавати обґрунтовану перевагу тому чи іншому з них або застосовувати їх комплексно відповідно до конкретної обстановки і можливостей господарства.

Мінеральні добрива. Добрива у технологічному циклі виробництва риби в сучасних умовах не тільки сприяють підвищенню природної рибопродуктивності, а й є регулятором гідрохімічного режиму. Крім того, дефіцит концентрованих фізіологічно повноцінних кормів, які використовують для годівлі риби, потребує часткової, а іноді досить істотної компенсації потреб риби в поживних речовинах за рахунок високо-цінних кормових гідробіонтів, біомаса і чисельність яких може бути значно підвищена за рахунок стимулювання цього процесу добривами. Дія хімічних добрив у рибництві, як і в рослинництві, ґрунтується на стимулюванні утворення первинної продукції за рахунок забезпечення рослин елементами мінерального живлення, яких не вистачає, а це переважно азот і фосфор, що розглядаються як біогенні елементи. Однак механізм дії цих елементів і добрив у широкому розумінні у ставах значно складніший. У рослинництві добрива діють безпосередньо на культуру, яку вирощують, а у водоймах вони забезпечують розвиток першої ланки трофічного ланцюга — макрофітів, фітопланктону. Фітопланктон і макрофіти, у свою чергу є кормом виключно для консументів різних трофічних рівнів, значна частина утворюваної фіто маси може бути утилізована безпосередньо рибами — фітопланктофагами, макрофітофагами серед яких ефективнішими є білий товстолобик та білий амур відповідно.

Переважає більшість мінеральних добрив, які використовують у рибництві, — це азотні та фосфорні сполуки, що їх іноді поєднують з калійними, кальцієвими, а частіше — з органічними добривами, при цьому істотне значення мають мікроелементи.

Враховуючи той факт, що добрива досить дорогі, необхідно забезпечити їх ефективне використання, що можливо за певних умов: водне середовище нейтральне або слабко лужне; активна реакція ґрунту нейтральна або слабко кисла (рН сольової витяжки не нижче за 6,0); водойма не заростає жорсткими надводними рослинами або площа, вільна від заростей, не менш як 70 %; проточність або відсутня, або не перевищує повної зміни води в ставу протягом 15 днів; наявний дефіцит біогенних елементів.

Для виконання розрахунків розроблено певні критерії, які доцільно розглянути у зв'язку з удобренням рибницьких ставів.

Удобрювальний коефіцієнт — число, яке показує, скільки треба внести добрив, щоб отримати одиницю приросту риби. Згідно з рибницько-біологічними нормативами, удобрювальний коефіцієнт

мінеральних добрив прийнято таким, що дорівнює 2,5 - 3,0. За цим коефіцієнтом можна правильно розрахувати кількість добрив для одиниці площі ставу В процесі розрахунків необхідно виходити з природної рибопродуктивності (нормативної або середньої по господарству), планового приросту рибопродукції за рахунок добрив з урахуванням удобрювального коефіцієнта. В якості прикладу доцільно розглянути схему розрахунків. Якщо природну рибопродуктивність взяти за 200 кг/га і передбачити її доведення до 400 кг/га, то за рахунок добрив треба отримати 200 кг/га риби. За удобрювального коефіцієнта 3 витрата добрив на 1 га становитиме: $200 \text{ кг} \cdot 3 = 600 \text{ кг/га}$. За співвідношення азоту і фосфору 1 : 1 потрібно внести на 1 га 300 кг аміачної селітри і 300 кг суперфосфату. Розраховану на 1 га кількість добрив множать на площу ставів (ставу) й отримують загальну масу потрібних добрив.

Визначення потреби ставів у добривах. Потреба в добривах і строки їх внесення значно різняться залежно від ґрунтово-кліматичної зони України, а також для окремих господарств і навіть окремих ставів.

Важливим моментом раціонального удобрення ставів є систематичне визначення біологічної потреби фітопланктону в основних біогенних речовинах, насамперед в азоті та фосфорі, в постійному контролі ефективності їх дії.

Динаміка основних біогенних елементів у ставах із високою ущільненою посадкою риб залежить від двох основних чинників: надходження азоту й фосфору у воду за рахунок органічних речовин, що розкладаються, і споживання їх фітопланктоном у процесі фотосинтетичної діяльності. У зв'язку з цим вміст біогенних елементів у воді протягом сезону дуже коливається. Періоди значного накопичення чергуються з майже повною відсутністю азоту і фосфору. Виходячи з цього перед внесенням чергової дози необхідно визначати потребу ставів у добривах, щоб проконтролювати адекватність розрахунків і відкоригувати складений графік внесення добрив у стави.

У господарствах, які мають власні лабораторії або їх систематично обслуговують відповідні заклади, використовують метод біологічних досліджень потреби в добривах і здійснюють біологічний контроль ефективності їх дії.

Для визначення потреби ставу в добриві потрібно знати, при додаванні якого або яких саме добрив посилюється розвиток фітопланктону. Реакцію фітопланктону на внесені добрива можна визначити за інтенсивністю його фотосинтезу, про що можна зробити висновок за кількістю кисню, який поглинається і виділяється.

Кількість кисню, що виділяється фітопланктоном у процесі фотосинтезу і поглинається органічною речовиною, вимірюють *методом склянок*, суть якого описано нижче.

Десять склянок із притертими пробками місткістю по 100 мл кожна, виготовлених із безбарвного прозорого скла, заповнюють водою досліджуваного ставу. Воду для заповнення склянок збирають в чисте емальоване відро з 10-15 різних місць ставу (залежно від його розміру), щоб отримати середню пробу. Воду у відрі перемішують і за допомогою гумового шланга заповнюють нею склянки так, щоб після закривання притертими скляними пробками у склянках не залишалося повітря. Із 10 склянок дві загортають у чорний дерматин або інший непрозорий матеріал, решту залишають на світлі. У дві з них, як і в загорнуті, нічого не додають (контроль). У решту склянок вносять стандартні концентровані розчини біогенних елементів: у дві — азот, у дві — фосфор, у дві — азот і фосфор. При цьому концентрація азоту має становити 2 мг/л, а фосфору — 0,5 мг/л. На склянках роблять відповідні написи.

Стандартні розчини удобрювальних солей готують так: у дистильованій воді розчиняють 572 мг нітрату амонію (NH_4NO_3) (азот); в іншій дистильованій воді розчиняють 252 мг дигідрофосфату натрію ($\text{NaH}_2\text{P}_04 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (фосфор). Якщо у склянку місткістю 100 мл додавати по 1 мл кожного розчину, то це забезпечить концентрацію азоту 2 мг/л і фосфору 0,5 мг/л.

Склянки герметично закривають притертими пробками і занурюють (підвішують) у воду досліджуваного ставу на глибину 20 см з таким розрахунком, щоб вони не затінювались. Для цього зручно використовувати хрестовини, закріплені під водою горизонтально. Склянки витримують у ставу дві доби навесні й одну добу — влітку.

Після експозиції визначають вміст кисню у воді склянок. Найбільший приріст кількості кисню відповідає найвищій ефективності первинної дії доданих біогенів, тобто, що саме їх насамперед потребує фітопланктон. Так, якщо після експозиції в контрольній освітлюваній склянці кисню (O_2) виявиться 5 мг/л, у склянці з додаванням азоту — 7, із додаванням фосфору — 6, а з додаванням азоту і фосфору — 10 мг/л, то це означає, що став потребує сумісного внесення азоту й фосфору. Якщо додавання одного з досліджуваних елементів, наприклад фосфору, не дає приросту кількості кисню порівняно з контролем, але сумісне внесення його з іншими дає більший приріст, ніж один інший (азот), то це також відбиває потребу в обох добривах. Якщо після експозиції у склянці з доданим біогеном кисню виявиться менше, ніж у контролі, це відповідає пригнічувальній дії застосовуваної концентрації біогену на фітопланктон. У цьому разі дослідження слід повторити з меншою

концентрацією біогену, наприклад 1 мг/л азоту й 0,2 мг/л фосфору.

Щоб зорієнтуватись, чи потрібно вносити у водойму ті добрива, у відповідь на які фітопланктон не посилює свого розвитку, потрібно визначити валову первинну продукцію фітопланктону за різницею концентрації кисню в освітлюваних і затемнених склянках після їх експозиції.

Одночасно з визначенням біологічної потреби в добривах на основі розглянутих даних обчислюють валову первинну продукцію планктону, тобто кількість кисню, яка виділяється за добу внаслідок фотосинтезу планктонних водоростей. Щоб знайти валову первинну продукцію, різницю між вмістом кисню у воді освітлюваних і затемнених склянок треба поділити на тривалість експозиції. Наприклад, якщо після дводобової експозиції у воді освітлюваних склянок вміст кисню буде 12 мг/л, а затемнених — 4 мг/л, то валова первинна продукція планктону становитиме $(12 - 4) : 2 = 4$ мг O_2 /л за 1 добу.

За допомогою добрив потрібно намагатися підвищити валову первинну продукцію фітопланктону до 8-10 мг O_2 /л за добу і підтримувати її на цьому рівні протягом вегетаційного періоду в усіх спускних або повністю обловлюваних на зиму ставах, водоймах. У пристосованих під інтенсивне рибництво не спускних ставах, озерах, водосховищах, у водоймах, якщо взимку вони вкриваються льодом і снігом більш ніж на 2 міс, і риба залишається зимувати, первинну продукцію фітопланктону за допомогою добрив потрібно підтримувати на рівні 5 - 7 мг O_2 /л за добу, щоб запобігти надмірному накопиченню органічної речовини, яка може викликати дефіцит кисню у зимовий період.

Якщо ж валова первинна продукція набагато перевищує наведені вище межі, потрібно утримуватись від подальшого внесення добрив незалежно від концентрації розчинених у воді азоту і фосфору або від реакції планктону на додавання добрив при біологічних дослідженнях. Зменшення валової первинної продукції нижче за 8 мг O_2 /л у ставах і нижче за 5 мг O_2 /л в інших водоймах засвідчує необхідність додаткового удобрення. Контроль первинної продукції в ставах слід проводити щодаки і, залежно від отриманих результатів, вносити чи не вносити добрива.

Другий метод, який дає змогу ефективно контролювати і коригувати графік внесення добрив, можна назвати *хімічним*. Він ґрунтується на доведенні вмісту азоту і фосфору до оптимальних значень. Кількість азотно-фосфорних добрив розраховують за фактичним вмістом їх у ставовій воді з урахуванням доведення концентрації азоту до 2, фосфору — до 0,5 мг/л. Перед внесенням азотно-фосфорних добрив у став потрібно визначити концентрацію

амонійного азоту і фосфору у воді й розрахувати разову дозу внесення добрив за формулою:

$$D = \frac{A-B}{P} \cdot h \cdot 1000 \quad (2.1)$$

де D — шукана доза добрив, кг/га; A — рекомендована концентрація біогену, мг/л; B — фактична концентрація біогену у воді, мг/л; h — середня глибина водойми, м; P — вміст біогену у добриві, %; 1000 — розрахунковий коефіцієнт.

Для розрахунків потрібної кількості добрив за даними про вміст азоту і фосфору у воді ставу можна скористатися даними, наведеними в табл. 2.4.

У господарствах, де відсутні добре обладнані лабораторії, про ефективність внесення добрив роблять висновок за «цвітінням» води, зменшенням її прозорості. Прозорість води вимірюють за допомогою диска Секкі (круглий металевий диск діаметром 15 см, пофарбований у білий колір), який можна виготовити в будь-якому господарстві. Якщо після внесення однієї — двох порцій добрив прозорість води зменшується від 45 — 50 до 20 — 30 см, вважають, що норма добрив вибрана вдало, їх внесення ефективно, оскільки у ставу почався розвиток фітопланктону. Про ефективність внесення добрив роблять висновок за динамікою вмісту розчиненого у воді кисню. Збільшення його засвідчує підвищення інтенсивності розвитку фітопланктону.

Найкращі результати вирощування риби за щільних посадок отримано в разі застосування азотно-фосфорних добрив у комплексі з вапном. У ставах, особливо з ущільненими посадками риби, накопичується багато органічних речовин, які для свого розкладання потребують великої кількості кисню. Істотне значення в розкладанні органічних речовин і поліпшенні гідрохімічного режиму ставів має вапно. Дія вапна в ставу проявляється у низці процесів. Спостерігається осаджувальний ефект надлишку органічних речовин, які знаходяться у товщі води, вода світлішає, що забезпечує створення сприятливих умов для розвитку мікроорганізмів, а це призводить до прискорювання мінералізації органічних речовин. Крім того, вапно частково консервує органічні речовини, які накопичуються на дні водойми, забезпечуючи їх поступову мінералізацію. В результаті цього процесу у воду надходить значна кількість біогенних елементів, що в кінцевому підсумку приводить до підвищення природної рибопродуктивності. Витрати азотно-фосфорних добрив і вапна за період вирощування риби у ставах у середньому становлять: аміачної селітри 150 - 400 кг/га, суперфосфату — 100 - 500, вапна — 300 - 1800 кг/га.

Таблиця 2.4. - Норми внесення добрив за різних концентрацій фосфору й азоту у воді

Концентрація фосфору у воді, мг/л	Норма внесення суперфосфату, кг/га, за глибини ставу		Концентрація азоту у воді, мг/л	Норма внесення аміачної селітри, кг/га, за глибини	
	0,7 м (7000 м ³ води)	1,0 м (10 000 м ³ води)		0,7 м (7000 м ³ води)	1,0 м (10 000 м ³ води)
			0	40	57,0
			0,2	36	51,0
			0,4	32	46,5
0,1	50	71	0,6	28	40,5
0,2	40	57	0,8	24	35,0
0,3	30	42,5	1,0	20	28,5
0,4	20	28,5	1,2	16	23,0
0,5	10	14	1,4	12	17,0
			1,6	8	11,5
			1,6	4	6,0
			2,0	0	0

Збільшенню вмісту біогенних елементів у воді сприяє також боронування замулених ставів із попереднім вапнуванням. При цьому вміст азоту й фосфору у воді часто зростає вдвічі. Боронування заповнених водою ставів проводять 2-3 рази за літо, ефект забезпечується залученням у процес азоту і фосфору, накопичених у мулі ставів.

У Лісостепу і Степу на чорноземних ґрунтах легкосуглинкового й суглинкового гранулометричного складу з нейтральною і слабколужною реакцією (рН 7,0 - 7,8) вапна можна вносити 0,3 — 0,5 т/га. У стави з високим рівнем інтенсифікації і значним цвітінням води, де окиснюваність перевищує 20 - 25 мгО₂/л, кількість вапна, яке вносять, відповідно збільшують. Спочатку вносять половину загальної норми на дно спущеного ставу: в нагульні стави з твердим дном вапно вносять пізно восени, з в'язким болотистим дном — взимку, після підмерзання, у вирощувальні стави — за два тижні до зариблення, перед заповненням їх водою. Стави, в яких висівають траву на зелене добриво, вапнують до посіву. Наступні дози вапна вносять щомісяця протягом трьох літніх місяців (червень, липень, серпень) по воді в однакових кількостях. Якщо виникне загроза замору, рекомендується вносити вапно по воді в процесі вегетації у кількості 0,2 — 0,3 т/га на кожне внесення.

Контролем ефективності вапнування є визначення рН, що не має підвищуватись більш ніж до 8,2. Вапнування води рекомендують суміщати з внесенням добре змішаних з водою органічних добрив (гноївки). Це запобігає небезпеці надмірного підвищення рН і створює передумови для збільшення інтенсивності розвитку компонентів природної кормової бази. Регулярні удобрення і вапнування ставів дають можливість значно підвищити їх рибопродуктивність (до 0,4 - 0,5 т/га), що забезпечує скорочення витрат концентрованих кормів за інтенсивного вирощування риби і підвищує фізіологічну складову раціону за рахунок збільшення кількості компонентів з фізіологічно повноцінним складом.

Органічні добрива. До органічних добрив належать гній, компост, послід, зелені добрива. На бідних піщаних, солонцюватих, підзолистих ґрунтах, де відсутній шар родючого мулу, вони дають більший ефект, ніж мінеральні. Органічні добрива за вмістом важливих біогенних елементів (азот, фосфор, калій) більш різноманітні, включають комплекс усіх поживних речовин, які є безпосереднім кормом для гідробіонтів і певною мірою — для риби. Велика різноманітність за якістю органічних добрив ускладнює встановлення норм їх внесення, потребує керування до певної міри специфікою акваторії та якісними показниками відповідних добрив.

Гній є одним із найпоширеніших видів органічних добрив, його якість і склад значною мірою залежать від виду тварин, якості кормів, якими годували тварин, кількості і виду підстилки, способів і тривалості зберігання. Переважно застосовують добре перепрілий гній великої рогатої худоби, коней, свиней, послід птиці, а також свіжий гній свиней і коней, рідкий свіжий гній великої рогатої худоби.

Кількість внесеного гною не може бути однаковою внаслідок різної його якості, різного стану ставів, форми їх використання, ґрунтових умов, що дозволяє наведені нижче норми розцінювати як орієнтовні. У стави з дном із піщаних, супіщаних, глинистих і солонцюватих ґрунтів вносять по 10 - 15 т і більше гною на 1 га. Для таких же ставів, але з уже відкладеним родючим шаром мулу, норму зменшують до 5—10 т/га, якщо дном ставу слугують родючі ґрунти, вносять по 3 — 5 т/га гною. Вносять його також по-різному: восени розкидають по осушеному ложу і приорюють на глибину до 5—15 см або розкладають купами по 2 - 3 т на мілководних ділянках ставів, краще в шаховому порядку; взимку — на льоду у зонах мілководдя у не спускних ставах чи по замерзлому ложу; навесні — по ложу ставу, до заливання (вирощувальні стави) або по урізу води, тобто розкладають вздовж берегової лінії купами, в потім бульдозером зіштовхують у воду так, щоб вони постійно наполовину чи на 2/3 омивались водою.

У ряді європейських держав, де накопичено значний досвід використання органічних добрив, вважають за доцільне вносити гній по ложу ставу безпосередньо перед заливанням, а потім по воді з місячним інтервалом. Великої уваги надають внесенню гною в рідкому стані у вигляді гноївки розбризкуванням її по поверхні води. При цьому пропонується вносити щотижня 0,2 - 0,4 т/га рідкого гною, а в серпні внесення припиняти. Норма внесення коливається від 1,8 до 10 т/га, кращою вважають 5 т/га.

За даними В.А. Мовчана, на одиницю приросту рибопродукції витрачається 18 - 70 масових частин органічних добрив. Ефективність внесення гною вища у вирощувальних ставах, тому орієнтовно в розрахунках потрібної його кількості можна виходити з того, що внесення 5 т/га забезпечить збільшення природної рибопродуктивності на 100 - 150 кг/га, у нагульних ставах — на 50 - 70 кг/га.

Раціональне використання природних добрив передбачає їх переробку й утилізація гною великих тваринницьких комплексів, є перспективним напрям у рибництві, оскільки дає змогу значно зменшити затрати на годівлю риби і одночасно забезпечувати фізіологічність раціону, забезпечити певною мірою охорону навколишнього середовища від забруднення.

В якості органічних добрив застосовують водну і наземну рослинність, яку попередньо скошують. Для невеликих ставів зв'язують у снопики і закріплюють, а у великих ставах рослинність закріплюють у затоках, на мілководді її укладають пластами вздовж берега на ширину 1 — 4 м з товщиною пласта 20 - 30 см з тим, щоб знизу й зверху була вода. Такі органічні добрива вносять тричі за сезон з розрахунку 3 — 6 т/га. Крім того, скошену рослинність укладають у компостні купи разом із гноєм і вапном. Добрий ефект дає додавання у компостну купу торфу, суперфосфату, різних сільськогосподарських відходів.

Високоєфективним є застосування на вирощувальних ставах зелених добрив, наприклад, коли на початку весни ложе ставу засівають вико-вівсяною сумішкою. Вирощена на дні ставу рослинна маса збагачує став органічними речовинами. При використанні бобових рослин бульбочкові бактерії, які живуть з ними в симбіозі, нагромаджують азот і збільшують його запаси у ґрунті в доступній формі. Механізм процесу базується на тому, що коренева система рослин, яка глибоко проникає в ґрунт, засвоює поживні речовини і виносить їх на поверхню з глибоких шарів ґрунту, спонукаючи їх позитивно працювати на підвищення якості умов рибних ставів. Розглядаємий механізм, або процес набуває виключного значення оскільки запаси біогенних елементів у донних відкладах достатньо вагомі. При оптимізації режиму необхідно враховувати, що агротехнічна

підготовка ложа ставів значною мірою прискорює процеси мінералізації органічних речовин донних відкладів, сприяючи підвищенню рибопродуктивності.

Теоретичні аспекти розглядаємого процесу мають прямий вихід у практичну площину. Зелену масу зазвичай скошують (*неповне зелене добриво*) в окремих випадках заливають її водою повністю (*повне зелене добриво*), оскільки існує небезпека замору риби при інтенсивному розкладанні органічних речовин. Пожнивні рештки забезпечують підвищення природної рибопродуктивності на 45 - 65 %.

Кращий ефект дає застосування органо-мінеральних добрив, тобто комплексне застосування органічних і мінеральних добрив у різних поєднаннях залежно від екологічних умов ставу, форми водопостачання, господарських можливостей.

Сучасні види мінеральних добрив не повністю задовольняють сучасні вимоги ставового рибництва. Широко застосовувана аміачна селітра містить до 34 — 35 % азоту і позбавлена небажаних для риби домішок, однак це дуже дороге водорозчинне азотне добриво, внесення його в стави у високих дозах значно збільшує собівартість рибної продукції. Крім того, внаслідок швидкого розчинення аміачної селітри у воді мають місце величезні непродуктивні втрати азоту через фільтрацію та проточність ставів.

Сьогодні в якості добрив добре зарекомендували себе складні і комбіновані види мінеральних туків — нітрофоски, амофоски, до складу яких входить комплекс біогенних елементів, що значно знижує витрати на внесення їх у стави, що поєднується з відсутністю баластних речовин і токсичних домішок.

Сучасна промисловість майже всі складні добрива випускає у вигляді гранул, завдяки чому вони менше поглинаються ґрунтами, а біогенні елементи, що містяться в них, легко доступні для живлення водоростей. Методика внесення цих добрив потребує доопрацювання, одночасно з цим виключного значення набуває подальший пошук нових видів повільно розчинних і рідких комплексних добрив для застосування у ставовому рибництві, що вимагає специфічних досліджень і технічних рішень.

З метою розробки системи використання добрив і підвищення їх якості сконцентрували свої зусилля вчені різних країн і спрямували їх на всебічне вивчення екосистем рибницьких ставів, на створення раціональних методів удобрення. Аналіз сучасного стану рибництва засвідчує, що в ньому намітились дві тенденції: подальший розвиток теорії і вдосконалення методів удобрення ставів у господарствах з невисоким рівнем інтенсифікації і зниження ролі добрив у високоінтенсивних господарствах.

Проблемні питання використання добрив, інтенсивність їх застосування великою мірою залежать від ступеня використання комбікормів та їх відповідності щодо продуктивної дії та фізіологічної повноцінності.

Необхідно чітко уявляти, що надходження поживних речовин у евтрофовані стави може погіршити середовище існування риби внаслідок підлушення води, тому регулювання рН і вмісту недисоційованого аміаку необхідне для запобігання зябровому некрозу риби. Зниження рН води рибницьких ставів можна досягти проведенням меліоративних робіт і додаванням різних хімічних речовин. Розглянуті вище меліоративні заходи мають загальний характер, а стосовно технології використання добрив необхідно забезпечити систематичне осушування ложа, додавання води з нижчим рН, скаламучування верхнього шару ложа для прискорення розкладання органічних речовин і надходження CO_2 з ґрунту у воду, видалення нитчастих водоростей — головних споживачів вуглекислого газу. Додають також компоненти, які видаляють вуглекислий газ, серед яких на практиці домінують, рослинність, карбонат кальцію, відповідні кислоти.

Годівля риби. Функціонування всіх систем тваринного організму значною мірою визначається кількісною та якісною характеристиками споживаного корму. Всі необхідні для нормального росту і розвитку елементи раціону риба отримує з природної кормової бази і додаткових кормів. Корм має бути доступним за розмірами часточок, прийнятним за смаком, мати належну концентрацію, хімічно повноцінну структуру, легко перетравлюватися і засвоюватися з тим, щоб забезпечити енергетичні й пластичні потреби організму, високі темпи росту риби за нормального розвитку.

Виходячи з викладеного основним методом підвищення рибопродуктивності ставів є годівля риби, що є об'єктивною реальністю за високої інтенсифікації рибництва. У міру підвищення інтенсифікації виробничих процесів роль годівлі постійно зростає, а вартість годівлі у собівартості риби становить близько 40 % і має тенденцію до підвищення. В цьому зв'язку проблема раціонального використання кормів набуває виключного значення. Щодо форми виготовлення комбікормів розбіжностей у поглядах немає — це безумовно гранульовані кормо суміші (з гранулами, доступними для всіх вікових груп коропа).

Режим годівлі, тобто розподіл раціону за часом, — завдання переважно технічне: чим більший відносний раціон, тим частіше і дрібно його треба згодовувати, що прямо пов'язане з механізацією і автоматизацією годівлі.

Класифікація кормів і їх характеристика. Усі корми в рибництві за аналогією з тваринництвом умовно можна розподілити на пасовищні (природні) та стійлові (штучні). Склад всіх кормів включає воду, мінеральні речовини, жири, вуглеводи, білки, але одночасно з цим характеризуються різними біологічним складом і фізіологічною цінністю. Ця відмінність визначається не лише кількісним співвідношенням тих чи інших поживних речовин, а й їх якісними характеристиками (табл. 2.5).

Розрізняють корми рослинного і тваринного походження, комбіновані, мінеральні добавки, вітамінні препарати, антибіотики.

Корми рослинного походження, які використовують для годівлі коропа, поділяють на концентровані (зернові, злакові, бобові) і технічні відходи (шроти, макуха, пивна дробина, висівки).

Корми тваринного походження — м'ясо-кісткове, рибне, крилеве борошно, борошно лялечок шовковичного шовкопряда, харчова свіжа й консервована риба, відходи боєнь.

Натуральні корми, які входять до складу раціонів, не завжди містять усі речовини, необхідні для задоволення фізіологічних потреб риби. У такому разі для введення в раціони застосовують *кормові добавки* — наповнювачі, тобто синтетичні чи натуральні продукти органічного або мінерального походження. *Протеїнові добавки* — синтетична сечовина, карбамід, гідрокарбонат амонію, ККЛ — концентрат кормового лізину, синтетичний метіонін.

Мінеральні добавки — крейда, хлорид кальцію, гіпс, вапняк, черепашки. *Мікроелементи* — сульфати, хлориди, а іноді й інші сполуки міді, кобальту, мангану, цинку, йоду, заліза та інших біологічно важливих елементів.

Вітамінні добавки — як джерело каротину — водяна і наземна рослинність, хвойне, трав'яне і сінне борошно, олійні концентрати вітамінів А і D, препарати вітамінів В₁, В₂, В₁₂, Е та інших, кормові дріжджі, кормовий тераміцин на зерновій основі. Кормові добавки, що містять вітаміни, антибіотики, ферменти, різні мікроелементи, належать до числа *біостимуляторів росту*, тобто речовин, що біологічно впливають на інтенсивність росту через різні системи організму, мобілізують резервні можливості організму, підвищують його життєдіяльність. Значно економлять корми додаванням до них таких біостимуляторів, як польфамікс, кротно-лактон.

Повноцінним є корм, який повністю задовольняє фізіологічні потреби риб з урахуванням виду, віку і статі, відповідає порі року.

Таблиця 2.5 - Корми для коропа

Корм	Білкове	Кормовий
Макуха і шроти		
соняшників	1 : 1...1 : 1,5	3-5
ляний	1 : 2	4
свиріповий	1 : 1,4...1 : 1,8	4-8
ріпаковий	1 : 1,5...1 : 1,7	4-6
конопляний	1 : 2...1 : 2,5	4-7
бавовниковий	1 : 2 ...1 : 3	5-8
соєвий		4-6
рижівий	1 : 2	4-8
сафлоровий		6-10
рициновий		8-10
коріандровий		8-10
Відходи зернових і борошномельного виробництва		
жито	1 : 7	4-5
ячмінь	1 : 8	4-5
кукурудза	1 : 9	5-7
висівки житні	1 : 4	4-7
млинні змети і пил	1 : 5	4-8
житне і ячмінне кормове борошно	1:6...1 : 7	4-7
пшеничні висівки	1 : 4	4-7
насіння бур'янів	1 : 4...1 : 7	5-8
Бобові культури		
соя	1 : 1,9	3-5
горох	1 : 2,5...1 : 2,6	4-5
вика	1 : 2	3-5
чина	1 : 2,5	3-5
біб	1 : 2,3	3-5
Люпин		
блакитний	1 : 2	3-5
жовтий	1: 1,2	3-5
Тваринні продукти		
лялечки шовковичного і дубового	1 : 0,8...1 : 1,2	2-3
рибне борошно	1:2	1,5-2,0
кров'яне борошно	1 : 0,08	1,5-2,0
м'ясо-кісткове борошно	1 : 0,1	1,5-2,5
м'ясо молюсків сушене	1 : 0,2	2,0-5,0
жаби й пугловки		4-5
смітна риба		3-4

Харчова цінність корму. Повноцінним з погляду виробництва рибопосадкового матеріалу і товарної риби вважають корм, який забезпечує отримання від вирощуваної риби максимальної кількості продукції з розрахунку на одиницю витрачених кормів. Відомо, що різні види кормів мають неоднакову харчову цінність, тому запроваджено

поняття *поживна цінність корму*, що означає відповідну властивість, зумовлену співвідношенням між потребою тварин і наявністю у кормі речовин і сполук, які своєчасно і повністю задовольняють саме ці потреби. На практиці про поживну цінність кормів можна робити висновок, виходячи зі складу основних поживних речовин (білки, жири, вуглеводи) та їх перетравлюваністю, за їх кормовим коефіцієнтом, білковим співвідношенням.

Сьогодні є дані про склад як основних поживних речовин, так і їхніх компонентів для багатьох кормів, які використовують у рибництві. Для повного уявлення про хімічний склад кормів потрібно знати схему складових частин, вміст сухої речовини, її органічної частини, оскільки поживність визначається саме за нею. Органічну частину сухої речовини становлять азотисті й без азотисті перетравні речовини.

У сучасній спеціальній літературі, присвяченій кормам, кормовиробництву, годівлі, вживається термін «сирий протеїн». Він об'єднує групу азотовмісних речовин білкового і небілкового походження (аміни, аміди, амінокислоти, нітрити), які мають винятково важливе значення у кормах, що використовуються для годівлі риб.

Єдиним постачальником матеріалів для білкового синтезу є азотовмісні речовини корму. Вилучення білка з раціону чи різка його нестача супроводжується припиненням росту, втратою маси, іншими порушеннями життєво важливих функцій організму, ураженням його ферментного апарату. Тому сирий протеїн — найважливіша складова частина раціонів риби.

Харчова цінність білка визначається його хімічним складом, тобто набором і кількісним співвідношенням амінокислот. Амінокислоти, що можуть синтезуватись у тваринному організмі з поживних речовин корму чи інших амінокислот, — *замінні*, а ті, які синтезуються з недостатньою швидкістю або не синтезуються зовсім, — *незамінні*. Для людини і теплокровних тварин таких амінокислот 10 і до цього складу входять: аргінін, треонін, гістидин, лізин, метіонін, валін, триптофан, фенілаланін, лейцин, ізолейцин. Для коропа чітко визначено незамінність лізину й метіоніну, але за аналогією умовно прийнято незамінність усіх 10 амінокислот, на чому наголошують провідні фахівці із годівлі риб.

У живленні коропа вуглеводи усіх кормів рослинного походження виступають в якості основного джерела енергії. За нестачі вуглеводів і жирів порушуються нормальні біохімічно-фізіологічні процеси, організм вимушено починає задовольняти енергетичні потреби за рахунок білкової частини кормів, що є фізіологічною аномалією. У зв'язку з цим від кількості та якості вуглеводів у раціоні, їх співвідношення з іншими складовими раціону та ступеня їх перетравлення значною мірою

залежить ефективність впливу білкової складової на реалізацію потенціалу росту.

До викладеного слід додати, що вуглеводи за дією поділяють на відповідні групи, а саме: розчинні — цукор і крохмаль, що містяться всередині рослинних клітин, кінцевим продуктом їх розщеплення є моноцукри, які, всмоктуючись із травного каналу, перетворюються на глюкозу або частково відкладаються у вигляді глікогену; вуглеводи оболонки рослинних клітин, або сира клітковина, — до її складу входять целюлоза (клітковина), лігнін, геміцелюлоза і пектинові речовини. На відміну від перетравлення у шлунку великої рогатої худоби клітковина важко розщеплюється у травному каналі риб і переважно є баластною речовиною.

Сирий жир, чи ліпіди, об'єднують речовини, не розчинні у воді. До них належать власне жири, або тригліцериди, і різні ліпоїди (високомолекулярні жирні кислоти, фосфатиди, стерини й стериди). У кормах і тканинах риби серед загальної фракції ліпідів переважають жири, які входять до складу протоплазми усіх клітин і є основною запасною поживною речовиною, що відкладається у спеціальних жирових депо.

Мінеральні елементи (макроелементи — кальцій, магній і фосфор) за вмістом в організмі йдуть за основними елементами органічної речовини — киснем, вуглецем, воднем і азотом. Вони входять до складу структурних елементів організму і беруть активну участь у багатьох біохімічних та фізіологічних процесах, відіграють значну роль у регулюванні осмотичного тиску рідин тіла й концентрації іонів у живій клітині; необхідні для синтезу різних ферментів і коферментів; істотно впливають на обмін органічних речовин, тканинне дихання; беруть участь у процесах травлення, всмоктування і засвоєння поживних речовин.

Мікроелементи — манган, мідь, кобальт, бор, йод та інші не лише стимулюють ріст коропа, а й поліпшують його фізіологічний стан, сприятливо впливають на склад крові, підвищують ефективність використання кормів. Спеціальними дослідженнями доведено, що введення хлоридів цинку з розрахунку 4,0 мг, хлориду міді — 2,5, молібдату амонію — 1 мг на 1 кг корму забезпечує нормалізацію фізіологічного стану коропа за відсутності або дефіциту цих компонентів у раціоні. Позитивно впливає на формування скелета й утворення статевих продуктів введення в раціон на 1 кг корму 0,6 мг хлориду мангану, що доцільно при вирощуванні рибопосадкового матеріалу і годівлі ремонтно-маточних стад.

Енергетична цінність корму. Корм має містити певну кількість енергії, яка необхідна для всіх процесів життєдіяльності будь-якого

організму, втім числі й риби. Енергетична цінність корму визначається його калорійністю, тобто властивістю харчових речовин виділяти в процесі їх засвоєння організмом тепло. Жир виділяє вдвічі більше енергії, ніж білок і вуглеводи. Так, 1 г жиру виділяє 4,4 кДж, 1 г білка — 18,8, 1 г вуглеводів — 17,6 кДж. Від того, наскільки енергетичні потреби можуть бути забезпечені за рахунок основних енергетичних джерел корму — вуглеводів і жирів, залежить ступінь використання сирого протеїну для синтезу білка в організмі. У сучасній сільськогосподарській практиці за зростаючої потреби в концентрованих кормах і гострої нестачі білків використання сирого протеїну як джерела енергії економічно не вигідне, що повністю справедливо також і для рибництва.

Аналіз кормів засвідчує, що як у високобілкових макухах і шротах, так і в бобових кормових сумішах недостатньо легко перетравних вуглеводів. Ця обставина за край низького вмісту жирів позначається на енергетичній забезпеченості раціонів, результатом чого коропа нерационально використовує білки на енергетичний обмін, що обумовлює перевитрати кормів.

Наявність у кормі вуглеводів, жирів та інших сполук, які в процесі обміну речовин можуть бути джерелом енергії, має азотзберігаючий ефект, а додавання до корму коропа крохмалю зменшує виділення азоту з організму із продуктами метаболізму. Тому важливою умовою підвищення використання протеїну та ефективності раціонів є правильне співвідношення енергетичної цінності раціону та рівня протеїну. Дослідження в цьому плані у коропівництві недостатні, більшість наявних відомостей обмежується обліком вмісту валової енергії в кормах. Разом з тим дворічний коропа може інтенсивно рости, живлячись кормами з великим діапазоном енергопротеїнового співвідношення, що засвідчує виняткову пристосованість його організму до використання різноманітних джерел живлення.

Поживна цінність корму (оцінка корму за протеїновим співвідношенням). Поживна цінність корму визначається за білковим відношенням перетравного протеїну (азотистих речовин) до перетравних безазотистих речовин (вуглеводів, жирів) (табл. 2.6), що показує, скільки частин перетравних безазотистих речовин припадає на одну частину перетравного протеїну.

Для кращого засвоєння рибою поживних речовин корму слід домагатися, щоб він за своїм складом максимально наближався до природних кормів, що на практиці досягти досить проблематично.

Таблиця 2.6. Хімічний склад і поживна цінність кормів для коропа

Компонент	Суша речовина	Кормодиниці, кг	Обмінна енергія, МДж	Вміст, г/кг									
				Сирий протеїн	Лізін	Метіонін	Цистидин	Триптофан	БСР	Сира клітковина	Сирий жир	Са	Р
Горох	0,85	1,1	13,1	220	14,	3,2	3,1	2,1	540	54	19	2,0	4,3
Соя	0,85	1,4	15,0	345	22,	4,6	3,2	3,6	270	57	170	4,8	7,0
Кукурудза	0,85	1,3	13,8	103	2,7	1,7	1,5	0,8	653	22	40	0,6	2,5
Ячмінь	0,85	1,1	12,8	114	4,8	2,1	1,9	1,5	640	55	22	0,7	3,2
Пшеничні	0,85	0,7	9,3	151	5,4	1,6	2,3	2,1	530	88	42	2,0	9,6
Макуха:													
соняшни-	0,90	1,0	12,3	405	16,	7,9	6,4	5,2	225	129	76	5,9	12,
кова		8			5								9
ляна	0,90	1,2	13,5	338	11,	4,8	5,1	6,2	305	95	102	3,4	10,
соєва	0,90	1,3	15,5	418	26,	4,9	4,9	5,7	298	54	74	4,1	6,7
рицинова	0,90	0,9	11,5	347	13,	6,4	4,9	3,8	182	318	66	10,	5,8
Рибне	0,90	1,3	13,0	685	55,	16,0	15,	7,1	64	—	74	40,	25,
борошно		0			0		0					0	0
Кров'яне	0,90	1,0	14,2	750	62,	9,1	11,	10,6	52	—	31	3,7	3,4
борошно		2			0		4						
Борошно з													
лялечок													
шовкович-	0,90	1,0	12,9	611	30,	16,0	9,1	6,8	76	—	140	2,1	1,5
ного		4			3								
шовкопряда													

Якщо кількість перетравних безазотистих речовин у кормах менша, ніж перетравних азотистих чи близька до них, протеїнове співвідношення називають *вузьким*, наприклад, 1 : 0,5 чи 1 : 1,5; якщо значно більша — *широким*, наприклад, 1 : 4 чи 1 : 5. Вузьке протеїнове співвідношення характерне для багатьох видів макухи, шротів, відходів бобових культур, а також для кормів тваринного походження. До кормів з широким протеїновим співвідношенням належать переважно зернові відходи. Корми з вузьким протеїновим співвідношенням застосовують у період найінтенсивнішого росту й живлення риби, тобто влітку, за температури води до 23 - 29 °С. Корми із широким протеїновим

співвідношенням застосовують навесні, щоб забезпечити швидше відновлення втрат організму за час зимівлі, а також восени при зниженні температури води для максимального накопичення жиру в тілі риби до зимового періоду.

Протеїнове співвідношення у кормах для мальків, має коливатися від 1 : 0,3 до 1 : 0,5; у кормах для цьоголітків — влітку від 1 : 0,5 до 1 : 1,5, а наприкінці серпня — від 1 : 1,5 до 1 : 5 — 1 : 8; для однорічок навесні після зимівлі — від 1 : 5 до 1:1, з червня по серпень — від 1 : 1 до 1 : 3, наприкінці вегетаційного періоду — від 1 : 3 до 1 : 10; у кормах для плідників і ремонтної молоді навесні до нересту — від 1 : 10 до 1 : 1, після нересту — від 1 : 10 до 1 : 3, у літній період — від 1 : 5 до 1 : 10. За невисокої щільності посадки, коли короп забезпечений значно більшою кількістю природних кормів, протеїнове співвідношення у кормі може бути ширшим. Чим менше природних кормів споживає короп (тобто зі збільшенням щільності посадки), тим вужчим має бути протеїнове співвідношення у кормі.

При цьому слід пам'ятати, що повноцінність білка залежить від його амінокислотного складу, що має винятково важливе значення при формуванні різновікових стад ремонтних риб і утриманні плідників.

Оцінка корму за кормовим коефіцієнтом. Кормовий коефіцієнт — умовна величина, що дає змогу кількісно оцінити потенційну дію кормів. Це число, яке показує, скільки кілограмів корму має з'їсти риба даного виду, віку, щоб її маса збільшилась на 1 кг, тобто це співвідношення фактично з'їденого рибою корму та її валового приросту.

Кормовий коефіцієнт як величину, характерну для того чи іншого виду корму, доцільно використовувати під час планування годівлі, складання графіків годівлі риби, визначення добових раціонів. За кормовим коефіцієнтом можна оцінити ефективність годівлі риби, порівняти витрати кормів на одиницю приросту з плановими показниками. Кормовий коефіцієнт, встановлений експериментально, як і кормова одиниця у тваринництві, є величиною дещо умовною, але сталою для певного виду і вікової групи риб. на практиці за умов додержання технології рибництва, фактична маса отриманої рибопродукції за рахунок годівлі розглядається в якості фактичних витрат корму на одиницю продукції. Фактична витрата корму на одиницю продукції за відповідних умов повинна бути меншою за кормовий коефіцієнт. Пропонуєма концепція базується на тому, що суттєва частина рибопродукції в умовах ставового вирощування отримується за рахунок природної кормової бази. Виходячи з цього фактичні витрати корму закономірно будуть зменшуватися на фоні збільшення чисельності та біомаси кормових гідробіонтів, які

утворюють природну кормову базу, склад якої використовується коропом відповідних вікових груп.

Роль природного корму у живленні коропа. Природні корми, що знаходяться в ставу у вигляді зоопланктону і зообентосу, забезпечують рибу всіма речовинами, необхідними для її нормального росту і розвитку завдяки своїй фізіологічній повноцінності. Вони є джерелом, з якого риба поповнює нестачу амінокислот, мікроелементів, вітамінів та інших, іще досліджених біологічно активних речовин, так званих чинників тваринних кормів. Найповноціннішим кормом для риби є ракоподібні, особливо дафнії. Суха речовина прісноводного зоопланктону містить 57,3 % білка, 7,6 — жиру, 21,7 % — золи. Фітопланктон, як і інші рослинні корми, менш поживний, але він не поступається кращим сортам сіна, що свідчить про його якість і значення в живленні фітопланктофагів.

Природні корми багаті на шість незамінних амінокислот — тирозин, триптофан, аргінін, гістидин, цистин, метіонін. Найбільша кількість їх міститься в дафніях. Ракоподібні багаті й на мінеральні речовини. Великий вміст білка (68,5 - 70,6 %) у личинках комах, черв'яках. Корми природного походження групи зообентосу багаті на вуглеводи і фосфор, але містять мало мінеральних речовин. Отже, ці основні представники природної кормової бази доповнюють один одного за поживною цінністю.

За амінокислотним складом білок безхребетних близький до білка риби. Врахувати споживання природних кормів з такою ж точністю, як і споживання додатково внесеного корму, неможливо, оскільки відсутні підтверджені розробки та відповідні науково – обґрунтовані методики обчислення. Визначення необхідного мінімуму природного корму дало б змогу встановити найдоцільнішу щільність посадки, виходячи з природної рибопродуктивності ставів з урахуванням споживання рибою вітамінів, амінокислот, зольних речовин, яких не вистачає у штучних кормах.

Для забезпечення фізіологічних потреб умовно є бажаним, щоб у раціон коропа входило близько 30 — 50 % природних кормів. Цими цифрами сьогодні можна користуватись для розрахунків годівлі риби й удобрення ставів з поправками на окремі вікові групи риби, якість штучних кормів. За відносно невисоких щільностей посадки коропа на 1 га водного дзеркала (2,0 - 3,0 тис. екз./га), застосування добрив, коли раціон коропа на 35 - 50 % складається із природних кормів, практично можливе використання однотипних кормів, найчастіше (і дешевше) зернових чи їх відходів. За високої щільності зариблення ставів природних кормів для задоволення потреб коропа у незамінних амінокислотах, вітамінах, мікро- і макроелементах може не вистачати. У

цьому разі використовують кормові суміші, до складу яких мають входити компоненти, що доповнюють один одного і роблять кормову суміш більш повноцінною. На особливу увагу заслуговує добавка до суміші кормів тваринного походження.

Кормові суміші, комбікорми — це набір кормових засобів у співвідношеннях, встановлених на підставі сучасних наукових даних про потребу риби в поживних речовинах. Для визначення кількості кормової суміші, потрібної на весь сезон (як і кількості однотипного корму), потрібно знати кормовий коефіцієнт, який обчислюють за формулою:

$$K_{\text{к.сум}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{\frac{P_1}{K_1} + \frac{P_2}{K_2} + \frac{P_3}{K_3}} \quad (2.2)$$

де P_1, P_2, P_3 — інгредієнти кормової суміші; K_1, K_2, K_3 — кормові коефіцієнти відповідних інгредієнтів.

Рецепти комбікормів розробляють з урахуванням годівлі різних вікових груп коропа. На підставі розроблених рецептів комбікормова промисловість з наявних кормових ресурсів виробляє комбікорми, склад яких відповідає затвердженій рецептурі, а співвідношення компонентів визначає загальну і біологічну цінність комбікормів. Рецепти мають у наборі 40 інгредієнтів, тому кожен із них може бути представлений великою кількістю кормових сумішей.

За високоущільненої посадки дворічок коропа, коли частка природних кормів у раціоні знижується до 10 - 15%, потрібно використовувати комбікорми чи кормові суміші, збалансовані за комплексом поживних речовин, що містять до 26 % протеїну, 3,0 - 3,5 жиру, не менш як 0,7 кальцію, 0,8 фосфору, близько 40 БЕР і не більш як 10 % клітковини, а також біологічно активні речовини, що стимулюють ріст риби. Комбікорми для цьоголітків коропа мають містити не менш як, %: сирого протеїну - 30 , жиру - 4, кальцію - 1,2, фосфору - 1, клітковини - не більш як 9.

Способи підвищення повноцінності кормових сумішей. Найдоступнішою вітамінною добавкою є паста з молоді зеленої рослинності, яку додають до складу кормової суміші до 30 %. Пасту готують зі свіжоскошеної наземної чи водяної рослинності на ДКУ чи пастовиготовлювачі і відразу ж змішують із кормовою сумішшю у кормозмішувачі.

Додавання до 1 т комбікорму 3 - 5 г хлориду чи нітрату кобальту забезпечує підвищення вмісту вітаміну B_{12} в організмі риби і сприяє кращому засвоєнню поживних речовин корму. Попередньо солі

кобальту розчиняють у воді, а потім на цьому розчині замішують дерть чи розсипний комбікорм. Збагачення кормових сумішей фосфатидами сприяє підвищенню засвоюваності поживних речовин.

У насінні олійних культур, крім жирів і білків, що є найціннішими компонентами, містяться речовини, супутні жирам - фосфатиди. За хімічним складом вони мають високу харчову і поживну цінність. Кормові напівзнежирені фосфатиди - це розсипчастий, дещо оліїстий продукт, що містить 12 - 20 % власне фосфатидів, не більш як 10 - олії і близько 60 % - білкових речовин. Для годівлі коропа будь-якого віку фосфатиди (фузи) у кількості не більш як 10 % додають до рослинних кормових сумішей.

Сінне, трав'яне чи хвойне борошно як джерело провітаміну А додають до кормосуміші чи комбікорму з розрахунку 2 - 3%. Згодовування плідникам, ремонтному молодняку й однорічкам, яких тримали у зимувальних ставах, кормів з рослинним борошном забезпечує нормальний фізіологічний стан риби, сприяє формуванню системи відтворення.

Корми, призначені для риб старшого віку, які з низки причин згодовують цьоголіткам, доцільно збагачувати кормами тваринного походження (свіжа смітна риба, консервована піросульфідом натрію, солоня нехарчова, відходи боєнь, лялечки шовковичного шовкопряда у кількості 5 - 10% кормового раціону). Введення у кормосуміш для риби 4% кормових дріжджів збагачує комбікорм чи кормову суміш вітамінами групи В і тим самим забезпечує підвищення рибопродуктивності до 10 %. Додавання 330 г тераміцину на зерновій основі на 1 т комбікорму вважається ефективним методом, що сприяє збільшенню приросту риби.

Кров'яне борошно особливо бажане у раціоні при широкому протейновому співвідношенні кормових сумішей. Позитивні результати дає використання як джерела тваринного білка сухого молочно-білкового концентрату (МБК), який виготовляють зі знежиреного молока безпосередньо. МБК додають у кількості 5 %, в результаті приріст живої маси цьоголітків збільшується на 62 - 66 %. При цьому витрати кормів на одиницю приросту знижуються на 38 - 40 %, що значно підвищує ефективність виробництва продукції рибництва.

Обов'язковим компонентом повноцінних рибних комбікормів є рибне борошно, потреба в якому як для рибного господарства, так і для тваринництва з кожним роком зростає. У ставовому рибництві тривають пошуки заміни рибного борошна у кількох напрямках: на доступні, відносно дешевші корми тваринного походження - крильове, креветкове борошно, соєвий шрот, макуху, які за амінокислотним складом близькі

до протеїну риби; з додаванням гідролізних дріжджів як джерела лізину; на синтетичні азотисті небілкові сполуки.

Вітчизняна хімічна промисловість випускає для потреб тваринництва карбамід, амонійні солі, азот яких використовується для синтезу замінних амінокислот. Додавання до 10 % їх у кормову суміш має тривалу продукуючу дію. Збалансування комбікормів за мінеральним складом досягають введенням у суміш кальцію у вигляді крейди - до 2 % сухої маси.

В умовах сучасного виробництва продукції рибництва найважливішими резервами кормів для риби мають стати відходи міжгосподарських підприємств з переробки овочів: відходи томатного виробництва, виноградні, кабачкові, яблучні вичавки.

Технологія годівлі коропа. Годівля коропа може бути достатньо ефективною виключно за умов наявності спускних, добре підготовлених ставів, що залежить від адекватності екологічних умов, застосування відповідної техніки годівлі та повноцінності використовуваних комбікормів.

Підготовка ставів до годівлі риби починається відразу після осіннього облову і повного спуску води. Починати підготовчі роботи слід безпосередньо з виконання меліоративних заходів, оскільки годівля риби супроводжується накопиченням на дні ставу органічних речовин, внаслідок розкладання яких зменшується вміст розчиненого у воді кисню, що суттєво знижує ефективність годівлі. З метою подовження строку мінералізації органічних сполук, у ставах з інтенсивною годівлею доцільно організувати спуск води на 15 - 20 днів раніше від загальноприйнятих строків, оскільки середньодобовий приріст риби зі зниженням температури зменшується, а витрати кормів на приріст залишаються достатньо значними.

Особливу увагу слід звертати на підготовку кормових смуг, кормових майданчиків. За щільності посадки коропа до 5000 екз./га потрібно обладнати 10 - 12 кормових майданчиків. Розмір майданчика 2 x 3 м за глибини ставу 0,5 - 1,0 м. Якщо щільність посадки більша, рекомендується обладнати кормові смуги завширшки 10 - 17 м за глибини ставу 0,5 - 1,0 м. Через кожні 25 - 50 м їх позначають віхами чи буйками. Глибину доріжок у міру росту риби збільшують, смуги переносять на глибину. Кормові майданчики повинні мати щільний ґрунт, який за потреби можна ущільнювати систематичним внесенням вапна. В замулених ставах кормові місця можна влаштовувати з піску, подрібненого вапняку, дефекату - відходів цукрових заводів. Після спускання води кормові місця обробляють вапном із розрахунку 25 г на 1 м².

Годівлю коропа можна організувати з достатньою ефективністю і в неспускних ставах комплексного використання (багаторічного регулювання). Вибір кормових місць слід пов'язувати з тоневидами ділянками, оскільки у таких водоймах рибу доцільно виловлювати переважно у період її годівлі, що сьогодні переконливо доведено використанням автогодівниць.

Розрахунок посадки риби. Інтенсивність годівлі риби визначає щільність зариблення ставів, дає змогу застосовувати ущільнені посадки коропа, які досягають 5-7 тис.екз./га однорічок, 100 -120 тис.екз./га личинок коропа на загальній площі акваторії. Оптимальна посадка однорічок - близько 9,15 тис.екз./га, але це має супроводжуватись істотними прогресивними змінами в біотехніці виробництва продукції рибництва, зокрема забезпеченням риби повноцінними кормами, контролем і регулюванням умов середовища у ставах.

Витрати посадкового матеріалу на 100 кг товарної рибної продукції при годівлі великою мірою визначаються його якістю: чим вища його середня маса при зарибленні ставів, тим ефективніша годівля, якісніше вирощується риба, вища її індивідуальна маса. Вибір щільності посадки визначає систему годівлі риби і загальну рибопродуктивність ставу, під якою розуміють щорічний приріст риби, який отримують у ставу за один вегетаційний сезон з одиниці площі водного дзеркала за рахунок природного потенціалу та внесених кормів.

При розрахунку потрібної кількості рибопосадкового матеріалу виходять із плану вирощування риби, загальної рибопродуктивності ставу з урахуванням наявності кормів. Потребу в рибопосадковому матеріалі для конкретного ставу розраховують за формулою:

$$A = \frac{\Pi\Gamma + \left(\frac{Д}{K_k}\right)}{(B - b) \cdot p} \cdot 100 \quad (2.3)$$

де А — кількість рибопосадкового матеріалу, екз.; П — природна рибопродуктивність, кг/га; Г — площа ставу, га; Д — кількість корму, кг; K_k — кормовий коефіцієнт; В — маса риби в кінці вирощування, кг; b — маса рибопосадкового матеріалу, кг; p — вихід риби, %.

Розрахунок потрібної кількості корму. Потреба господарства в кормах визначається виробничим планом вирощування товарної риби, рибопосадкового матеріалу, плідників і різновікових груп ремонтних риб. Для розрахунку планової кількості кормів потрібна така вихідна інформація: 1) площа ставів; 2) план вирощування риби; 3) запланована рибопродуктивність за рахунок природної рибопродуктивності; 4) загальний приріст за рахунок внесення добрив; 5) рибопродукція за

передбачуваної полікультури; 6) загальна маса рибопосадкового матеріалу; 7) кормовий коефіцієнт корму, кормосуміші чи гранульованого комбікорму; для останнього величина кормового коефіцієнта, згідно з чинними рибницько-біологічними нормативами, становить 4,7, для розсипчастих вона збільшується на 8 % (5,0); 8) додаткове внесення кормів з розрахунку на рослиноїдних риб, згідно з рибницько-біологічними нормативами.

Для окремого ставу потребу в кормах можна визначити за формулою:

$$D = [(A - B) - P] \cdot K_k \quad (2.4)$$

де D — потрібна кількість корму, кг; A — вихід риби восени, екз.; B — приріст однієї особини за сезон, кг; P — загальний приріст риби за рахунок природної кормової бази з урахуванням внесення добрив, який визначають множенням площі ставу в гектарах на природну рибопродуктивність, кг; K_k — кормовий коефіцієнт.

Щоб правильно розподілити корми протягом вегетаційного періоду, для кожного ставу складають план годівлі, передбачивши, як правило, найбільше витрачання кормів у місяці інтенсивного росту і живлення риби, розробляють графік годівлі риби, визначають частоту годівлі за періодами (табл. 2.7). Протягом вегетаційного сезону ведуть журнал годівлі риби (табл. 2.8).

Підготовка кормів до згодовування. Ефективність годівлі поряд з добрим станом ставу залежить від правильної підготовки корму та його якості. Годівля однорідними кормами спричинює у коропа порушення у формуванні органів травлення, призводить до кількісних і якісних змін виділення травних соків і порушення інтенсивності обміну речовин.

Нині комбікормова промисловість виробляє для коропа гранульовані комбікорми (способом сухого пресування), які мають низьку механічну міцність. Водостійкість цих гранул поки що невисока (10-15 хв.), вони швидко руйнуються. Перш ніж потраплять на кормові склади рибницьких господарств гранульовані комбікорми кілька разів завантажують і розвантажують, в результаті чого вміст дрібних крихт у них зростає до 25 % і більше. При роздаванні таких кормів кормороздавачами типу СКР-1, СКР-3,0А, КРЗ-1 борошніста частина їх, а також дрібні часточки втрачаються, короп їх не поїдає. Основні втрати спостерігаються в момент внесення корму в став.

Таблиця 2.7 - План годівлі риби

Період годівлі риби по декадах, місяцях	Корм чи кормосумі		Приріст риби за період		Використання корму				
	Назва	Кормовий коефіцієнт	Одного екз., г	До загального приросту, %	Всього, кг	Число кормоднів	За добу, кг	Число кормових доріжок (місць)	Маса корму на кормову доріжку (місце), кг

Таблиця 2.8. - Журнал годівлі риби

Дата	Температура, °С	Назва чи номер ставу	Площа ставу, м ²	Склад кормової суміші, %	Добова витрата корму, кг		Кормові добавки				Інші добавки		Число кормових місць	Час роздавання корму, год.	Поїдання корму	Вжиті заходи для поліпшення поїдання
					За планом	Фактично	Мікроелементи, г	Паста рослинна, кг	Борошно рибне, кг	Дріжджі гідролізні, кг	Метиленова синька, г	Антибіотики, г				

Поряд із механічними втратами корму в процесі екстрагування окремі його поживні речовини, насамперед жир і без азотисті екстрактивні речовини розкладаються. Тривалість збереження комбікорму у воді значно зростає за рахунок попередньої підготовки, а саме: його потрібно просіяти, гранули згодувати з кормороздавачів, створивши умови для швидкого їх поїдання після потраплення у воду.

В умовах аграрних підприємств, де коропу згодувають різні відходи, їх бажано подрібнити, а потім замішати у вигляді густого тіста. Розмелюють корми у кормодробарках, універсальних млинах та інших механічних агрегатах. Замішане тісто виробляють за допомогою різних кормозмішувачів, замішують його у чанах, діжках. З метою зменшення втрат при опусканні подрібненого корму у воду в кормові суміші по можливості додають в'язучі компоненти: лляну макуху, борошністі змети (15 - 20 %). Дворічному коропу, який досяг маси 150 - 200 г, можна згодувати ціле зерно.

У процесі вирощування риби не слід різко змінювати якість корму, доцільно поступово переходити від гранульованих комбікормів до зерна, тістоподібного корму і навпаки. При зміні корму потрібно враховувати вік та інтенсивність росту риби, пору року.

Роздавання кормів, контроль за поїданням. Годують рибу щодня в один і той самий час за допомогою різноманітних кормороздавальних засобів. Добову норму кормів по кормових місцях розподіляють згідно з прийнятою технологією: при використанні гранульованих комбікормів — по кормовій доріжці, а тістоподібних кормів — по кормових точках. Роздавати корми слід щодня в одному й тому ж місці, що формує умовний рефлекс і сприяє кращому їх поїданню та за короткий проміжок часу. За високо ущільнених посадок у міру росту риби кормові доріжки переміщують у глибші ділянки, що відповідає переміщенню риб.

Поїдання визначають за залишками корму на кормових місцях за допомогою сітчастого черпака через 2 — 3 год. після роздавання. Поїдання корму перевіряють у кожному ставу в кількох місцях годівлі. За наявності решток комбікорму норму годівлі слід скоригувати в бік зменшення і оперативно з'ясувати причину цього явища. Проте за різких коливань температури води у період найбільшого приросту риби доцільно проводити додатковий контроль поїдання корму через кожні п'ять днів з тим, щоб внести нові зміни в норму годівлі залежно від фактичної ситуації у ставу.

У міру росту риби і збільшення її маси відповідно збільшують норму годівлі та загальний обсяг корму. Це збігається з періодом оптимальних температур води в умовах ставових господарств. Для підвищення ефективності використання поживних речовин добового раціону, враховуючи анатомічно — фізіологічні складові живлення, норму годівлі коропа доцільно ділити на дві чи три частини й організувати дво- або триразову годівлю. При цьому першу годівлю проводять о 7 — 9-й год. ранку, коли вміст розчиненого у воді кисню збільшується, у ті самі години, що й за одноразової годівлі, а наступні — через 7-8 год.

Гранульовані і розсипчасті комбікорми зберігають у господарствах у складах підлогового і бункерного типу. Бункерні сховища (типу металевих силосних башт), які встановлюють безпосередньо на дамбах чи берегах ставів, дають змогу завантажувати кормороздавачі без операцій внутрішньогосподарського транспортування і перевантажування кормів. Однак через невідповідність строків постачання кормів із заводів навіть з об'єктивних причин строкам їх витрачання господарства змушені утримувати центральні склади для зберігання кормів, місткість яких розрахована на 40 % річної потреби.

Через це у рибницьких господарствах склалися дві технології роботи з кормами: перевалочна (в разі зберігання комбікормів на підлозі) і перевантажувальна (за бункерного зберігання комбікормів).

Перевалочна технологія ґрунтується на тому, що комбікорми, доставлені із залізничної станції (чи заводу) автотранспортом, зберігають у складах підлогового типу, розміщених у центральній садибі господарства, і в міру потреби перевозять їх до місця роздавання. Для виконання завантажувальних робіт у складах підлогового зберігання комбікормів рекомендується застосовувати машину ЗПС-60, яка повністю забезпечує обсяг завантажувальних робіт для господарства площею 550 га ставів і більше.

Центральні склади бункерного типу забезпечують повну механізацію технологічних операцій, автоматичне керування режимом роботи, поліпшують умови зберігання кормів і різко знижують затрати праці. Склади будують зі збірних залізобетонних чи металевих конструкцій за типовими проектами.

Перевантажувальна технологія відрізняється від перевалочної відсутністю робіт щодо перевалки кормів у складах підлогового типу, оскільки корми із залізничної станції (чи заводу) надходять безпосередньо в склади бункерного зберігання, встановлені біля ставу.

При доставлянні комбікормів автосамоскидами їх завантажують у бункер норією НЦГ, при доставці кормовозами ЗСК-10 — гвинтовим конвеєром, установленим на кормовозі. Місткість і кількість бункерів силосного типу, рекомендованих для обладнання безпосередньо біля ставів різних площ, розраховують, виходячи з добової норми видачі корму та його двотижневого запасу (табл. 2.9).

Крім перелічених, у рибницьких господарствах можна також використовувати бункери місткістю 12,5 і 25 т (БВ-12,5 і БВ-25), які промисловість випускає для сільського господарства серійно. У цих бункерах передбачено примусову вентиляцію корму холодним або підігрітим повітрям.

Тістоподібний корм доставляють на стави і перевантажують у плавучі кормороздавачі самохідним шасі Т-16М, обладнаним самоскидним кузовом.

При годівлі риби у нагульних і вирощувальних ставах для рибницького господарства площею ставів 500 га досить однієї комплексно механізованої лінії. За порівняно невеликих обсягів приготування і завантаження у транспортні засоби тістоподібних кормів із різними добавками використовують завантажувач-кормороздавач КУТ-3М, для приготування і роздавання тістоподібних кормів у рибницьких господарствах на великих ставах — агрегат УРД.

Таблиця 2.9. - Типи бункерів, рекомендовані для зберігання комбікормів

Площа ставу, га	Потрібна місткість бункерів, м ³	Рекомендований бункер			
		Тип	Місткість, м ³	Число, шт.	Спосіб завантаження
До 10	10	ХС з двох	12,5	1	ЕЛТ-180
25	25,6	ХС з двох	12,5	2	ЕЛТ-180
50	51,5	«Продмаш»	52,8	1	ЕЛТ-180
100	103	«Продмаш»	52,9	2	ЕЛТ-180
150	154	БМС-25	43	4	НЦГ-10
			50	3	НЦГ-20

Примітка. Для ставів більшої площі число бункерів розраховують у такому ж порядку. Бункери типу Б-6 місткістю 6,5³ рекомендується встановлювати на вирощувальних ставах площею до 6 - 7 га, їх завантажують за допомогою ЗСК-10.

Для роздавання кормів вручну застосовують весельні човни і моторні. Залежно від площі ставів рекомендуються такі типи кормороздавачів: для ставів площею від 15 до 35 га — КРЗ-1; від 30 до 70 га — СКР-1,5, понад 70 га — СКР-3.0А.

Для ставів площею до 50 га особливо ефективний та економічний кормороздавач КРБ-2, призначений для безперервного дозування і роздавання гранульованих кормів. Його також використовують для внесення розсипчастих мінеральних добрив. За його допомогою можна роздавати корми дозами до 12 т безперервно («доріжкою») до 500 г/м².

На нагульних ставах площею понад 100 га використовують кормороздавач 1507, який у багатьох підприємствах удосконалений. На ставах невеликої площі, а також на оснащених проїзними дамбами застосовують берегові пересувні кормороздавачі, які встановлюють на самохідних шасі Т-16 чи на причет, який буксирують трактором ДТ-20.

Корми з бункера за допомогою пневмотранспортного пристрою через трубопровід подають у воду під час руху. Крім того, використовують кормороздавач КРС-1, який буксирують і розвантажують трактором ДТ-20.

Прогресивним напрямом у практиці годівлі риби є застосування автоматичних годівниць.

Годівниці «Рефлекс Т-14» виконані у вигляді бункера з отвором, встановленого на підставці і закритого кришкою. В отворі бункера знаходиться грибоподібний клапан, півсфера якого закриває отвір.

Клапан обладнаний довгим стрижнем-маятником із принадою, що стимулює у риби рефлекс хапання. При захопленні рибою принади маятник відхиляється вбік, клапан злегка відкривається і гранули висипаються у воду. Місткість бункера цієї моделі — 12 кг.

Ефективність годівлі риби оцінюють за величиною *витрати кормів* на одиницю приросту риби, тобто відношенням маси виданого корму до приросту риби.

Кормовий коефіцієнт для певного корму — величина умовно стала, її наводять у навчальній і довідковій літературі і визначають за вмістом у кормі поживних речовин. Величина витрати кормів на одиницю приросту риби значно коливається; вона може бути більшою або меншою від кормового коефіцієнта чи дорівнювати йому.

Як розглянуто вище, витрати корму на одиницю приросту риби великою мірою визначаються загальною окультуреністю ставів, умовами навколишнього середовища, розвитком природної кормової бази, співвідношенням у раціоні штучних і природних кормів, якістю корму та його підготовкою до згодовування, режимом годівлі, кваліфікацією та ставленням до своїх обов'язків відповідного спеціаліста. Витрати кормів на одиницю приросту або продукції коропа визначають під час облову ставів відніманням від маси загальної рибопродукції коропа маси рибопосадкового матеріалу та приросту коропа за рахунок природних кормів і внесених добрив.

Після цього абсолютну масу згодованих кормів ділять на приріст коропа й отримують величину, яка характеризує витрати корму на одиницю приросту коропа.

У разі застосування полікультури аналогічний розрахунок поширюють на всю вирощену продукцію з урахуванням відсотку, який передбачено нормативними документами при полікультурі коропа та рослиноїдних риб.

Виконані спеціальні дослідження з урахуванням багатьох складових, дозволили створити формулу, яка в умовах спеціалізованих господарств дозволяє отримати відповідні кількісні критерії. Формулу для розрахунку загальної витрати кормів на одиницю приросту риби запропонував колектив працівників Інституту рибного господарства УААН:

$$K_3 = \frac{K}{T - ПМ - T_1 - T_2 - T_p - T_0} \quad (2.5)$$

де K — маса згодованого корму, кг; T — маса виловленої товарної риби, кг; $ПМ$ — маса рибопосадкового матеріалу, кг; T_1 — приріст риби а рахунок природних кормів, кг; T_2 — приріст риби за рахунок внесених

добрив, кг; T_p — приріст риби за рахунок посадки рослиноїдних риб, кг; T_0 — маса смітної риби, кг.

Для збільшення ефективності годівлі витрати кормів на одиницю приросту слід визначати протягом усього вегетаційного сезону між датами проведення контрольних ловів як частку від ділення маси витрачених кормів за цей період на приріст риби (приріст однієї особини між контрольними ловами, помножений на кількість вирощуваної риби в екземплярах).

У травні - червні, коли добре розвинена природна кормова база, витрати кормів закономірно мають бути меншими за кормовий коефіцієнт, у серпні - вересні, коли раціон риб на 80 - 90 % складається з комбікорму, — більшими; орієнтовно вони можуть становити: у травні — 1,7; червні — 3,5, липні — 4,1, серпні — 4,4, вересні — 8,0, у середньому — 4,0.

Остаточну ефективність використання корму визначають під час аналізу господарської діяльності за економічними показниками, найважливішими серед яких є показник витрат засобів за статтею «Корми» в обчисленні собівартості товарної продукції витрат у грошовому виразі.

В умовах напівінтенсивного риборівництва, за невисоких щільностей зариблення ставів коропом (до 2,0 — 3,0 тис.екз./га) і можливості інтенсивного удобрення годівля коропа порівняно простий процес. Для його годівлі використовують в основному відходи від очищення зерна за черговістю їх надходження з токів (бобових, потім ячмінно-пшеничних та інших зернових культур). Однак і в цьому разі потрібно розраховувати необхідну кількість кормів, враховуючи особливості компонентів і застосовувати відповідну технологію їх згодовування.

Полікультура. Процес формування продуктивності водойм штучного і природного походження значною мірою пов'язаний з полікультурою. Сучасною основою підвищення природної рибопродуктивності водойм є сумісне вирощування різних видів риби на одній площі, включаючи утримання як мирних, так і хижих. При цьому чим більше об'єктів з відмінним спектром живлення мешкає в ставу, тим вищою буде його віддача. Сумісне вирощування кількох цінних видів риби, підібраних за характером їх живлення з таким розрахунком, щоб найповніше використати природний корм і отримати максимально високу рибопродуктивність без стимулювання збільшення природної рибопродуктивності шляхом застосування різних методів меліорації та удобрення, що принципово не виключається і є суттю поняття *полікультури*.

Полікультура з давніх часів емпірично є основною формою озерного і ставового рибництва. Вони різняться між собою за ступенем конструювання штучного іхтіоценозу, що забезпечує різні рівні керування продукційними процесами. Доцільність посадки риби того чи іншого виду для спільного вирощування великою мірою визначається конкретними умовами. Загальна принципова умова передбачає наявність необхідних фізико-хімічних параметрів середовища, що відповідають вимогам біології виду в межах ареалу. При цьому штучний іхтіоценоз при виробництві продукції рибництва принципово має ґрунтуватися на характері живлення риб, а саме на розходженні спектрів живлення, що виступає в якості критерію доцільності. При формуванні складу полікультури потрібно виключити міжвидову конкуренцію за корм, що забезпечить ефективне використання природної кормової бази. Із зообентосоїдних риб можуть бути рекомендовані сиг, чир, лин, золотий карась, срібний карась; із хижих — судак, щука, форель; з рослиноїдних — білий амур та білий товстолобик, гібриди білого і строкатого товстолобиків (рис. 2.1).

У водоймах Лісостепу і Степу звичайними компонентами полікультури можуть бути такі зообентосоїдні риби, як осетрові, рибець, лин; із зоопланктоїдних — строкатий товстолобик; з класичних рослиноїдних — білий амур, білий товстолобик; з хижих — судак, сом (рис.2.2). У повністю спускних ставах із добрим кисневим режимом можливе сумісне вирощування з коропом сигових риб, зокрема такого зоопланктофага яким є пелядь, що забезпечить додаткове отримання 90 - 180 кг риби з 1 га площі ставу.

В усьому світі ведуться пошуки шляхів найкращого використання водних екосистем шляхом добору різних видів риб у полікультурі. Особливо широко застосовують полікультуру в країнах Південно-Східної Азії, де практикують сумісне вирощування 6 — 7 видів риби. Катла, роху, мригель — швидкорослі види риб; у прісноводній полікультурі використовують сомів, тилапію, рослиноїдних; в солонкуватоводних — симаго, ханових. У Північній Америці практикується розведення каналного сома, смугастого окуня, різних видів буфало як у монокультурі, так і в полікультурі, а також тилапії, білого.

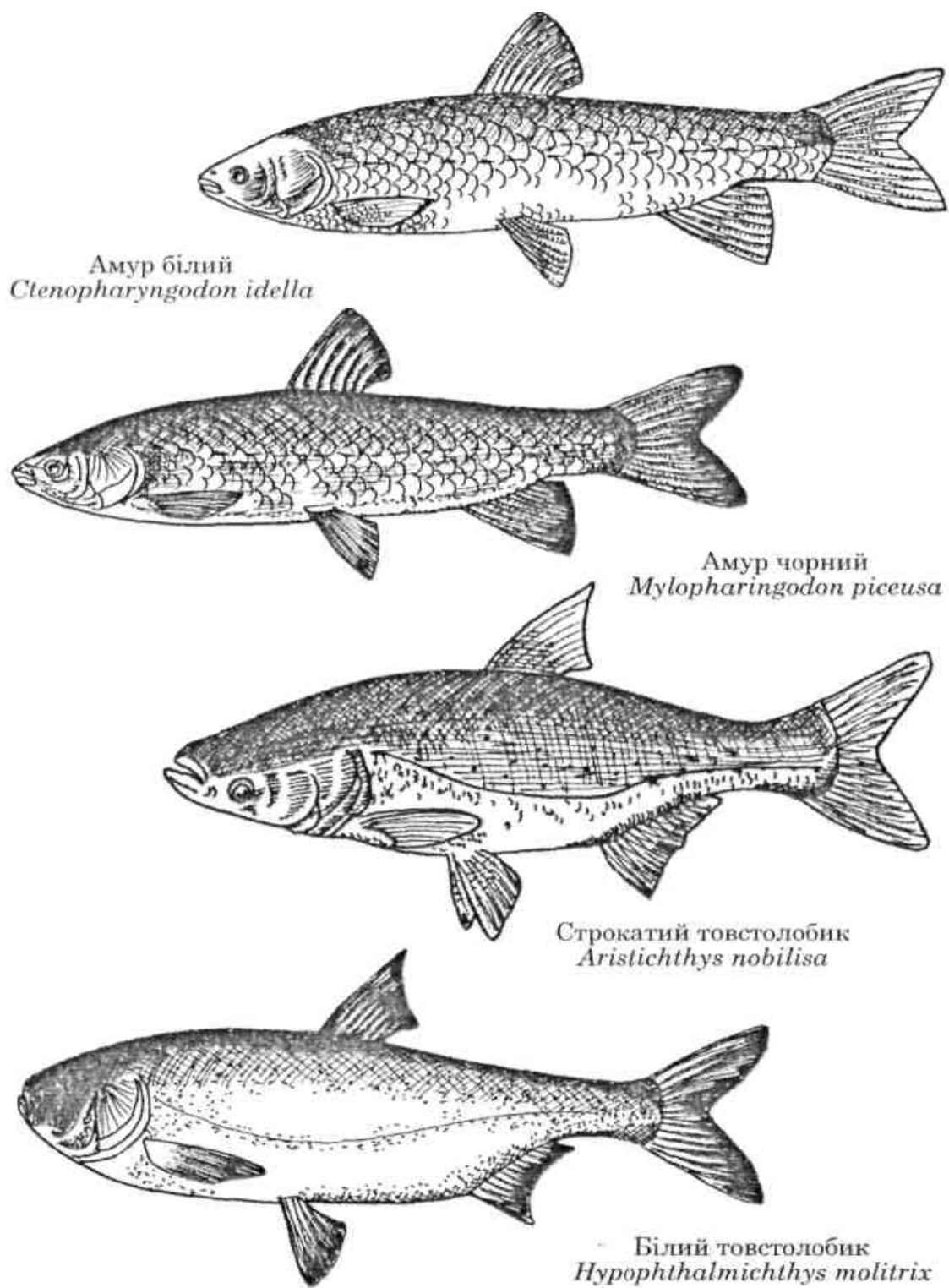


Рис. 2.1 – Традиційні об'єкти полікультури

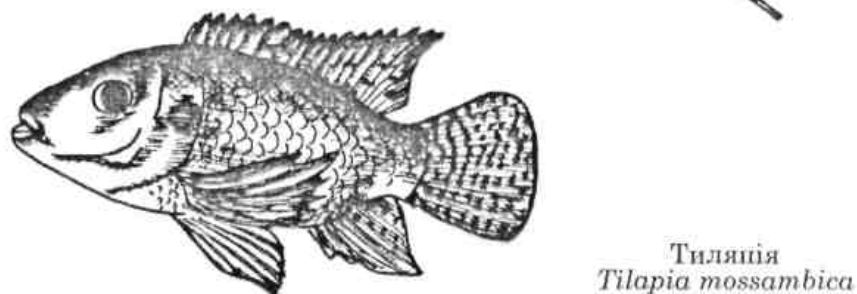
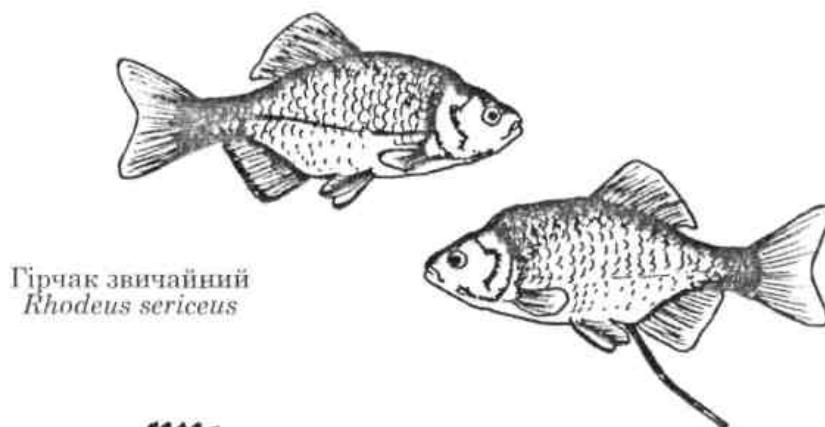
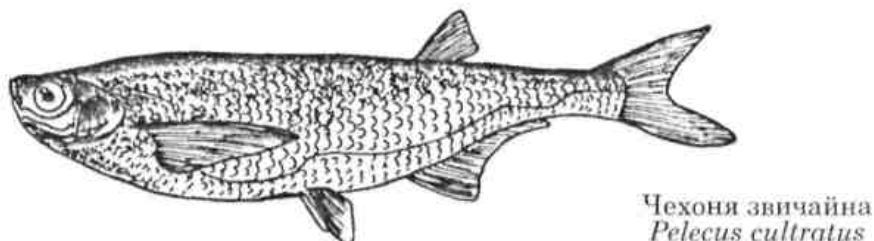
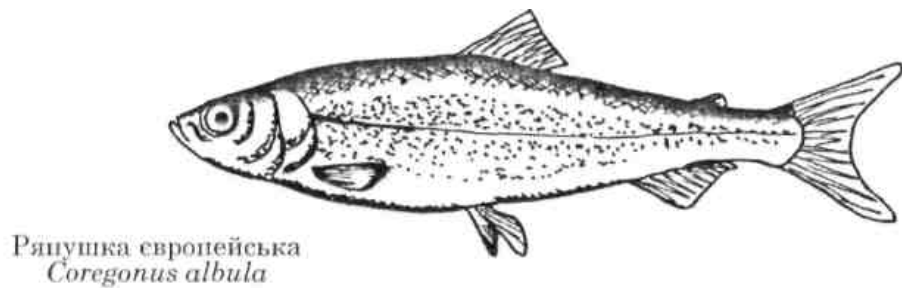


Рис. 2.2 – Додаткові об'єкти полікультури.

Дослідження з акліматизації рослиноїдних риб завдяки спільним зусиллям учених України, Росії, Молдови і Туркменістану, дала змогу в короткі строки впровадити у ставове рибицтво білого амура й товстолобиків. Ці дослідження справили вирішальний вплив на включення рослиноїдних риб у прісноводну аквакультуру Румунії, Болгарії, Угорщини, Польщі, Чехії, Словаччини, інших європейських та американських країн.

Розв'язання цієї дуже складної наукової і практичної проблеми — найбільше досягнення нашої рибогосподарської науки за останні роки. Важко назвати інший подібний приклад широкого впровадження принципово

нової технології, коли за мінімальних додаткових витрат у стислі строки вдалося отримати значні рибницький та економічний ефекти у поєднанні з екологізацією технології тепловодного ставового рибництва.

Введення консументів першого порядку (білий товстолобик, білий амур) в екосистему інтенсивно експлуатованих корошових ставів забезпечило отримання великої кількості додаткової товарної продукції за рахунок скорочення довжини харчових ланцюгів і перетворення не використаних коропом кормових ресурсів на кормову базу рослиноїдних риб.

Загальний рівень природної кормової бази в рибницьких ставах при полікультурі коропа і рослиноїдних риб істотно зростає під впливом рослиноїдних риб на середовище водойми за рахунок так званого ефекту її самоудобрення: рослиноїдні риби споживають нижчу і вищу водяну рослинність, їхні екскременти фактично є добривом для ставів.

Полікультуру можна розглядати як ефективний інструмент ресурсозберігаючої технології: ефективно споживаючи фіто – і зоопланктон, використовуючи його для нарощування маси, товстолобики повертають у вигляді тваринного білка біогенні елементи, втрачені в процесі сільськогосподарського виробництва, які дякуючи вітровій і водній ерозії потрапляють у рибні акваторії. Крім того, представники комплексу рослиноїдних риб відіграють певну роль у компенсації втрат теплоенергетики і відповідних виробництв, шляхом часткової утилізації тепла у системі водойм-охолоджувачів.

Полікультуру як метод підвищення рибопродуктивності ставів у вітчизняному рибництві застосовували здавна. Проте вирощування спільно з коропом додаткових риб — карася, лина, хижаків (судак, щука, сом) — давало незначний приріст продукції одночасно суттєво ускладнило виробництво. Рослиноїдні риби зробили полікультуру провідним чинником інтенсифікації рибництва без докорінної зміни біотехніки вирощування коропа у монокультурі. Рослиноїдні риби нині вже дають у середньому 25 % продукції товарного рибництва за помітної тенденції зростання.

Переведення ставового господарства на полікультуру рослиноїдних риб і коропа у південних районах дає змогу подвоїти природну рибопродуктивність і підвищити її у вирощувальних і нагульних ставах щонайменше на 600 — 1000 кг/га, у середній смузі — підвищити продуктивність ставів на 30 - 40 % (300 - 500 кг/га) без практичного збільшення витрат кормів і добрив.

Базуючись на багаторічних спеціальних дослідженнях Н.М. Харитонова розглядає три форми полікультури. У першій з них — алохтонній — основним об'єктом може бути коропа за оптимальної щільності посадки, інтенсивної годівлі та мінерального удобрення ставів, додатковими — білий і строкатий товстолобики і зокрема білий амур (з меліоративною метою). Друга форма полікультури передбачає як основні об'єкти білого і строкатого товстолобиків. При цьому щільність посадки коропа визначається

продуктивними властивостями донної фауни, великих форм зообентосу, а білого амура — вищою водяною рослинністю. Третя форма полікультури може ґрунтуватися на культивуванні амура у ставах, які сильно заростають, чи в господарствах, де можна інтенсивно годувати амура зеленою масою, що надходить у стави із зеленого конвеєра сільськогосподарського виробництва.

Значення окремих видів риби у полікультурі неоднакове. У південних районах провідну роль відіграє білий товстолобик — не менш як 70 % товарної продукції, строкатий товстолобик — не більш як 20 %, білий амур — близько 10 %.

Отже, значне збільшення рибопродуктивності ставів можливе насамперед за рахунок культивування білого товстолобика. Цей вид має бути провідним у полікультурі, а основним засобом спрямованого формування кормової бази при цьому є удобрення ставів. Певне значення мають строкатий товстолобик і гібриди цих видів. Товстолобики відіграють істотну роль у формуванні якості води, відфільтровуючи значну кількість фітопланктону, детриту та іншої органіки (у тім числі й борошнистих частин корму). Вони докорінно змінюють хід продукційних процесів, прискорюють колообіг речовин і енергії в екосистемі, стабілізують гідрохімічний режим, поліпшують санітарний стан водойм і тим самим забезпечують підвищення рибопродуктивності щодо коропа.

Встановлено, що підвищення щільності посадки білого товстолобика меншою мірою позначається на темпі його росту порівняно з коропом. Білому амуру в ставовому господарстві відводиться роль ефективного біологічного меліоратора. Його меліоративні здібності зростають з віком і широко використовуються у боротьбі із заростанням водойм. Разом з тим відмічається пряма залежність природної продуктивності по коропу від величини продуктивності щодо амура. В умовах інтенсивного рибництва білий амур може бути рекомендований лише як додаткова риба до основної вирощуваної культури з метою біологічної меліорації ставів, оскільки за нестачі природних кормів він переходить на живлення комбікормами, трансформуючись у харчового конкурента, який не є ефективним споживачем кормів, а у старшому віці споживання комбікормів білим амуром призводить до його гибелі.

В умовах ставів, де рибництво ведеться за екстенсивною чи напівінтенсивною технологією, білий амур може відіграти певну роль у створенні нових форм полікультури, заснованих на годівлі амура наземною рослинністю й утриманні інших компонентів її на природних кормах.

Чорний амур у ставовому господарстві також є біологічним меліоратором. Споживаючи молосків, — проміжних хазяїнів низки паразитів, він поліпшує епізоотичну обстановку. Комбікорми з низьким вмістом білка чорний амур використовує незадовільно, тому не слід розраховувати на значне підвищення рибопродуктивності за рахунок інтенсивної годівлі чорного амура комбікормами.

Канальний сом як високоцінний об'єкт ставової полікультури перспективний для південних районів країни, але особливу цінність він має для індустріальних теплових господарств, де в умовах оптимізації термічного режиму може забезпечити високу рибопродуктивність у поєднанні з привабливими економічними показниками.

Перспективними об'єктами для водойм різного походження і цільового призначення за відповідних умов поряд з рослиноїдними рибами є веслоніс, піленгас, буфало. Створення в таких водоймах штучних іхтіоценозів, що включають раціональну полікультуру з компонентами, які розглянуті вище, дасть змогу поліпшити якість отримуваної товарної продукції та інтенсивніше використовувати природні кормові ресурси акваторій. Подальше вдосконалення і впровадження у практику полікультури нових об'єктів продукції рибництва забезпечить розширення асортименту вирощуваної риби, підвищення рибопродуктивності й ефективності рибогосподарської експлуатації водних угідь.

На відміну від полікультури монокультура у тепловодному рибництві має тривалу історію і сьогодні поступово втрачає своє значення, що обумовлено суттєвим недовикористанням кормових ресурсів. Монокультура формально передбачає монокорм, а відомо, що склад біопродуктивного потенціалу включає обмежену кількість консументів різного трофічного рівня, які практично не можуть бути раціонально використані одним видом риб, для конкретного виду характерним є і конкретний тип харчування. Монокультура можлива і обґрунтована в умовах індустріального тепловодного рибництва коли використовують конкретні штучні корми, коли має місце фактично прив'язане утримання риби на фоні інтенсивної годівлі.

Достатньо тривалу історію у тепловодному ставовому рибництві мають змішані посадки риби, що ґрунтується на специфіці харчування різновікових груп риб даючи можливість підвищити ефективність використання кормових ресурсів.

При цьому необхідно одночасно враховувати вплив загальної щільності посадки в моно – і полікультурі на стан екосистеми водойм. Зростання щільності посадки, використання органо-мінеральних добрив годівлі риби у поєднанні з продуктами життєдіяльності культивуємих видів риб може перенаситити гідроекосистему органікою. На окислення органічних речовин буде витрачатися великі об'єми кисню наслідком чого не виключений його дефіцит – зниження вмісту кисню розчиненого у воді до критичного рівня і як наслідок заморні явища або асфіксія риб.

Сучасна полікультура не повинна сприйматися фахівцями в якості своєрідного ідеалу, який забезпечує оптимальне використання кормової бази. Достатня чисельність кормових гідробіонтів використовується на рівні далекому від оптимуму, а окремі види гідробіонтів практично не використовуються. Одночасно з цим, у ряді випадків, доцільно змінювати

склад полікультури залежно від конкретних умов, або з метою культивування у складі видів, які привабливі з господарської точки зору.

Критичний погляд на сучасну полікультуру тепловодних ставових рибних господарств орієнтує на пошук нових високопродуктивних видів риб та додаткових об'єктів культивування, що призведе до підвищення ефективності використання гідробіоресурсів та штучних кормів.

Джерелом формування рибопродуктивності штучних водойм з одного боку є безпосередній вплив на природний біопродуктивний потенціал для збільшення чисельності і біомаси відповідних груп кормових ресурсів за рахунок використання органо-мінеральних добрив, що у свою чергу позитивно впливає на кормовий ресурс. Раціональне трансформування додатково утвореного кормового ресурсу в кормову базу, а це у рибопродуктивність тісно пов'язане з оптимальним підбором складових штучного іхтіоценозу, або компонентів полікультури по критеріях видового складу, вікових груп, співвідношення окремих видів у складі штучного іхтіоценозу.

Враховуючи досить специфічну біологію класу риб і безпосередньо культивуємих видів доцільно акцентувати увагу і наголосити на тому, що процес масонакопичення відповідних компонентів штучного іхтіоценозу залежить від абіотичних параметрів середовища і безпосередньо пов'язаний з рибопродуктивністю.

Вище детально розглянута теоретична складова джерела водопостачання у поєднанні проблеми організм і середовище, а у практичному плані доцільно нагадати про матеріали, які пов'язані з меліорацією штучних акваторій.

Відповідні абіотичні параметри середовища джерела водопостачання у поєднанні з відповідними меліоративними заходами і стимуляцією розвитку кормових гідробіонтів за рахунок органо-мінеральних добрив створюють об'єктивні передумови для подальшого нарощування рибопродуктивності. Саме за наявності зазначеного комплексу умов доцільно використовувати комбікорми з урахуванням виду риб, їх статі і віку, на фоні сезонів року і в першу чергу температури води при наявності інших умов, які регламентуються галузевими стандартами.

Рибопродуктивність природних іхтіоценозів залежить від якісних і кількісних показників біопродуктивного потенціалу, складовою частиною якого є кормовий ресурс, у складі якого є відповідні харчові гідробіонти. Доступні розрахунки дозволяють отримати інформацію відносно певних видів кормових гідробіонтів, їх складу чисельності і біомаси з урахуванням Р/В коефіцієнтів. Знаючи характер живлення конкретних видів риб, вікові особливості живлення, кормові коефіцієнти гідробіонтів – об'єктів живлення, можливо отримати об'єктивне уявлення відносно потенційних можливостей кормового ресурсу при оптимізації видового складу природного іхтіоценозу.

Виходячи з цього і використовуючи селективність знарядь лову необхідно створити відповідні протекції для видів риб, які здатні трансформувати біомасу недостатньо використовуваних гідробіонтів у іхтіомасу видів риб, які бажані у складі промислової іхтіофауни. Використовуючи теоретичні роботи цього спрямування доцільно, за рахунок меліоративних заходів, суттєво покращити умови відтворення і нагулу молоді перспективних видів риб, що є основою перспективи промислу.

Розглядаючи природні іхтіоценози доцільно в цілому наголосити на тому, що риба є природним ресурсом, якій здатний до відтворення. За умов раціонального промислу, оптимізації абіотичних параметрів акваторій, система здатна функціонувати практично вічно. Спираючись на філософську концепцію відносно вічного необхідно враховувати динамічну флуктуацію по сезонах, роках, тривалих періодах, яка опосередковано впливає не руйнуючи у тривалому вимірі характерну загальну рибопродуктивність.

Одночасно з розглянутим, катаклізми природного або антропогенного походження можуть руйнувати сталий іхтіоценоз, наслідком цього спостерігаються незворотна форма зменшення рибопродуктивності водойм.

Володіючи розглянутими теоретичними особливостями, за умов їх практичного використання, дають реальні важелі збільшення чисельності і біомаси кормових гідробіонтів, що у поєднанні з їх доступністю відповідним видам риб, забезпечить можливість управління рибопродуктивністю акваторій, які мають рибогосподарське значення.

Впливовою складовою підвищення рибопродуктивності природних і трансформованих акваторій є інтродукція цінних видів риб, але це є реальним виключно при наявності відповідних наукових обґрунтувань і розглядається у певному розділі, який викладено нижче.

Відносно класичних рибних господарств базою яких є відповідні стави, у певних випадках дрібні водосховища інтродукція цінних видів риб здатна суттєво підвищити рибопродуктивність за рахунок розширеного і поглибленого використання кормових ресурсів.

Господарсько цінні біологічні об'єкти у рибогосподарських водоймах є бажаними компонентами аквакультури. Залежно від приналежності акваторій це можуть бути інші види риб, об'єкти, які культивуються в морській воді, об'єкти які культивуються в прісній воді, об'єкти які культивуються у солонуватій воді. За об'єкти культивування можуть правити представники флори і фауни за принципом монокультури або полікультури. Перспективним напрямом покращення харчових умов відповідних іхтіоценозів є інтродукція харчових гідробіонтів, які покращать раціон культивуємих видів риб.

При використанні іхтіоценозів у повністю регульованих умовах відповідних ризничих підприємств, що є можливим без рибничо-біологічного обґрунтування, за умов теоретичної обґрунтованості може бути досягнуто суттєве збільшення рибопродуктивності. Враховуючи можливості як

негативного, так і позитивного впливу вселення певних представників іхтіофауни та кормових гідробіонтів для відповідних видів риб, необхідно керуватися певними науковими розробками у складі яких, поряд з технологічними складовими повинен існувати розділ присвячений прогнозам іхтіопатологічної ситуації.

Питання для самоперевірки до розділу 2

1. Основні типи акваторій за походженням та цільовим призначенням.
2. Принципові відмінності формування рибопродуктивності водойм різного типу.
3. Значення та основні компоненти меліорації акваторій.
4. Основні типи добрив та особливості їх використання у меліоративних заходах.
5. Класифікація кормів та їх характеристика.
6. За якими параметрами оцінюється харчова цінність кормів?
7. Способи підвищення повноцінності кормів.
8. Особливості годівлі риб різних видів.
9. Особливості використання полікультури.

3. ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДГРУНТЯ АКЛІМАТИЗАЦІЇ ГІДРОБІОНТІВ ЯК МЕТОД УПРАВЛІННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РИБОГОСПОДАРСЬКИХ ВОДОЙМ

Проблема акліматизації тривалий час йшла по шляху накопичення інформації по окремих представниках флори і фауни. Поступово вузько спрямовані роботи увійшли до складу наукових монографій, які присвячені різним таксонам організмів рослинного і тваринного світу, але не мешканцям водного середовища.

Тільки у другій половині ХХ століття видатний вчений, класик теорії і практики акліматизації водних організмів А.Ф. Карпевич видала фундаментальну монографію, яка і сьогодні є сучасною і актуальною, основа і структура тексту базується на монографії, яка наведена вище.

Світовий досвід акліматизації має тривалу історію яка тісно пов'язана з філогенезом флори і фауни, становленням людства. Протягом тривалої історії фахівці, керуючись достатньо довільними критеріями, диференціюють на стадії, етапи, періоди, формації. Об'єктивно, незалежно від існуючого розподілу, людина виходячи з особистої природи повинна мати завжди максимально можливі обсяги рослинної і тваринної продукції, б що дає можливість виключити свою залежність від примх погодних умов відповідних років.

Бажання людини забезпечити свою залежність від врожайності дикоростучих рослин, доступної чисельності об'єктів полювання поступово

привело від збору їстівних рослин до рослинництва і від полювання до тваринництва, що супроводжувалося процесами доместикації – формування сортів рослин і порід тварин. Розглянута концепція в практичному плані була розглянута у часі і просторі, характеризувалася достатньою специфічністю і своєрідністю відносно до особливостей відповідного етносу, релігійної спрямованості на фоні характерних природно – кліматичних факторів регіональних особливостей планети.

Протягом тривалого часу наочна, переважно стихійна акліматизація, була орієнтована на залучення всього кращого до процесу культивування в межах досяжності. В окремих випадках цей принцип спрацьовував, рослини і тварини – мешканці інших регіонів адаптувалися в нових природно – кліматичних зонах, ставали новими об'єктами культивування, приймали участь у створенні порід тварин та сортів рослин.

При цьому доцільно акцентувати увагу на тому, що переважна більшість спроб стихійної акліматизації завершувалася поразкою, а людство отримало масу негативних результатів таких дій. Аналіз спроб стихійної акліматизації флори і фауни показав не тільки її безперспективність, а й суттєву шкідливість, яка проявила себе в багатьох випадках, погіршення умов існування аборигенів, які показали наявність суттєвих протиріч у міжвидових відносинах.

Така діяльність людства, яка на практиці демонструвала позитивне бажання і отримувала негативні результати була сприйнята суспільством як «метод проб і помилок», який логічно сформував у ХХ столітті негативне відношення до такої практики. Виникла об'єктивна необхідність у створенні теорії акліматизації, як методики підвищення біопродуктивності рослин і тварин в природних і штучних умовах.

Сучасні дослідження флори і фауни переважно пов'язані з наземними рослинами і тваринами, відносно до гідробіонтів сьогодні зроблено дуже мало і це на фоні достатньо великих можливостей, які пов'язані з загальною площею акваторій нашої планети.

Розробка теорії акліматизації в цілому і особливо гідробіонтів не є можливою без визначення специфічної термінології, яка є логічною основою будь якої науки, а акліматизація не є виключенням.

У переважній більшості випадків з корективами на тривалість життя конкретних видів гідробіонтів, акліматизація відносно тривалий процес, який можна розглядати в якості певних параметрів або рівня глибини самого процесу в часі і в просторі.

По А.Ф. Карпевич акліматизація – єдиний процес пристосування інтродуційованих особин. Їх нащадків до нових умов середовища, а також формування в них нової популяції виду на основі обмеженого генофонду під впливом природного відбору. При цьому під дією природного відбору в біології і морфо – фізіологічному статусі наступних поколінь нащадків переселенця виникають зміни.

Аналізуючи погляди провідних вчених на послідовність і глибину процесу акліматизації звертає на себе увагу різноманітність оцінки цього процесу і специфіка диференції. Ця особливість підходу до теоретичних складових процесу акліматизації була узагальнена у фундаментальній монографії А.Ф. Карпевич і запропонована у вигляді фаз, які базуються на кількісних і якісних критеріях.

I фаза демонструє здатність вижити в нових умовах існування, або свідчить про те, що особини успішно пройшли фізіологічну адаптацію і акліматизацію.

II фаза передбачає варіант відтворення у нових умовах і початок формування популяції.

III фаза часто розглядається як своєрідний «вибух» і характеризується максимальною чисельністю переселенця.

IV фаза представлена загостренням протиріч переселенця з біотичним середовищем.

V фаза характеризує наявність ефекту натуралізації. При цьому типовим є те, що IV і V фази акліматизації пов'язані тісними взаємовідносинами з аборигенами. В той час коли попередні фази демонструють домінування абіотичних факторів в процесі акліматизації.

Теоретичні основи акліматизації риб передбачають сталу інформованість з конкретизації змісту спеціальної термінології. Керуючись цим постулатом вважаємо за доцільне запропонувати читачеві сучасні розповсюдженні терміни і їх лаконічне тлумачення, адаптоване до гідробіонтів.

В цьому зв'язку за Н.А. Базилевскою термін інтродукція передбачає вселення нових видів в існуючу систему природного ареалу, де ці види до цього часу не зустрічалися. На відміну від інтродукції акліматизація Л.А. Зенкевичем є існування, розвиток виду раніше не зустрічаємого в нішах нового для нього ареалу. При цьому наголошено на тому, що акліматизація може здійснюватися у природному середовищі і умовах культивування, що має особливе значення для рибництва і передбачає адаптацію. Логічно зрозумілим є процес акліматизації, але його складовою безумовно існує попереднє вселення, яке передбачає переніс особин видув нове середовище, яке мало відрізняється від попереднього мешкання. При цьому не спостерігається мінливість переселенця, що можливо констатувати на завершальній стадії акліматизації.

Найвищою фазою акліматизації, або кінцевою фазою акліматизації гідробіонтів, як вважають відомі фахівці А.Ф. Карпевич, Е.В. Бурмакин є натуралізація, коли вселенець пристосувався до нових умов існування, визначилася екологічна ніша та взаємозв'язок з аборигенами, сформувалася динамічна рівновага, з'ясувалися можливості промислового використання.

В процесі акліматизаційних робіт спостерігається ситуація, яка не забезпечує досягнення ефекту натуралізації і має незавершений характер і

потребує для завершення безпосереднього втручання людини. Такий стан акліматизаційних робіт отримав назву поетапна акліматизація. Втручання людини в стан акваторій природного та штучного походження призводить у переважній більшості випадків до прямого або опосередкованого впливу на абіотичні та біотичні параметри середовища, негативний вплив може мати акумулятивний характер, але кваліфікація процесу не є принциповою, негативні наслідки однозначні. За таких обставин в першу чергу випадають з природного ареалу стенобіонти, що визначається низьким рівнем екологічної валентності та діапазону толерантності. В цьому зв'язку, поряд з акліматизацією доцільно розглянути термін «реакліматизація», який передбачає інтродукцію особин певного виду з метою відновлення його популяції в межах природного ареалу, в якому цей вид за певних причин зник.

Серед існуючих термінів в теорії акліматизації певного розповсюдження отримало поняття аутоакліматизація, що свідчить про довільне вселення відповідних видів без участі людини, які продемонстрували факт акліматизації і натуралізації в певній водоймі.

Переважає більшість представників фауни акваторій планети Земля перебувають у виключно специфічних умовах і значною мірою по багатьох складових залежать від середовища, яке не є однорідним, що чітко демонструє географічне розповсюдження представників гідрофауни у часі і просторі. Виходячи з викладеного стає зрозумілим значення з'ясування дії і взаємодії абіотичних і біотичних факторів середовища на властивості водних організмів під час їх акліматизації. При цьому потрібно пам'ятати, що діяльність людини пов'язана з постійним впливом безпосередньо або опосередковано на природні гідроекосистеми, що змінює якісні і кількісні параметри акваторій і саме тому як флора так і фауна вимушена демонструвати генетично обумовлені рівні здатності до відповідної толерантності та екологічної валентності, які обумовлюють відношення мешканців акваторій до стенобіонтів та еврибіонтів.

Розглянута концепція не залишає сумніву відносно значення зовнішнього середовища і специфіки гідробіонтів під час їх акліматизації. Виходячи з того, що акліматизація – адаптація організмів до нових умов існування, доцільно наголосити на тому, що в цьому процесі провідними є жива компонента складовою якої може бути окремий організм, популяція, вид з типовими особливостями на фоні середовища, яке здатне демонструвати своєрідні особливості по кількісним і якісним параметрам.

З викладеного логічно витікає, що для теорії і практики акліматизації та відносно іхтіофауни безпосередньо провідне значення має якість вибору об'єкту переселення і глибина обґрунтованості оцінки придатності нових умов для конкретного виду.

Як правило для акліматизаційних робіт особини відбираються з невеликої популяції, що передбачає розрив з природним середовищем і

встановлення нових зв'язків у акваторії, яка передбачена для акліматизанта.

Акліматизанти потрапляють у незвичне, часто принципово нове середовище і зустрічаються з новими для себе якісними і кількісними параметрами цього середовища. При такій ситуації від виживаності акліматизантів залежить подальше становлення виду в новому ареалі. Така можливість може бути реалізована виключно за умов, коли виживаність акліматизантів буде базуватися на відповідності провідних елементів середовища, необхідних для нормального обміну речовин.

Відомо, що процес утворення органічної речовини – загальна закономірність, яка базується на взаємодії продуцентів і консументів різного трофічного рівня. Функцію продуцентів виконують зелені рослини, а функцію консументів організми тваринного походження. В цьому зв'язку доцільно розглянути вплив елементів середовища на обмін речовин рослин і тварин. У свою чергу загальновідомо, що зелені рослини в процесі обміну речовин використовують компоненти неорганічного походження, утворюючи первинну органічну продукцію.

Виходячи з цього, для забезпечення процесу фотосинтезу, необхідним є вуглець (у вигляді відповідного газу), а для живлення, накопичення маси, відтворення потрібні в першу чергу біогени – азот, фосфор, низка мікроелементів з яких провідні залізо, кремній, марганець, магній, мідь. В процесі живлення водні рослини використовують елементи у вигляді хімічних сполук розчинених у воді (нітрити – NO_2 , нітрати – NO_3 , фосфати – P_2O_5 , PO_4). Для нормалізації осмотичного тиску рослинам потрібні солі натрію (NaCl), калію (KCl), кальцію (CaCO_3 , CaSO_4), магнію (MgCO_3) і багато інших. Концентрації елементів в акваторіях мають динамічний характер демонструючи певну астатичність, що може лімітувати накопичення біомаси, ріст, відтворення, інші аспекти життя водоростей. Організми тваринного походження не так чітко залежать від неорганічного оточуючого середовища у порівнянні з рослинами. Одночасно вони значно залежніше рослин від необхідних для їхнього обміну елементів.

На відміну від теплокровних тварин, яким достатньо кисню, холонокровним водним тваринам крім кисню розчиненого у воді для підтримки енергетичного обміну необхідні солі для осморегуляції, все інше по аналогії з теплокровними тваринами вони отримують з їжею. Але на відміну від теплокровних тварин, риби та безхребетні можуть протягом тривалого часу залишатися без їжі, за умов наявності відповідного вмісту кисню розчиненого у воді і термічного режиму характерного для певного виду. Невідповідність цих положень призводить до летальних наслідків у стислі терміни. Аналогічна ситуація простежується у випадках різного коливання мінералізації води, за умов порушення осморегуляції.

Розглядаючи питання хімічного складу їжі в плані обміну речовин і енергії необхідно наголосити на тому, що за характером споживання певних продуцентів і консументів різного трофічного рівня риби демонструють

наявність виключно широкого діапазону харчових організмів залежно від виду, віку, концентрації кормових гідробіонтів, фізіологічного стану, пори року та багатьох абіотичних факторів середовища, що є типовим для пойкилотермних тварин.

Не ігноруючи наведеного вище, доцільно наголосити на тому, що за умов інших рівних факторів, провідний вплив на обмін речовин гідробіонтів має хімічний склад харчового раціону. Саме хімічний склад раціону в який входять відповідні кормові гідробіонти забезпечує енергетичний, пластичний, генеративний обмін – дихання, ріст, відтворення.

Їжа гідробіонтів в широкому сенсі – біохімічна складова, яка задовольняє фізіологічні потреби і біологічна складова, яка передбачає доступність кормових гідробіонтів. Закономірно, що риби використовуючи в їжу відповідні гідробіонти в межах природного ареалу, отримують повноцінну їжу, яка і забезпечує нормальний білковий, ліпідний, вуглеводний обмін. При переселенні за межі природного ареалу склад кормових гідробіонтів повинен задовольняти фізіологічні вимоги переселенців. Вимушена зміна хімічного складу раціону в нових умовах може забезпечити суттєвий вплив на фізіолого-біохімічні процеси і як наслідок на окремі біологічні особливості виду в умовах нового ареалу.

Знання хімічного складу їжі у зв'язку з обміном речовин і енергії реалізується на фоні факторів середовища, може значною мірою корегуватися як абіотичними так і біотичними факторами.

Провідні абіотичні фактори представлені в першу чергу загальними фізико-хімічними складовими і серед них провідними є температура води, сонячна радіація, характер ґрунтів, течії, коливання рівня води, глибини, площа акваторій і конфігурація берегової лінії. Провідні біотичні фактори, які впливають на ефективність акліматизації пов'язані з доступністю кормових гідробіонтів, рівнем харчової конкуренції з представниками туводної гідрофауни, пресу хижаків, складу паразитофауни, хвороби інфекційного походження.

Розглянуті негативні і позитивні фактори представлені абіотичною і біотичною складовою акваторій, не скидаючи ризиків антропогенного походження, переконливо свідчать про те, що з одного боку значення хімічного складу їжі для обміну речовин і енергії гідробіонтів має виключне значення, а з другого боку саме потрапляння відповідної їжі в організм риб залежить від багатьох компонентів, що необхідно враховувати при акліматизаційних роботах.

Керуючись об'єктивною необхідністю доцільно визначитися з термінологією, яка пов'язана з адаптацією в процесі акліматизації.

Переважає більшість теоретичних і рибничо-біологічних обґрунтувань в галузі акліматизації певною мірою спирається на реалії адаптації особин, популяцій та видів, що значною мірою забезпечує успіх акліматизації. Адаптації тісно пов'язані з демонстрацією особинами існування в певному

діапазоні відповідних факторів. Кількісні критерії відповідних факторів мають певний діапазон для конкретних особин, популяцій і видів, а це у свою чергу свідчить про наявність організмів еврибіонтів. Поряд з викладеним, для сприйняття процесу адаптації доцільно розглянути здатність організмів демонструвати пластичність, або екологічну пластичність – здатність певних організмів виживати в умовах певних змін навколишнього середовища.

В процесі філогенезу пластичність організмів виступала в якості підґрунтя еволюції і завдячуючи природному відбору мала цілеспрямований характер у напрямі вдосконалення видоутворення. Як відомо компоненти живої природи здатні до репродуктивності, забезпечуючи відтворення.

Одночасно з чим особини кожного виду здатні демонструвати можливість існування в певних межах динамічних параметрів середовища завдячуючи пластичності, пристосовуватися або адаптуватися до розглядаємих явищ. Ступінь пристосування особин обумовлена їх пластичністю і обмежена на генетичному рівні, а реакція особин у свою чергу обмежена рівнем фізіологічної пластичності.

При узагальненні проблематики доцільно у спрощеному вигляді запропонувати коротку інформацію – перелік головних факторів середовища з якими контактують особини і демонструють адаптації в процесі акліматизації: сольові адаптації, температурні адаптації, адаптації до реагентів, способів їх дії та концентрацій, адаптація особин до екстремальних значень елементів та факторів середовища. Виходячи з цього та спираючись на вищевикладене акцентуємо увагу на тому, що адаптивність особин, популяцій, видів залежить від спадковості, рівня консервативності, фізіологічної пластичності, стадій і етапів розвитку, характеру реагенту та його концентрації.

Визначаючи і узагальнюючи сутність терміну адаптація необхідно дати відповідне формулювання, яка може об'єктивно описувати процес і забезпечуючи лаконічність.

Адаптація – позитивний результат проявлених адаптивних особливостей при взаємодії зі змінним середовищем.

Розглянуті складові теорії і практичним аспектом адаптації, виступають в якості умови принциповій можливості акліматизації, а сама адаптація є першим етапом або першою фазою акліматизації в цілому і безпосередньо гідробіонтів. Виходячи з викладеного ми можемо вважати, що неспішне і поступове проходження першого етапу свідчить про відповідність фізико – хімічних і гідробіологічних параметрів середовища біологічним особливостям інтродуцентів.

При цьому фахівці фактично отримують попередню інформацію відносно вірогідності відтворення і виживання першого покоління в нових умовах та перспективності формування нової популяції. Популяції в свою чергу можуть бути представлені короткоциклічними і довгоциклічними видами. Встановлено – чим коротше біологічний цикл виду, тим вище темп

пристосування до нових умов, темп мінливості та формування популяції нового виду за межами природного ареалу, що у середньотерміновій перспективі, з урахуванням біології виду забезпечить успішну акліматизацію і натуралізацію. Формування популяції видів з тривалим, довго циклічним періодом розвитку значно складніше. Процес протікає повільно, адаптація формується тривалий період, а мінливість може бути відстежень через ряд поколінь.

Виходячи з біологічних особливостей риб з коротким життєвим циклом і тривалим життєвим циклом процес акліматизації можна вважати завершеним тільки після встановлення факту регулярного відтворення особин нової популяції і що має виключне значення – формується нова популяція, яка нормально перенесла крайні коливання спостерігаємих відповідних критичних факторів в новому середовищі існування. Доцільно наголосити, що у певною мірою культивуємих особин формуються всі життєво необхідні зв'язки з оточуючим середовищем. Поряд із тим, за умов коли є хоча один фактор відхилення від норми то у переселенців виникають нові реакції, виникають нові адаптації, що у свою чергу призводить до посилення еколого-фізіологічної та морфологічної мінливості особин. За таких умов нові популяції переселенців виступають в якості матеріалу для природного відбору.

Нарощування чисельності видів у складі популяції за рахунок ряду генерацій викликає напруженість між акліматизантом і біотичним оточенням. Виникають вороги, конкуренти, хвороби, знищуються слабкі і неадаптовані особини. Фактично під дією природного відбору здійснюється формування нової популяції акліматизанта в нових умовах, а природний відбір виступає в якості рушійної сили впливаючи безпосередньо на процеси адаптації і мінливості акліматизанта. Адаптації і мінливість нової популяції у свою чергу можуть призвести до підвищення інтенсивності протікання фізіолого-біохімічних процесів, що буде стимулювати накопичення маси, збільшення лінійних розмірів, прискорювати досягання статевої стиглості, сприяти підвищенню коефіцієнтів вгодованості, що поєднується з покращенням показників промислу.

Розглядаючи пристосування та мінливість видів доцільно наголосити на тому, що на думку провідних фахівців весь тягар і небезпека перепадають безпосередньо на нових особин, які опиняються в нових умовах і є фундаментом формуємої популяції, а вид практично виключений з процесу, залишаючись в межах природного ареалу, є пасивним донором об'єктів акліматизації. Поряд із цим попередні, до початку акліматизації відповідні дослідження орієнтують на вибір особин з перспективних популяцій в межах природного ареалу які є основою формування молодого популяції за межами природного ареалу. Поряд з викладеним пасивна роль виду в процесі акліматизації є достатньо умовною. При визначенні вибору об'єкту для переселення виходять з його консервативних якостей, що дозволить

акліматизанту зберегти риси і товарні якості, що є причиною розширення ареалу. В зв'язку з акліматизацією, особливо в умовах культивування, певний інтерес викликає гібридизація, що вимагає відповідного визначення відносної специфіки цього явища.

Виходячи з того що вид несе у собі високій рівень консервативності, а така особливість у ряді випадків стримує або унеможлиблює акліматизацію у принципі певний інтерес викликає гібридизація..

Для пом'якшення або виключення гальмуючого акліматизацію фактору певної консервативності при роботі з відповідними видами дають перевагу особинам з трансформованим генотипом, з послабленими ознаками спадковості. Такими особинами можуть бути гібридні форми, що обумовлено вищим рівнем еврибіонтності, яка базується на підвищених адаптивних можливостях. Відомо, що в природних умовах гібридизація є достатньо розповсюдженим явищем серед іхтіофауни про що свідчать природні гібриди осетрових, оселедцевих, лососевих, корошових, камбалових. Повертаючись до історичних складових відомо, що людина здавна стихійно і цілеспрямовано, в процесі доместикації, проводила штучну гібридизацію стикаючись з негативними і позитивними результатами, але в процесі тривалого штучного відбору сформувалася можливість завершити процес доместикації і створити породні групи і породи риб. Результатом поєднання тривалого досвіду і сучасного теоретичного обґрунтування сформовано концепцію гібридизації, яка представлена двома класичними напрямками. В якості широкого напрямку в процесі акліматизації сьогодні розглядається природна гібридизація в акваторіях куди інтродуційовані особини певного виду, які досягли статевої стиглості і прийняли участь у нересті з особинами видів аборигенної іхтіофауни. В якості другого напрямку в процесі акліматизації розглядається штучна гібридизація – цілеспрямована діяльність людини в процесі доместикації, яка орієнтована на покращення рибогосподарських якостей об'єктів культивування. Сучасна акліматизація в ряді випадків будується на синтетичному принципі, якій передбачає поєднання компонентів першого і другого напрямків. При такій орієнтації потенційний акліматизанта може проходити певний період акліматизації в штучних умовах де досягати статевої стиглості від нього отримують статеві продукти з використанням різних видів риб, а нащадки такої гібридизації в якості інтродуцентів використовуються для зариблення рибогосподарських акваторій штучного і при наявності відповідного обґрунтування, природного походження.

В переважній більшості акліматизаційних робіт на штучних акваторіях процес фактично пов'язаний з пасовищною формою рибництва і не передбачає повної акліматизації і натуралізації, забезпечуючи господарський ефект. На відміну від цього, при орієнтації на ефект натуралізації в природних акваторіях вірогідною в певних випадках складовою може бути короткотермінове або тривалотермінове витримування акліматизанта в

штучних умовах з метою натуралізації, профілактичної обробки, зняття стресу, вирощування до життєстійких стадій. Не виключається формування групи статевозрілих особин з наступною інтродукцією нащадків в природні і штучні гідроекосистеми. При цьому не виключено, що ефект відтворення в нових умовах може і не бути досягнутим.

Розглядаючи вид під відповідним кутом доцільно орієнтуватися на те, що вид є своєрідним продуктом еволюції, який формується в процесі тривалого філогенезу на фоні взаємодії мінливості і консервативності саме тому така біполярність фігурально кажучи штовхала вид в процесі еволюції с одного боку до максимального розширення ареалу, а з другого боку до перешкоди такій тенденції – збереження постійного сталого ареалу. При цьому в природі є види в яких перемагає активна складова, а є види в яких домінує пасивна складова, що визначає формування певних видів в процесі філогенезу.

Пасивна домінанта притаманна ендемікам туводними видами, активна домінанта представлена напівпровідними і прохідними видами. Освоєння великих акваторій певними видами вимагає підвищеної екологічної пластичності, здатності швидко збільшувати чисельність популяції і утворення суттєвих біомас організмів певного виду . Узагальнюючи цей своєрідний вступ у розділ доцільно акцентувати увагу на тому, що не всі організми здатні однаково до розселення. Таким чином стає зрозумілим, що не всі організми мають однакову здатність до розселення, а це впливає на перспективність їх акліматизації, що необхідно враховувати спираючись на сучасну теорію і практику.

Теорія і практика акліматизації риб переконливо свідчить про наявність певних внутрішніх властивостей, які здатні сприяти стрімкому розселенню видів. Такі особливості, або фактори доцільно віднести високу плодючість і виживаність нащадків, особливо в ранньому онтогенезі. Наявність певних особливостей швидко призводить до високої насиченості особин певного виду на одиниці об'єму або площі. Наслідком утворення такої ситуації є створення дефіциту кормових гідробіонтів для відповідних видів риб. Саме обставина дефіциту їжі штовхає особин конкретних видів на пошук нових кормових угідь стимулюючи і спрямовуючи процес освоєння площ нових акваторій. Завдячуючи харчовій пластичності не виключений перехід на нові кормові гідробіонти. Викладене пояснює певною мірою внутрішні властивості риб, які сприяють розширенню ареалів видів.

Поряд з цим необхідно враховувати мінливість і адаптивність, які у свою чергу стимулюють розширення. Потенційні, але до певного часу не реалізовані еколого-фізіологічні особливості видів сприяють їхньому просуненню в нові райони і закріпленню на нових місцях.

Внутрішні властивості видів можуть розглядатися як стимулюючі в плані обмежуючого фактору розселення і це в першу чергу консервативність. Генетично закладена консервативність видів демонструє себе не тільки в

формі генетичних, але одночасно фізіологічних обмежень, що забезпечує відповідну етологію. Контакт виду з новим якісним і кількісним середовищем за відповідними показниками виступає в якості своєрідної екологічної перешкоди, перетнути яку можуть види з достатньою екологічною валентністю.

До факторів, які суттєво обмежують розселення доцільно віднести високу вимогливість багатьох видів риб до умов відтворення, що пов'язано з достатньо вузькими адаптаційними властивостями статевозрілих особин і молоді в ранньому онтогенезі, що необхідно враховувати при виборі потенційного акліматизанта.

Узагальнюючи викладене зрозуміло, що зовнішні фактори, які сприяють розселенню видів можуть бути представлені за походженням в якості абіотичних і біотичних. До абіотичних факторів, на чому вже акцентували увагу, можуть бути віднесені фізико – хімічні параметри середовища, течії, хвильові явища, ґрунти, рельєф берегової зони, астатичність термічного і сольового режиму, всі інші не біологічного походження. До біотичних факторів можуть бути віднесені наявність вільних екологічних ніш, мала населеність біоценозів видами, суттєві резерви кормових гідробіонтів, невисокий рівень конкуренції або повна відсутність такої, відсутність або малочисельність потенційних ворогів. За таких умов акліматизанти не стикаються з біологічним супротивом і м'яко приживаються в нових умовах.

Поряд з цим існують антропічні або антропогенні фактори, які здатні безпосередньо, або опосередковано впливати на процес формування, як абіотичних так і біотичних факторів середовища.

Зовнішні фактори та перешкоди в процесі розселення і акліматизації риб однакові з тими що одночасно стимулюють цей процес, але їх кількісні і якісні показники мають критичні рівні для конкретних видів риб. До таких треба віднести: фізичні географічні, хімічні, кліматичні і біотичні перешкоди, але домінуючими є географічні і кліматичні.

Для теорії і практики акліматизації виключний інтерес представляють акваторії, які перебувають у тривалій ізоляції. Для таких водойм характерним є обмежене представництво, що типово для складу іхтіофауни серед якої домінують ендеміки. В таких акваторіях, як правило, збіднені іхтіоценози, що на фоні незавершених харчових ланцюгів відкриває суттєві можливості для акліматизації окремих видів і штучному формуванні іхтіоценозів. До початку акліматизаційних робіт на таких акваторіях важливо мати вичерпну інформацію відносно виникнення ізоляції, збіднення флори і фауни і безпосередньо видового складу риб, що передбачає вивчення впливу ізоляції на формо – та видоутворення і роль «ізолятів» в процесі акліматизації.

Розглядаючи виникнення такого явища, як ізоляція необхідно наголосити на тому, що в історичному плані це в першу чергу пов'язане з геологічними процесами планетарного масштабу, які протягом тривалого

періоду призвели до змін конфігурації водного середовища первинних гідроєкосистем на фоні руху земної кори, що призвело до утворення сучасної конфігурації материків, океанів, морів, річкових систем і озер.

В багатьох районах світу виникли, під дією викладеного вище, ендеміки – види типові виключно для даної області або водойми, що призвело до утворення своєрідних біоценозів складовою частиною яких є іхтіофауна. На відміну від інших в європейській частині світу великий, корегуючий вплив на перерозподіл, переважно збіднення іхтіофауни, утворення ізолятів відігравав той процес, який пов'язаний з тривалим льодовим покривом і наступним рухом льодовиків.

Геологічні процеси в планетарному масштабі, рух майбутніх материків, зміна конфігурації води і суші на фоні зміни якісних і кількісних параметрів середовища активно, але поступово, протягом тривалого часу, штовхало види на шлях дивергенції. Види, попередньо до розглядаємого процесу, мали єдине походження, але в умовах ізоляції розвивалися самостійно. Віднесені у віддалені геологічні епохи опинились в умовах ізоляції продемонстрували здатність до утворення нових форм, підвидів, видів, інших таксонів, адаптованих до змінених умов існування.

Розглядаючи вплив ізоляції на формо - та видоутворення, значення «ізолятів» для акліматизації доцільно наголосити на тому, що при акліматизаційних роботах, при пошуку перспективних акліматизантів, треба ретельно опановувати філогенез перспективних таксонів і спираючись на об'єктивні критерії відбирати особин з урахуванням еволюційних процесів планетарного масштабу, що забезпечило тривалий природний відбір, який забезпечив можливість штучного відбору для цілей акліматизації.

Ефективність акліматизації значною мірою залежить, а в певних випадках домінантна умов – правильний відбір рекрута з урахуванням стадії його розвитку при використанні для інтродукції. В цьому зв'язку принципи і методи відбору форм для акліматизації та аквакультури набувають виключного значення.

Вибір виду доцільно розглядати в якості першого етапу теоретичної бази підготовки, керуючись принципами акліматизації. Практичний акцент підходу до вибору інтродуцента визначається сучасними поглядами на сутність інтродукції і рибогосподарськими цілями, які передбачаються, бажані в якості результату. В залежності від цілей інтродукції – поетапна акліматизація, доместикація, натуралізація в природній акваторії яка виступає в якості реципієнта, вимоги до рекрута будуть різні. Виходячи з викладеного процесу певну систему, яка може трансформувати залежно від цілей акліматизаційних робіт.

- Інтродукція з метою натуралізації може мати різні якісні параметри, залежно від особливості акваторій.
- Акліматизація видів можлива в місцях, які не відрізняються за умовами життя від водойми – донора;

- Акліматизація видів можлива в трансформованому середовищі і будується на адаптаційних можливостях особин, що в результаті акліматизації може призвести до фізіологічних, загально біологічних змін організму і популяції;
- Акліматизація принципово реальна але вона носить поступовий, переважно тривалий характер, простежується у ряді поколінь за рахунок природного відбору особин, які під впливом нового середовища сформували морфо – фізіологічні особливості, характерні риси, які відіграють вирішальну роль для формування популяції.

Керуючись запропонованою теоретичною концепцією, залежно від цілей і завдань, здійснюється вибір методу до відбору форм з метою переселення. При роботах, які передбачають доместикацію, підхід до акліматизації носить певною мірою інший характер.

Попередньо розглядалася ситуація коли рекрут певної стадії розвитку інтродукувався у нову водойму і повинен був адаптуватися на відповідному рівні до аналогічних умов, або умов, які різною мірою відрізняються від материнської водойми. При орієнтації на доместикацію, гібридизацію порідних груп і порід фахівці орієнтуються з одного боку на адаптаційні можливості акліматизанта, а з другого боку передбачають можливість створення штучного середовища, яке буде відповідати певною мірою біологічним особливостям рекрута.

Керуючись викладеним доцільно акцентувати увагу на тому, що існують загальні принципи акліматизації і особливості акліматизації, які суттєво впливають на теоретичне підґрунтя і практику акліматизації залежно від кінцевого цільового призначення.

Виходячи з теорії і практики акліматизації доцільно сформулювати класичні положення, які узагальнюють запропоновану інформацію.

Промислово – господарська акліматизація. Передбачається повно циклічна акліматизація відповідних видів риб в природних водоймах з наступною натуралізацією і промисловим використанням.

Аквакультурна акліматизація. Акліматизація з метою використання в якості об'єкта ставових рибних господарств, для вирощування в природних водоймах до певних стадій розвитку або етапів життєвого циклу.

В цьому зв'язку практика принципово розглядає можливість, у певних випадках, комбінувати класичну акліматизацію з аквакультурою. При цьому певну підготовку до безпосередньої акліматизації виконує людина в штучних умовах. Після завершення підготовки в штучних умовах акліматизанта випускають в природні або трансформовані умови і саме тут послідовно протікають наступні етапи акліматизації.

Акліматизація значною мірою є технологічним процесом, якій передбачає певні методи роботи і в цьому зв'язку доцільно їх розглянути.

Пасивний метод. Орієнтований на пасивну роль людини, його участь у процесі передбачає вибір об'єкту і його перенесення в нову водойму. В певних випадках це фактично відбір особин з риборозплідників. Все інше в

процесі акліматизації покладено на взаємодію інтродуцента і середовища.

Активний метод. Передбачає активне втручання людини в процеси виживання і пристосування інтродуцента за рахунок культивування, селекції, гібридизації, охорони, годівлі, підбору місці і часу випуску у відповідні акваторії.

Метод радіальної акліматизації. Практика рибогосподарської діяльності свідчить про те, що позитивні результати акліматизації отримані при створенні маточних стад акліматизанта з наступним розселенням у відповідних водоймах.

Метод ступеневої акліматизації. Передбачає поступовий переніс риб з холодних вод в теплі води або навпаки – з теплих вод в холодні води. Ступенева акліматизація незаперечно полегшує проходження акліматизантом перших етапів акліматизації але отримання стійкої популяції виключаючи дію відбору у наступних поколіннях проблематично.

Склад природної іхтіофауни переважної більшості акваторій представлений своєрідною полікультурою, результатом природного відбору протягом філогенезу, яка на відміну від цілеспрямованої полікультури створеною людиною і є предметом штучного відбору. Природні іхтіоценози акваторій фактично виступають в якості сировинної бази промислу і віднесені до сфери рибальства, а штучно створені іхтіоценози акваторій різного походження і цільового призначення віднесені до сфери рибництва, що суттєво наближує різні напрями рибного господарства одне до одного.

Сумісне існування різних видів риб, відповідний стан їх популяції свідчать про те, що межі екологічної валентності і толерантності у багатьох видів риб близькі за якісними і кількісними характеристиками. Одночасно з цим спостерігається ситуація коли у ряду видів умовно однакові вимоги до фізико – хімічного режиму і близькі спектри живлення, що породжує харчову міжвидову конкуренцію і стримує розвиток відповідних популяцій. При цьому харчова конкуренція достатньо спеціалізована, її гострота простежується на окремих групах гідробіонтів. Одночасно з такими обставинами певні групи гідробіонтів не використовуються туводною іхтіофауною. Спираючись на викладене вище вони є компонентом біопродуктивного потенціалу акваторій, але не виступають в якості кормового ресурсу і не трансформуються у кормову базу. Іншими словами вони не використовуються і не впливають на рибопродукцію природних або трансформованих акваторій де здійснюється промисел, не впливають на рибопродуктивність класичної ставової аквакультури.

Незалежно від того якого походження акваторія, незалежно від її цільового призначення, незалежно волі гідропроєктувальників, будівельників, експлуатаційників кожна акваторія, за окремим виключенням, формує біопродуктивний потенціал. Основою біопродуктивного потенціалу є продуценти і консументи різного трофічного рівня, які при відсутності відповідних видів риб фактично є кормовим ресурсом. Тільки при наявності

певних видів риб, які починають споживати флору і фауну акваторій відбувається трансформація кормових ресурсів в кормову базу риб.

Виходячи з викладеного і спираючись на практичний досвід для ефективного використання біопродуктивного потенціалу в рибальстві і рибництві необхідно мати у відповідних водоймах набір видів, які здатні ефективно використовувати всі складові біопродуктивного потенціалу і продукувати високоякісну продукцію за рахунок кормових гідробіонтів які не використовуються представниками туводної іхтіофауни.

Саме цю практичну проблему здатна вирішити акліматизація за рахунок раціонального використання кормових ресурсів. Але не доцільно спрощувати об'єктивно існуючу ситуацію, вона достатньо складна і вимагає відповідної теоретичної підготовки. Здобутки в галузі акліматизації вагомі, але треба враховувати суттєві помилки в процесі акліматизації, які об'єктивно існують.

В класичному тепловодному ставовому рибництві за рахунок акліматизації підвищена рибопродуктивність ставів у два – три рази без витрат на компоненти інтенсифікації, що супроводжується розширенням асортименту і підвищенням якості продукції. Акліматизаційні роботи тривають, перспективи великі, можливості реальні. За рахунок проведення акліматизації є можливість впроваджувати ресурсозберігаючі технології виключаючи негативний вплив на оточуюче середовище.

При впровадженні акліматизації в природних і трансформованих акваторіях необхідно забезпечити збереження туводної іхтіофауни, акцентуючи увагу не рідких і зникаючих видах. Враховуючи викладене зрозуміло, що до початку акліматизаційних робіт необхідно підготувати своєрідну технологію, а саме біологічне обґрунтування щодо акліматизації цінних гідробіонтів, які виключно виконують відповідні науково – дослідні структури рибогосподарського профілю.

Біологічне обґрунтування щодо акліматизації може бути різне за змістом, що залежить безпосередньо від акваторії, яка розглядається в якості реципієнту, водойми донора і об'єкта акліматизації. Одночасно з цим вважаємо за доцільне запропонувати форму де визначені складові біологічного обґрунтування, що суттєво спрощує формальний бік справи.

Орієнтовна схема біологічного і господарського обґрунтування:

I Характеристика басейна

- Стисла характеристика фізико – хімічного режиму, гідробіологічного режиму, стану іхтіофауни аборигенів, перспективи. Визначення екологічної ємності акваторії, кормових можливостей на фоні співвідношення біомас цінних і малоцінних видів риб, безхребетних та рослин.
- Обґрунтування доцільності і необхідності акліматизації і можливості поєднання з іншими методами підвищення промислової продуктивності відповідної акваторії.
- Головні напрямлення акліматизації – заходи: а) доповнення складу

аборигенної флори і фауни гідробіонтів бажаними видами; б) заміщення окремих аборигенних видів більш цінними з біологічної і рибогосподарської позиції; в) конструювання населення акваторії – суттєва чисельність видів буде представлена акліматизантами, але за умов збереження рідких і зникаючих видів риб; г) цілеспрямоване формування населення акваторії з орієнтацією домінування акліматизантів у складі видів промислової і кормової флори і фауни, формування харчових ланцюгів і ценозів; д) поетапна акліматизація.

II Характеристика форм акліматизантів

- Повна назва і походження вселенця.
- Біоекологічна характеристика вселенця, визначення сумісності його вимог та відповідність режиму акваторії.
- Промислові і харчові якості об'єкту вселення.
- Перспективи і можливості натуралізації переселенця або необхідні дії, орієнтовані на підтримання його чисельності за рахунок відповідних компонентів аквакультури.
- Головні напрями вилову вселенця на аборигенів – місця нагулу і нересту.
- Паразитофауна вселенця і небезпека для аборигенів і навпаки – аборигенів на вселенця.

III Біотехніка переселення

- Вибір стадії розвитку переселенця зручної для пересадки.
- Місце і час отримання посадочного матеріалу переселенця.
- Методика транспортування.
- Місце карантинезації, випуску або інкубації ікри і вирощування життєстійкої молоді вселенця.
- Повторність пересадок кожного об'єкту, послідовність та строки здійснення пересадок окремих видів.

IV Вірогідна потенційна ефективність

- Вірогідний ареал розмноження і нагулу, чисельність стада.
- Час появи в промислі, живлені риб.
- Місця і засоби лову.
- Економічна ефективність.

V Загальна схема акліматизаційних заходів для акваторії, тактика реалізації.

Вважаємо за доцільне акцентувати увагу на тому, що відомості з біології та екології гідробіонтів дозволяють виключно орієнтовано обґрунтувати доцільність інтродукції та акліматизації певного виду.

Для кваліфікованого та високоякісного обґрунтування, за виключенням випадків коли мова має місце відносно виключно цінних видів риб, що є незаперечним, необхідно виконувати попередню низку глибоких досліджень – виконавці яких є висококваліфікованими фахівцями.

Такі дослідження мають бути орієнтовані на конструювання харчових ланцюгів, що має виключне значення при формуванні флори і фауни акваторій з аборигенів і акліматизантів, прийомної ємності акваторій,

потенційних еколого-біологічних рис рекрута в сучасності і перспективі за межами природного ареалу.

Результатом розглянутих досліджень повинні бути сформульовані у концепції відносно відбору біотехніки переселенця, якісних і кількісних параметрів посадкового матеріалу, чисельності окремих партій акліматизанта, щільності посадки рекрутів в акваторії, керуючись відповідними методиками, що дозволить впроваджувати результати досліджень в практику акліматизації.

Інформація по розділу присвяченому теоретичному підґрунтя акліматизації гідробіонтів як методу управління і підвищення рибопродуктивності рибогосподарських водойм, значною мірою носить загальний характер, але одночасно з цим визначає існуючі проблеми і вимоги відповідно теоретичного обґрунтування і практичного виконання акліматизаційних робіт.

Акліматизаційні роботи пов'язані з безпосереднім втручанням в природні і штучні гідроекосистеми, виходячи з цього необхідно керуватися принципом, яким керуються лікарі, а саме – не зроби шкоди.

Акліматизація – могутній важіль впливу, який може суттєво впливати і впливає на значне збільшення біопродуктивності водойм. Одночасно з цим сучасна концепція світового погляду на проблему свідчить про одночасну необхідність охорони запасів представників флори і фауни, збереження рідких і зникаючих видів, що певним чином ускладнює практичний бік справи, але не виключає цього перспективного напрямку рибного господарства.

Питання для самоперевірки до розділу 3

1. Значення акліматизації у рибному господарстві.
2. Основні етапи акліматизації риб.
3. Види акліматизації.
4. Особливості акліматизації риб різних видів.
5. Основні проблеми акліматизації.

4. МЕХАНІЗМ ДІЇ ФАКТОРІВ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ПРОДУКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ РИБ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ПОЛІПШЕННЯ

Таким чином, одним з основних абіотичних чинників водного середовища, який має суттєвий вплив на інтенсивність росту водних тварин та перебіг в їх організмі метаболічних процесів, є температура. Відповідно до викладеного вище риби є пойкилотермними тваринами які не мають практично можливості регулювати температуру тіла. Фактично температура тіла риб близька до температури оточуючого середовища, не виключене

перевищення на 0,5-1,0°C, за рахунок виділення тепла в процесі обміну речовин. Саме тому зміна температури води має визначальний вплив на всі сторони життєдіяльності риб, які можуть витримувати вузькі (стенотермні види) або широкі (евритермні види) діапазони коливання температури. Риби тропічних і субтропічних широт більш стенотермні, ніж риби помірних і високих широт, де існує достатньо чіткий розподіл температур по сезонах року. Морські види більш стенотермні, ніж прісноводні, що пов'язано з великою масою води, яка здатна забезпечувати стабільність термічного режиму.

Розглядаючи вплив температури води на процеси життєдіяльності риб, необхідно акцентувати увагу на тому, що вплив має різноплановий характер, що корегується та визначається віковими особливостями та життєвими відправленнями. Нерест прісноводних риб відбувається у весняно-літній або у осінній період, а окремих видів - взимку. Проте для настання процесу ікрометання необхідні певні видоспецифічні, так звані порогові температури води. Оптимальний температурний режим як для теплолюбивих, так і для холодолюбивих риб необхідний не лише для процесу їх нересту, а й на різних стадіях ембріонального та постембріонального розвитку і росту. Тобто якщо розмноження відбувається за певної температури води в різні сезони року, то і всі наступні процеси репродуктивного циклу повинні здійснюватись в суворо визначених температурних межах, які є найбільш оптимальними для перебігу всіх процесів онтогенезу особини даного виду. Крім того, у багатьох видів риб зміни температури води виступають в якості сигнального фактору, як натуральний подразник, який визначає початок нерестової міграції, нересту, зимівлі тощо. Терміни безпосереднього нересту веснянонерестуючих риб визначаються не лише їх адаптованістю до умов оточуючого середовища, а й готовністю самого організму до процесу розмноження. Співвідношення термінів нересту і температурного режиму протягом весняного паводку може бути використано в рибних господарствах з метою прогнозування часу ікрометання риб за особливостями зміни і динаміки температур у переднерестовий період.

У цьому зв'язку досить цікавою є інформація щодо впливу температури води на процеси природного нересту риб. Спостереженнями окремих дослідників встановлено, що на ділянках, де температура води була нижче або вище діапазону порогових температур для вобли (11,5-15,5°C) і сазана (18-22°C), нересту цих видів риб не відбувалось. Зниження температури води на нерестовищах перериває процес розмноження риб. У зв'язку з цим виявлені особливості розмноження сазана, які полягають у тому, що його нерест відбувається лише вдень, а вночі ікрометання, як правило, не спостерігається, оскільки температура води в нічний період на нерестовищах може знижуватись, виходячи за нижню оптимальну межу для цього виду риб. Отже, виходячи з викладеного температура води відіграє виключно важливу роль для здійснення процесу розмноження риб, вона визначає поведінку

плідників в період нересту, що забезпечує найбільш ефективне запліднення ікри, її розсіювання, прикріплення до нерестового субстрату та подальший ембріональний розвиток за певних екологічних умов, які характерні для фітофільної групи видів риб.

Слід зазначити, що для кожного виду риб порогова температура для нересту має певний діапазон коливань та відповідну зону температурної адаптації. Тому для одного і того ж виду риб, який населяє водойми різних широт, порогова температура нересту буде дещо відрізняться.

Температура води відіграє важливу роль не лише у визначенні термінів розмноження, розвитку статевих клітин, і зокрема, проходження інтенсивного трофоплазматичного росту ооцитів. Проте, звертає увагу те, що досягнення певних порогових температур для нересту у водоймі не завжди відразу ж приводить до процесу розмноження того чи іншого виду. Необхідним є деякий проміжок часу для дозрівання статевих клітин і переходу статевих залоз із завершеної IV в V стадію стиглості за умов наявності оптимального температурного режиму. Тобто досягнення певних температур у водоймі, близьких до оптимальних для даного виду риб, стимулює і досягання статевих клітин, і нерестову поведінку плідників.

Однак у деяких випадках за досягнення відповідних порогових температур нерест риб може дещо затримуватись із-за невідповідності їх до ікрометання. В роки з пониженою температурою води розпочати нерест риб може призупинятись і проходити наче б то двома етапами. У випадку, коли температура води досягла певного оптимуму для початку нересту і особини також повністю готові до виметування статевих продуктів, але існують якісь перепони щодо підходу до місць нересту, або за відсутності нерестового субстрату, тоді через деякий час починається масова резорбція овоцитів старшої генерації риб, що негативно впливає на відтворювальну здатність риб у наступні роки.

Температура води є сигнальним чинником, своєрідним “посередником” між організмом плідників і комплексом екологічних складових, які необхідні для подальшого розвитку ікри в процесі ембріогенезу, молоді в період раннього постембріогенезу та перебігу всіх наступних етапів онтогенезу. Сьогодні науково доведено, що температурний діапазон для інкубації ікри різних видів риб неоднаковий, вік має видоспецифічний характер, а оптимальні умови розвитку ембріонів лежать в межах температурної зони адаптації, за яких починається розмноження даного виду.

Всі процеси розвитку статевих клітин і особливо в період трофоплазматичного росту ооцитів зв'язані з температурним режимом, який сприяє цілеспрямованій зміні обміну речовин і його зосередженню на перебігу нагромадження поживних речовин у статевих клітинах, які розвиваються. Лише за досягнення видоспецифічних порогових температур настає і відбувається процес ікрометання та подальший розвиток нащадків у специфічній для кожного виду риб температурній зоні адаптації.

Нерест риб відбувається в певних температурних кордонах, величина яких може дещо змінюватись, не виходячи за межі видової температурної зони адаптації. При цьому, зазвичай, види риб, які розмножуються ранньою весною і восени, мають більш обмежений діапазон температур, ніж фітофільні види риб, нерест яких відбувається в літній період, а ікра відкладається на рослинність.

Не дискримінуючи значення самиць і яйцеклітин, які вони продукують, доцільно акцентувати певну увагу на ролі самців, продукуючих сперматозоїди і пам'ятати про те, що початок життя починається з утворення зиготи, а це передбачає наявність якісної продукції статевих залоз самиць і самців. Керуючись викладеним, вважаємо за доцільне розглянути вплив температури води на активність сперматозоїдів, що має вагомий вплив на процес запліднення. Значні коливання температури води і тривале зниження її у водоймі нижче порогової для розмноження не лише затримують безпосередньо терміни розмноження, але і призводять до перерв у процесі ікрометання, викликають у деяких видів риб масову резорбцію овоцитів старшої генерації, що суттєво відбивається на швидкості відтворення, на врожайності окремих поколінь, а отже, і на величині та стабільності промислових уловів.

Одним з найбільш важливих умов отримання повноцінної ікри і сперми осетрових є температурний режим утримання плідників. Найбільш високий процент запліднення ікри після її осіменіння і найбільш низький її відхід в період інкубації спостерігається у тому випадку, якщо плідники утримувались за оптимальних середніх температур 12-15°C протягом відносно короткого проміжку часу. У період досягання плідників оптимальний діапазон середніх температур їх утримання може бути більш широким і складати 12-18°C. При цьому відповідно для самиць за більш тривалого їх витримування запліднюваність ікри і життєздатність ембріонів різко знижується.

Низькі температури зворотно, а високі - не зворотно блокують овуляцію. Сублетальні і субоптимальні температури досягання ооцитів викликають, але в різній ступені, три основних типи температурних вражень ооцитів, впливаючи на активацію, яка перешкоджає заплідненню, запліднення з наступним тератогенним розвитком, втрати здатності запліднюватись без активації.

Вплив температури води на розвиток ембріонів, для пойкилотермних тварин в цілому і для риб безпосередньо є сильним фактором регуляції процесів розвитку на фоні інших абіотичних складових. Вплив температурного чинника виражається не лише в зміні швидкості і тривалості ембріонально-личинкового розвитку, але і в зміні деяких морфо-фізіологічних показників зародків, що розвиваються.

Багаторічними спеціальними дослідженнями практично доведено, що будь який вид риб може жити і нормально розвиватись лише в певному

діапазоні температур. Цей діапазон або зона температурного комфорту для нормального розвитку риб неоднакові не лише для різних видів риб, але і для окремих екологічних форм, що населяють водойми різних ґрунтово-кліматичних зон в межах природного ареалу. При зміщенні до верхньої межі діапазону температур, нормальних для розвитку даного виду риб, закономірно виникають ті чи інші морфо-фізіологічні ознаки і формуються, так звані "теплові" і "холодові" форми.

Відношення риб на початку розвитку, ембріон - і ранньому постембріогенезі складається з двох взаємозв'язаних, але різних за характером і спрямованістю залежностей: *термолабільності* - зміні швидкості розвитку за зміни температури в межах оптимальної зони і *термостійкості* - реакції організму, який знаходиться на певній стадії розвитку, на зміні температури середовища в більш широкій, ніж оптимальна зона, амплітуді коливань, аж до су б летальної і летальної.

Зазвичай максимальна швидкість руху і середня величина прискорення сперматозоїдів з підвищенням температури водного середовища зростають, а за оптимального діапазону температур зміна максимальної швидкості руху сперміїв в залежності від температури носить лінійний характер. Однак за температур, що перевищують оптимальні, швидкість руху сперматозоїдів знижується. Скорочення тривалості і поступального руху сперматозоїдів за одночасного зростання їх максимальної швидкості з ростом температури середовища до певної критичної межі пояснюється тим, що підвищення температури у певному інтервалі викликає прискорення біохімічних реакцій, які визначають рухливу активність сперматозоїдів і більш інтенсивні витрати обмежених енергетичних запасів сперміїв. Запліднююча здатність сперматозоїдів в цьому інтервалі температур висока і достатньо стабільна, однак вище межі температурного оптимуму вона різко знижується. Зниження максимальної швидкості сперматозоїдів за одночасного скорочення тривалості їх руху пояснюється не лише витратами запасу енергоресурсів сперматозоїдів, але головним чином порушенням структурної і функціональної цілісності апарата руху сперматозоїдів, включаючи денатурацію ферментів. Рівень терморезистентності сперматозоїдів риб має видову специфічність і добре погоджується з особливостями екології плідників, чим вище середні оптимальні температури води на природних нерестовищах певних видів риб, тим вище їх теплостійкість.

В прямій залежності від температури знаходиться рівень метаболізму і збереження структурно-функціональної цілісності і запліднюючої здатності не лише активованих, але і неактивованих сперматозоїдів,

З підвищенням температури води від величин близьких до нуля, до величин межі оптимальної зони, яка відповідає нерестовим температурам, тривалість процесів розвитку заплідненої ікри різко скорочується, тобто швидкість дроблення прискорюється. За подальшого зростання температури води відбувається уповільнення швидкості розвитку ембріонів.

Отже, в середній зоні оптимальних температур тривалість різних етапів розвитку за однакової зміни температури змінюється завжди пропорційно. Проте за межами оптимальної зони за низьких і високих субоптимальних температур пропорційність співвідношень морфологічного розвитку порушується, оскільки зародок в різні періоди по різному реагує на відхилення оптимальних температурних умов. За високих субоптимальних температур спостерігаються аномалії дроблення, за низьких субоптимальних порушення пропорційності у часових відношеннях тривалості послідовності фаз мітотичного циклу в період синхронних дроблень. Десинхронізація розвитку в зоні субоптимальних температур проявляється не лише в період дроблення, а і у всі наступні стадії розвитку. У випадку суттєвої десинхронізації в області субоптимальних температур розвиток відбувається аномально, виникають потвори риб, загибель яких неминуча. Сублетальні температури приводять до теплової денатурації білкових молекул, пригнічують біосинтез білка за транскрипції і трансляції, репресуючи окремі гени і інгібуючи окремі ферменти, які приймають участь у цьому процесі.

Незважаючи на відсутність у ікри, що розвивається особливо у ранньому ембріогенезі, яких-небудь сформованих органів терморегуляції, ікра ікромечущих риб може розвиватись не лише у сприятливому, але і у більш широкому діапазоні температур, а саме від невисоких негативних до відносно високих позитивних.

Встановлено закономірності впливу температури розвитку на деякі особливості росту і використання жовтка у ранньому онтогенезі у костистих риб. При цьому не менший вплив має температура на формування розмірів передличинок, личинок і мальків. У передличинок білого амура протягом перших 2-3-х днів після викльову лінійний ріст за різних температур витримування відрізняється мало. У подальшому, з переходом на зовнішнє живлення, спостерігається різке розходження у розмірах за більш низької температури лінійні розміри личинок білого амура при переході з одного етапу на другий вище, ніж до високої, тобто висока температура має відносно сильніший вплив на диференціювання, ніж на ріст личинок.

Поряд з тим достатньо поширена точка зору стосовно того, що розміри ембріонів і личинок риб зменшуються з підвищенням температури.

Лускатий короп у ставах на ранніх стадіях постембріонального розвитку досить стійко переносить підвищення температури води до 36°C. З підвищенням температури води процент загибелі личинок залежить від їх віку і стадії розвитку, за 38,8°C передличинки гинуть повністю, а личинки на етапах В-Д- майже повністю (від 46 до 84 %). На етапах Е, F, за довжини мальків 18-24 мм їх загибель при 5-тодинному впливу цієї ж температури становить не більше 4-5 %. В діапазоні сприятливих температур від 16 до 30°C ріст і розвиток личинок залежить від їх конкретних величин за температури 30°C вони протікають значно швидше, ніж при 16-20°C. При переході від одного етапу до другого довжина личинок, культивуємих за

більш високих температур, завжди менше, ніж у вирощуваних за більш низьких температур. Тобто під впливом високої температури ріст личинок прискорюється в меншій степені, ніж морфогенез. За високої сприятливої температури (34°C) коефіцієнти оплати корму, показники вгодованості і вмісту жиру у мальків коропа масою від 0,25 до 2 г максимальна у порівнянні з мальками, вирощеними за інших температур. Інтервал температур, в межах якого мальки і цьоголітки коропа найбільш ефективно використовують корм і добре ростуть, лежить в зоні температурного оптимуму.

Личинки і мальки коропа можуть переносити короткочасне значне зниження температури: до 0°C вільні ембріони, або передличинки і мальки з повністю розвиненим покривом луски, до 2-4°C мальки в період до закладення луски на тілі, до 6-7°C личинки на стадії диференціації променів у непарних плавцях. За різкого або тривалого впливу температури 8-16°C у 3-4 денних передличинок коропа спочатку виникає холодний шок і більша частина їх опускається на дно. Через деякий час частина передличинок з дна піднімається, частина гине на дні через забруднення мулом зябрових пелюстків. Переведення в оптимальну температуру супроводжується загибеллю деякої кількості передличинок, які піддавались впливу низької температури.

У білого амура передличинки стійкі до понижених (13-17°C) і підвищених (34-36°C), для їх розвитку і ріст дещо пригнічені. Личинки білого амура можуть вижити в температурному діапазоні від 0 до 43°C. Їх виживаємість найбільш висока в діапазоні температур 24-32°C. З підвищенням температури в цьому діапазоні прискорюється їх ріст і розвиток. За температур нижче 20°C і вище 36°C різко зростає смертність личинок відповідно 44-56,4 і 52,4-60,6 % у порівнянні з контролем (з 5,4 до 26%).

Для севрюги, деяких лососей, сига, щуки показано, що довжина тіла зародків при викльові зменшується з підвищенням температури в період ембріогенезу.

Отже, змінюючи температурний режим інкубування ікри шляхом наближення його до оптимальних величин, можна регулювати ефективність використання запасних речовин, які знаходяться у жовтку, впливати на ріст білкової маси ембріону та на енергетичні потреби.

Виходячи з вивчення механізмів дії факторів природного середовища на продуктивні властивості риби, можливості їх поліпшення, доцільно розглянути вплив чинників водного середовища на обмін речовин в організмі гідробіонтів, акцентувати увагу на форми обміну речовин.

В організмі риби процеси асиміляції і дисиміляції відбуваються неоднаково в різні періоди життя. Під час нерестових міграцій, коли риба припиняє або виключає своє живлення практично повністю, що поєднується із значним рухом, обмін речовин змінюється в бік дисиміляції процесів. Такий же зсув в обміні спостерігається за будь-якої великої м'язової роботи

риби. Обмін речовин у риби, яка здійснює значну м'язову роботу, називається *енергетичним обміном*. У період посиленого росту або в період відгодівлі обмін речовин спрямований в бік створення нових клітин, структурних новоутворень. За таких умов відбувається нарощування маси живої протоплазми або відкладень. Такий обмін речовин називається *пластичним*. У цьому зв'язку доцільно розглянути сформовану концепцію у зв'язку з існуючими аспектами сучасного рибиництва.

Пластичний обмін включає: 1) заміну або поповнення деяких складових компонентів протоплазми клітин; 2) зростання числа клітин (ріст); 3) відкладання (перш за все) жиру. В експериментальних умовах і у деяких випадках у природному середовищі, риба може знаходитись у спокої, тобто вона не лише не здійснює зовнішньої роботи (руху) але і робота кишківника послаблена в значній степені (слабке голодування). У такому стані риба живе, зберігає свою специфіку, спостерігається певний обмін речовин і розглядається в якості фізіологічного стану, що є *основним обміном*. Основний обмін – навіть короткий час умова існування риби. У статевозрілої риби в період визрівання статевих продуктів обмін значно змінений і відрізняється від обміну нестатевозрілої особини. Цю форму можна виділити як генеративну, яка пов'язана з утворенням статевих клітин. Таким чином, у нормальному середовищі у дорослої риби здійснюється загальний обмін, який складається з різних форм обміну, що у схематичному і спрощеному вигляді у плані може певну складову:

Загальний обмін = основний + енергетичний + пластичний + генеративний

Співвідношення різних форм обміну у загальному обміні змінюється не лише з віком риби, фізіологічним станом, стадіями стану статевих залоз, але і в залежності від чинників зовнішнього середовища, взаємопов'язаних між собою. При цьому без заперечень всі форми обміну тісно пов'язані між собою і теоретично всі розглянуті три форми обміну завжди здійснюються в організмі риби, але з кількісного і якісного боку вони зовсім різні, співвідношення складових змінюється в часі і просторі. З рибогосподарської точки зору увесь обмін речовин риби може бути розглянутий виключно у двох напрямках: обмін, який йде на підтримання життєдіяльності організму, і обмін, який йде на приріст, забезпечуючи накопичення іхтіомаси.

Щоб досягти найкращого приросту, необхідно знати не лише фізіологічно-біохімічні, а й загально біологічні особливості промислових видів риб на фоні відповідні, зовнішніх умов, або факторів середовища, за якого отримується найбільш повне перетворення харчових речовин у м'ясо риби.

Поряд з розглянутим існує так званий підтримуючий обмін речовин риби, який забезпечує лише підтримання основних необхідних життєвих

функцій. У розглядаємому стані риби живляться, але не ростуть і зберігають свою масу на попередньому рівні, що має виключне біологічне значення для збереження виду в ареалі.

Величина підтримуючого корму різна для різних видів риб і вікових груп, що поряд з викладеним і залежить від якості корму і умов середовища існування.

Із зростанням температури (від 10 до 20°C) підтримуючий обмін зростає приблизно в три рази, адекватно зростанню термічного режиму.

Розглядаючи зв'язок між віком риби і величиною підтримуючого обміну, доцільно наголосити на тому, що він має прямий характер. Молодші вікові групи вимагають забезпечення більш високого підтримуючого обміну, ніж старші вікові групи. Він приблизно в 3,4 - 5,9 разів більший за інших рівних умов між мальками і дволітками. При цьому на процеси травлення, пошук корму і заковтування його рибою витрачається до 70% всього підтримуючого обміну. Біля 30% йде на внутрішню роботу а саме: робота серця, зябрового апарату, залоз функції органів і систем життєдіяльності.

Виходячи з викладеного доцільно розглянути загальну характеристику перебігу метаболічних процесів в організмі риб за умов зміни температури водного середовища, що має місце в природних умовах та умовах культивування. Враховуючи те, що риби пойкилотермні тварини, температура водного середовища, як незаперечно встановлено є одним з основних чинників, яка має суттєвий вплив на обмін речовин. Відомо, що для кожного виду риб існує певний діапазон толерантності до температури води, що дозволяє визначати зони їх температурного комфорту. Зазвичай риб поділяють на стенотермних, тобто пристосованих до вузької амплітуди коливання температури і евритермних, тобто тих, які можуть жити в межах значного температурного градієнту. При відхиленні від оптимальних температур, або зони яка визначає температурний комфорт, у риб змінюється як загальний обмін речовин в цілому, так і функціональний, пластичний та генеративний обмін зокрема.

Риби зазвичай обирають температури, близькі до середніх значень адаптивного діапазону. Саме такі температури є оптимальними для забезпечення процесів життєдіяльності риб у цілому і метаболічних процесів зокрема.

Проте, багато видів риб протягом біологічного циклу в природі багаторазово піддаються дії критичних температур. Влітку за підвищення температури до максимуму і взимку за зниження її до мінімуму. При цьому у риб порушується синхронність перебігу фізіологічних процесів. У ці періоди витрачається енергії більше, ніж надходить з їжею, а також порушується її розподіл в організмі, а це у свою чергу приводить до зниження темпу масонакопичення, зростання темпу досягання. За мінімуму температури припиняється живлення і травлення і на життєзабезпечення витрачаються енергорезерви організму, без їх доповнення ззовні. Не є позитивними для

життєдіяльності риб і максимально висока температура, яка пригнічує практично всі фізіологічні процеси і може розглядатися в якості сублетальної.

Відомо, що температура води є одним з основних чинників водного середовища, яка визначає харчові потреби, а також приймає участь в регуляції інтенсивності і спрямованості метаболічних процесів риб та інших пойкилотермних тварин, що є загальним положенням.

Спеціальними дослідженнями, які були виконані на багатьох видах риб, встановлено, що з підвищенням температури води в певних межах зростає інтенсивність споживання їжі і як наслідок цього - швидкість росту, що є закономірним. В умовах експерименту встановлено, що підвищення температури води в межах оптимальних величин супроводжується зростанням інтенсивності обміну і росту як у зародків, так і у дефінітивних особин, тобто у дорослих риб. Коли температура води зростає в арифметичній прогресії, швидкість розвитку і викльову вільних ембріонів або передличинок збільшується в логарифмічній прогресії. З підвищенням температури прискорюється загальний термін ембріонального розвитку, а у живородячих риб скорочується період виношування ембріонів.

Інтенсивність перетравлювання їжі і засвоювання поживних речовин майже втричі вище у риб в літній період, ніж в зимовий, а секреція шлунку зростає з підвищенням температури води. За таких умов збільшується також пряме всмоктування поживних речовин з води, що справедливо для всіх видів риб, які населяють помірні і високі широти.

Підвищення температури води, яке виходить за межі оптимуму, навіть за необмеженої годівлі риб, супроводжується уповільненням їх росту. Це пояснюється різким зменшенням споживання рибами їжі. При цьому їжі, яка споживалась рибами у менших кількостях, за підвищеної температури води, у більшій мірі використовується не на ріст, а на функціональний обмін.

Підвищення температури води, що виходить за межі оптимуму, приводить до нераціональної витрати корму без зростання швидкості росту, а також до підвищення процесів жиронакопичення, що супроводжується порушенням функціональної діяльності печінки зі зниженням якості товарної продукції.

Дослідженнями багатьох вчених встановлена закономірність зміщення вліво температурної межі у холодноводних видів риб і вправо - у тепловодних. А це означає, що для холодноводних риб характерний більш вузький інтервал температурного оптимуму порівняно з тепловодними. Для молоді райдужної форелі температурний інтервал коливається в межах від 2 до 20°C (в окремих випадках до 22°C), а у більш холодноводного сига - в межах від 10 до 16°C. В залежності від екологічних умов ця складова може змінюватись навіть у одного і того ж виду риб в межах ареалу. Між тим, висока інтенсивність обміну у риб, які живуть за підвищених температур,

може приводити до скорочення їх життєвого циклу порівняно з холодолюбивими рибами.

З викладеного вище відомо, що температура води визначає, регулює і контролює харчові потреби і швидкості метаболічних процесів риб, що справедливо для всіх пойкилотермних тварин. Саме тому набувають виключного значення вплив температури водного середовища на показники різних форм обміну речовин у риб.

У цьому зв'язку на багатьох видах риб показано, що з підвищенням температури водного середовища в певних межах зростає інтенсивність споживання їжі і закономірно швидкість росту. Одночасно з цим, на прикладі лососевих встановлено, що за температури води вище 19-20°C споживання корму рибами різко знижується. За умов необмеженої годівлі таке явище було відмічене у молоді гольця, у якої з підвищенням температури за межі оптимуму зареєстроване різке уповільнення росту. При цьому корм, який споживався рибою в менших кількостях за підвищеної температури, у більшій мірі використовується не на ріст, а на функціональний обмін.

Температурний режим певних акваторій має свою специфіку, що відбивається безпосередньо на хімічній складовій. У цьому зв'язку значна увага приділяється біохімічним змінам в організмі риб, які розвивались в умовах різних температур. Зокрема, встановлено, що за низьких зимових температур води вміст триацилгліцеринів у цьоголіток коропа знижується, а кількість фосфоліпідів зростає. У річняків, які добре перезимували, виявлено збільшення вмісту докозагексаєнової кислоти порівняно з ослабленими рибами.

Незважаючи на значний фактичний матеріал щодо впливу температури води на різні процеси метаболізму у різних видів риб з встановленням деяких механізмів температурної адаптації до останнього часу дослідженням змін кількісних співвідношень елементів обміну речовин за різних температурних умов приділялось дуже мало уваги. Між тим кількісні співвідношення величин різних процесів метаболізму мають велике як теоретичне, так і практичне значення. Ці показники можуть бути застосовані в якості біотестів, і за змінами їх величин можна судити про інтенсивність та спрямованість метаболічних процесів в організмі за умов впливу на нього температурного чинника.

Підвищення температури води стимулює інтенсивність використання енергії асимільованої їжі на пластичний обмін (ріст) різних видів риб. Проте збільшення температури води, які виходять за межі оптимальних, супроводжується пригніченням росту риб і зниження пластичного коефіцієнту. Однак, слід зазначити, що його зниження за зростанням температури води відбувається більш повільно, ніж на відрізьку до оптимуму, що може бути обумовлено достатньо різними інтервалами сприятливих температур для риб.

Загальний характер змін коефіцієнту асиміляції (A/c) і пластичного коефіцієнту (P/A) з підвищенням температури до певної межі може свідчити про її стимулюючий вплив на асиміляцію енергії і речовини їжі на використання її на пластичний обмін. У зоні сприятливих температур кормові ресурси трансформуються у кормову базу більш ефективно, що відображується на суттєвому зростанні росту риб. При відхиленні температури води в обидва боки від оптимуму відносні показники використання асимільованої енергії їжі на функціональний обмін зростають, а на пластичний відповідно знижується. Таке явище може бути наслідком високої збалансованості фізіолого-біохімічних процесів в організмі риб в зоні температурного комфорту. На виробництво кожної одиниці продукції в цьому діапазоні температури витрачається мінімальна кількість енергії. Зміни показників відношення пластичного обміну до асиміляції їжі (P/A) та співвідношення функціонального обміну до асимільованої їжі (R/A) за оптимальних температурних умов здійснюється на основі високого рівня асиміляції речовини та енергії і свідчить про те, що температурні умови розвитку організмів риб не лише забезпечують, але й регулюють високу ступінь збалансованості харчових потреб, функціонального і пластичного обміну. За оптимальних теплових умов розвитку риби на максимальному рівні забезпечують харчові потреби і швидкість пластичного обміну і при цьому демонструють мінімальні функціональні витрати.

Важливими оціночними показниками, які характеризують можливий вплив абіотичних чинників водного середовища на стан іхтіофауни, можуть бути кількісні показники різних процесів обміну речовин у риб, а також співвідношення їх абсолютних величин. В цьому зв'язку доцільно уявити механізм впливу температури води на показники різних форм обміну речовин у риб. Зокрема, такими показниками можуть бути кількісні значення процесів трансформації речовини і енергії їжі і їх співвідношення. Важливе значення в цьому аспекті має встановлення закономірностей зміни кількісних співвідношень між споживанням і асиміляцією енергії їжі, показниками її використання на пластичний і функціональний, пластичний і генеративний, функціональний і активний обмін. У цьому комплексі розглянутих показників перше місце, займають харчові потреби риб і їх кількісні співвідношення з асимільованими поживними речовинами, пластичним і енергетичним обміном і їх елементами. При цьому необхідно враховувати, що значна частина пластичного обміну за звичай представлена генеративним обміном з відторгненими при житті статевими продуктами. У функціональному обміні значну частку займає активний обмін, який забезпечує рух риби. Крім того, в процесі розвитку організмів частина речовини і енергії пластичного обміну, пов'язана безпосередньо з використанням білкової частини корму, що у свою чергу обумовлює глибокі зміни в білковому обміні.

Температура води мало впливає безпосередньо на травну систему у відношенні засвоєння білків, але одночасно має сильний вплив на біологічну спрямованість використання засвоєних з їжі білків. Зі зниженням температури зростає відносна частка засвоєного білка, який використовується на різні життєві потреби, але не на збільшення маси. Дослідженнями встановлено, що у кормі риби, дослідження виконувалися на коропі, витрачають 31,3% засвоєного азоту на приріст, а із зниженням температури - 7,4% на приріст і 92,6% на життєві витрати. Підвищення або зниження температури не просто підвищує або знижує газообмін у риб, а порушує злагодженість процесів обміну і співвідношення між окремими ланцюгами обміну речовин, що може за певних умов досягти критичного рівня і призвести до летального стану.

Теоретичні передумови і численні експериментальні роботи свідчать про те, що в залежності від температури водного середовища суттєво змінюються показники асиміляції енергії їжі і показники її використання на пластичний і функціональний обмін. Встановлено, що з підвищенням температури води в межах від 3 до 11-15°C у личинок прісноводного лосося, райдужної і севанської форелі коефіцієнт А/С (відношення асимільованої їжі до загальної величини її споживання) закономірно зростає, але за подальшого підвищення температури води коефіцієнт А/С починає знижуватись. Встановлена залежність свідчить про те, що з підвищенням температури води до певного інтервалу молоді лососевих властиве посилення ефективності використання їжі за рахунок збільшення її асиміляції.

Як правило максимальні значення коефіцієнта А/С можуть вказувати на оптимальність температурних умов для росту і розвитку молоді тих чи інших видів риб, а відхилення температури води в межах 10-15% - може свідчити про її сприятливість.

У різних видів риб відношення асимільованої їжі до загальної величини її споживання (А/С), в залежності від температури води змінюється неоднаково. У холодолюбивих видів риб з осінньо-зимовим нерестом криві зсунені в ліву частину температурного інтервалу максимуму сприятливих температур для їх личинок знаходяться в межах і 1-13°C.

У більш теплолюбивих видів риб, які нерестують весною, як самі криві, так і інтервал сприятливих температур зсувається в право (13-15°C). При цьому слід зазначити, що такі зміни сприятливого інтервалу температур у різних видів риб, враховуючи їх генезис, повинні бути генетично закріпленими.

Поряд з видовою специфічністю пристосування риб до зміненою температурного режиму достатньо чітко виявлені аналогічні зміни і у віковому аспекті. Спеціальними дослідженнями встановлено, що у личинок лососевих інтервал сприятливих температур, який проявляється в максимальному зростанні коефіцієнту А/С, зсунений дещо вліво, а у мальків,

навпаки - вправо. Очевидно, це означає, що інтервал адаптаційних можливостей до температури води у личинок більш вузький, ніж у мальків.

Таке явище може бути обумовлене різною ступеню розвитку механізмів енергозабезпечення акліматизації риб до температури, зокрема інтенсивності так званого тироїдного механізму. За цих умов, крім того, певну роль може відігравати співвідношення гліколізу-окислювальних процесів. Як відомо, інтенсивність споживання кисню (окислювальні процеси) зростають з підвищенням температури води до певної межі.

Підвищення температури води стимулює інтенсивність використання асимільованої їжі на пластичний обмін (ріст) різних видів і вікових груп риб. У ембріонів лососевих риб крива P/A різко зростає в інтервалі температур від 0,2 до 2,5-8,5°C в залежності від виду риб. Подальше підвищення температури води пригнічує ріст ембріонів, а коефіцієнт P/A знижується, де P-пластичний обмін, A-асимільована їжа. Для личинок пік кривої припадає на температурний інтервал 12-16°C. Приблизно в цьому ж інтервалі знаходяться максимальні значення коефіцієнта A/C, який показує асимілювання енергію їжі.

При відхиленні температури від оптимальних значень знижується відносне використання речовини і енергії їжі на пластичний обмін і їх збільшення на функціональний обмін. Таке явище може бути лише наслідком найбільш високої збалансованості фізіолого-біохімічних процесів в організмі риб за оптимального температурного режиму. На виробництво кожної одиниці продукції в цьому діапазоні температури необхідна мінімальна кількість енергії функціонального обміну.

Слід зазначити, що зміни показників P/A і R/A за оптимальних умов відбуваються на основі високої асиміляції речовини і енергії їжі, а це означає, що температурні умови розвитку організмів риб не лише забезпечують, а і регулюють високу ступінь збалансованості харчових потреб, функціонального і пластичного обміну. За оптимальних температурних умов розвитку організм риб на максимальному рівні забезпечує харчові потреби і швидкість пластичного обміну за мінімальних функціональних витрат.

Ці закономірності дають можливість з впевненістю формувати уявлення про використання досить чутливих кількісних співвідношень різних процесів метаболізму (A/C, P/A і R/A) в якості біотестів якості водного середовища. З іншого боку, можна управляти процесами обміну речовин у риб шляхом регулювання температурного режиму їх розвитку. Оптимальна якість природних вод може бути оцінена максимальними значеннями коефіцієнтів A/C і R/A і мінімальними величинами R/A. При відхиленні цих показників від оптимуму до $\pm 10-15\%$ водне середовище з точки зору температурного режиму для риб може вважатись сприятливим. Між тим, з урахуванням відхилень A/C, P/A і R/A від оптимальних значень з'являється можливість кількісно оцінити ступінь порушення якості води.

Таким чином, щоб швидше виростити рибу за найбільш раціонального використання їжі, необхідно створити такі температурні умови, за яких найбільша частина засвоєних білків йде на пластичний обмін, що має виключне значення при вирощуванні риби на термальних та підігрітих водах.

Встановлені закономірності дають можливість з впевненістю зробити висновок щодо використання досить чутливих кількісних співвідношень різних процесів метаболізму (A/C, P/A і R/A) в якості біотестів якості води акваторій рибогосподарського призначення. З іншого боку це створює теоретичне підґрунтя, відкриваючи можливість управління процесами обміну речовин у рибу шляхом регулювання температурного режиму, що реально в умовах відповідних господарств.

Проблематика досягнення високих рівнів рибопродуктивності при мінімальних витратах відповідних ресурсів вимагає ретельного вивчення впливу температури водного середовища на обмін білків, ліпідів і вуглеводів.

Носіями потенційної енергії у риби є вуглеводи, жири, білки та інші хімічні сполуки, за перетворення яких вивільнюється енергія і трансформується в АТФ і тепло. Однак за екстремальних умов механізми енергозабезпечення адаптивних процесів в організмі в значній мірі перебудовуються. У процесі акліматизації риби до виникаючих екстремальних умов енергетичне забезпечення адаптаційних процесів здійснюється в першу чергу за рахунок розщеплення вуглеводів. Після майже остаточного вичерпання їх запасів енергозабезпечення відбувається внаслідок окислення ліпідів, переважно нейтральних жирів. Встановлено, що, із зростанням температури води від 15 до 30°C відбувається зниження вмісту глікогену в органах і тканинах риби. Зворотній механізм працює навпаки, зниження температури води з 20-25°C до 10°C супроводжується посиленням біосинтезу глікогену в печінці коропа.

Поряд з тим встановлено, що зміни температури води суттєво впливають не лише на вміст глікогену, але і на рівень глюкози в крові. За різкого підвищення температури води від 12 до 21 °C у райдужної форелі вже через два роки в умовах експерименту зростає вміст глюкози в плазмі крові, а за холодного стресу при різкому зниженні температури до 6- 8°C підвищувався рівень глікогену в м'язах. При зменшенні глікогену в тканинах риби його поповнення в зимовий період здійснюється за рахунок глюконеогенезу вихідних субстратів представлених амінокислотою лактозою. В процесі спеціальних досліджень доведено, що риби широко використовують гліколіз в умовах адаптації до холоду, коропа може існувати тривалий час за рахунок енергії гліколізу і перетворення вуглеводів у жири. У той же час за зниження температури води процес акліматизації райдужної форелі здійснюється шляхом залучення процесів гліколізу, в результаті якого глюкоза використовується не на синтез АТФ, а перетворюється гексозомонофосфатним шляхом, який акумулює енергію у вигляді триацилгліцеридів. Відмічені розходження в шляхах обміну речовин за

низькотемпературної акліматизації у представника тепловодних на прикладі коропа і холодноводних на прикладі форелі можуть бути зв'язані з видовими особливостями перебігу метаболічних процесів в їх організмі.

Як вже зазначалось вище, за температурної акліматизації у значній мірі змінюється активність ферментів циклу трикарбонових кислот, який є основним постачальником субстратів для синтезу в організмі жирних кислот і в кінцевому підсумку - ліпідів, що свідчить про те, що за зміни температури води апріорі можуть змінюватись якісні і кількісні характеристики цих енергетичних речовин в організмі риб.

У процесі росту молоді коропа незалежно від температури (26- 34°C), при наявності інших рівних факторів, відчувається відносне збільшення вмісту жиру. Однак інтенсивність цього процесу у риб, вирощених за різних температур, неоднакова. Ефективність використання корму на жиронакопичення у молоді, вирощеної за температури 30°C, менше, ніж у молоді, вирощеної за більш низької температури. Виконані дослідження дозволяють припустити, що за більш високої температури води відбувається зміна обміну речовин у бік жиронакопичення. Вміст жиру у риб, вирощених за температури 34°C, стає набагато більше, а ефективність використання корму на жиронакопичення зростає. Отже, за температури води, що перевищує оптимальні для даного виду риб, відбувається посилене жиронакопичення в органах і тканинах, що знижує товарні якості рибної продукції. При цьому необхідно наголосити, що нагромадження жиру відбувається за рахунок додаткової витрати кормів.

Між тим значення резервного жиру для молоді риб надзвичайно велике, оскільки забезпечує нормальну зимівлю, а за високих температур води, що виходять за межі оптимальних, сприяє теплоізоляції організму. Слід також зазначити, що в онтогенезі риб більш висока стійкість до низької температури води пов'язана саме із зростанням відкладення жиру у тканинах риб. За температури води, що перевищує оптимальну, поживні речовини, які надходять до організму, використовуються головним чином на біосинтез жиру, а не на побудову власного тіла, а зміна спрямованості обміну речовин у свою чергу призводить до відносного уповільнення лінійного росту риб. Основна ж роль в пластичному обміні речовин риб, як і у інших тварин, належить білкам. Білки, які використовуються на побудову тіла риб, надходять до організму в складі їжі і не синтезуються з інших поживних речовин. Встановлено, щ, за температури води не вище 29°C. Експериментально встановлено, що вміст білка в печінці змієголова за його витримування протягом 20 діб у воді з температурою 25°C був у 1,5 рази більше, ніж у риб, яких утримували за температури 15 °C, аналогічні зміни спостерігались і у м'язовій тканині.

Цікаво, що посилення білкового синтезу може відбуватись не лише за підвищення температури води, але і за її зниження. Ця закономірність встановлена і в натурних дослідженнях за вирощування коропа у

різнотемпературних умовах. Виявлено, що в діапазоні температур 23- 28°C в залозистих і м'язових тканинах риб синтезується значно більша кількість білка, ніж за більш низьких температур. В білих м'язах коропів, яких вирощували в садках на підігрітих скидних водах, кількість білка більш, ніж вдвічі перевищувала показники, які були характерними для коропів того ж віку, але вирощуваних у, більш холодних ставах. Температура води викликає суттєвий вплив і на метаболізм білків в організмі риб. Як відомо, конфірмаційна структура білків обумовлена різного роду хімічними зв'язками. За різкої зміни температури водного середовища ці хімічні зв'язки можуть розриватись, що обумовлює порушення метаболізму білків. У діапазоні, який ми розглядаємо в якості фізіологічного, коливання температури води, як правило, такі, за яких зміни не настають. Оптимальне підвищення температури води сприяє біосинтезу білка, зокрема, і пластичному обміну у цілому.

Отже, роль температури води в біологічних циклах, у тому числі і у відтворенні різних видів риб, як представників пойкилотермних тварин, досить важлива. Вона має значний вплив не лише на інтенсивність та спрямованість метаболічних процесів, на швидкість індивідуального розвитку, але і є одним з вирішальних чинників у перебігу окремих ланцюгів репродуктивного циклу.

Виходячи з цього виключне значення набуває вплив температури води на енергетичний обмін риб, морфологічні, фізіологічні і біохімічні параметри зародків, що розвиваються, передличинок, личинок і мальків пойкилотермних тварин, які досить чутливі до дії температурного чинника. Одним із основних підходів до виявлення температурного оптимуму розвитку є визначення виживання за різних температур інкубування, а в якості оптимуму вважаємо зону температур, в якій виживаємість зародків максимальна.

Вивчення впливу температури на швидкість дихання і тривалість окремих стадій ембріогенезу, показало, що найбільша швидкість дихання спостерігається за низьких і високих температур, тоді як в зоні проміжних температур цей показник має мінімальні значення. Отже, в температурній зоні, де швидкість споживання кисню найменша, на забезпечення процесу розвитку використовується мінімальна кількість енергії. Тому зону мінімального споживання кисню прийнято вважати температурним оптимумом розвитку. За дещо більш високих температур, які не викликають порушень розвитку, швидкість ембріогенезу вище, ніж в зоні оптимальних температур. Однак за цих умов будуть більш високі енерготрати на забезпечення процесу розвитку, що може викликати несприятливий вплив на перебіг періоду ембріогенезу і в кінцевому рахунку на виживаємість зародків.

Отже по мірі зародкового розвитку зона температурного оптимуму зсувається в бік більш високих температур. Зміна температурного оптимуму в процесі зародкового розвитку знаходиться у відповідності з ситуацією, яка

має місце в природних умовах, де цей чинник середовища змінюється протягом ембріогенезу багатьох видів риб може використовуватись на здійснення їх функціональної діяльності, що пов'язані з життєвими відправленнями в достатньо тривалими періодами зимівлі, голодування тощо.

Фізіологічні дослідження свідчать, що поживні речовини, які надійшли з їжею до організму риб, під дією різних ферментних систем трансформуються у шлунково-кишковому тракті. Основна частина, а вона досягає біля 80%, трансформованої їжі асимілюється через стінки кишківника і транспортується до органів, тканин і клітин для формування їх структури і функціональної діяльності. Значно менша частина, яка складає 20% виводиться із організму і вигляді фекалій. Асимільовані речовина і енергія використовуються в організмі як на пластичний, так і на функціональний обмін. На окремих етапах розвитку риб величина пластичного обміну може досягати 50% асимільованої їжі, а за несприятливих умов, що має місце при голодуванні, мати негативне значення. У свою чергу величина функціонального обміну по відношенню до асимільованої їжі може бути 95%, а за несприятливих умов за рахунок пластичних речовин навіть перевищувати цей показник.

Слід зазначити, що величини будь-якої складової процесу обміну речовин можуть взаємно змінюватись шляхом перерозподілу речовини (енергії) асимільованої частини їжі в залежності від віку, статі, фізіологічного стану організмів, а також від якості і кількості спожитої їжі і особливо від зміни умов розвитку риб, що може бути пов'язане з температурою води, концентрацією розчиненого у воді кисню, забруднення акваторій речовинами антропогенного походження.

Для кількісної оцінки різнопланових процесів трансформації спожитої їжі і її використанням на пластичний обмін розраховуються коефіцієнти P/C і P/A , на функціональний обмін - R/C і R/A , на генеративний обмін - G/C і G/A , на стандартний обмін - Rs/C і Rs/A , на ріст маси тіла - Pi/C і Pi/A , на створення резервних речовин Rr/C і Rr/A , на активний обмін - Ra/C і Ra/A і на здійснення функцій перетравлення - Rd/C і Rd/A , де C - енергія речовини, A - асимільована частина енергії (речовини) спожитої їжі.

Крім того, можуть бути визначені кількісні співвідношення між абсолютними показниками нагромадження маси тіла і загальним рівнем пластичного обміну $P1/P$, функціональним і активним обміном Ra^7R , між пластичним і функціональним обміном Ra/R . Як відомо з абіотичних факторів саме температура має найбільш значний вплив на обмін речовин у риб. За зниження температури відбувається значне зменшення пластичного обміну, в результаті чого зростає витрата корму на одиницю продукції.

Основний і енергетичний обміни також знижуються. Але зниження їх відбувається з меншою інтенсивністю, ніж зменшення пластичного обміну.

Порівнюючи основний обмін і енергетичний, можна констатувати, що основний обмін-найбільш стійкий, менше піддається впливу температури води порівняно з енергетичним і пластичним обмінами.

Вплив температури води на активність ферментних систем організму риб. Як відомо, активність травних ферментів в значній мірі визначається температурою оточуючого середовища. Однією з основних властивостей ферментів є їх термолабільність. Це означає, що при нагріванні вони втрачають свою активність, а для ефективної дії ферментів існує певний температурний оптимум. Чутливість до дії температури теж є характерною властивістю ферментів, що пояснюється їх білковою природою, а білки, як відомо, при нагріванні денатуруються.

Оптимум дії більшості ферментів тваринного походження коливається в межах 40-50°C. Слід зазначити, що активність травних ферментів за низької температури у холонокровних тварин значно вище, ніж у теплокровних. Це означає, що температурні оптимуми активності травних ферментів теплокровних тварин суттєво вище, ніж холонокровних. Якщо температурна акліматизація торкається активності ферментів і їх систем, то це повинно відбитись і на кількісній стороні субстратів, які використовуються даними ферментами в процесі метаболізму. За температурної акліматизації змінюється вміст енергетичних речовин не лише в тканинах, але і в клітинних структурах. У риб, як у пойкилотермних тварин, від температури води в значній мірі залежить активність травних ферментів, інтенсивність обміну речовин і загальний фізіологічний стан.

За дуже низьких і високих температур риби як правило не живляться навіть за наявності їжі. Діапазон коливань температур, за яких відбувається живлення риб, неоднаковий для різних видів риб. У той же час можна спостерігати різницю в температурних межах живлення у представників одного виду, які живуть в одній водоймі, але за різного температурного режиму.

Відмічено також, що риби, за умов низької вгодованості, як правило беруть їжу і за зниженої температури води на 3-5°C, тоді як вгодовані риби за такої температури не живляться. На відміну від теплолюбивих видів арктичні види риб є холодостійкими і живляться вони за більш низьких температур, ніж тропічні. Викладена концепція базується на тому, що в умовах високих і низьких широт стоять різкі зміни температури води у відповідні сезони року. Спеціальними дослідженнями при вивченні впливу температури на активність протеолітичних ферментів травного тракту менька, шуки, сома, судака, ляща, коропа, карася, які населяють водосховища встановлено:

- Характер температурної залежності протеїназ слизової кишкового у риб різних видів, які відносяться за типом живлення до різних екологічних груп і які населяють різні водосховища, досить близький і у більшості випадків залежить від типу субстрату, а це може бути казеїн, білки плазми крові, нативні м'язи.

- У літній період температурний оптимум протеїна слизової кишкового риб різних видів відповідає 60°C, в зоні низьких температур (0-5°C) становить 5-10%, в зоні фізіологічних температур - 10-20% від мінімальної активності.
- У зимовий період за тих же експериментальних умов, на фоні терміну інкубації 10 хв., рН 7,4, у корошових риб характер температурної функції протеїна близький до оптимального. У щуки в залежності від типу субстрату температурний оптимум дорівнює 60°C відповідно до білків плазми крові, нативних м'яз або 50°C казеїну.

Температурна характеристика однойменних ферментів відображує екологічні умови водойм, які населяють риби і характер їх живлення.

При вивченні адаптації травної системи до типу живлення риб різних екологічних груп встановлена відмінність оптимумів активності ферментів у мирних і хижих риб. Для мирних риб, коропа, карася, ляща, синця, плітки, максимальна активність гідролізу крохмалю під дією L-амілази спостерігається за температури 40°C, в той час як у типових і факультативних хижаків до яких віднесені менька, щука, сазан, окунь, йорж, чехонь - у більшості випадків за температури 30°C.

У процесі акліматизації риб до зміни температури водного середовища певну роль відіграють окремі ферменти, активність яких також може змінюватись у досить широкому діапазоні. Зокрема, це стосується ферментів, які відповідають за генерування енергії в клітині. До них відносяться ферменти циклу трикарбонових кислот і дихального ланцюга. Одні і ті ж ферменти, які функціонують за різної температури, мають певні відмінності в структурі. Одним з таких механізмів акліматизації ферментного препарату, відповідального за процеси тканинного дихання риб, є вибіркового синтез ізоферментів, які найбільш пристосовані до оптимального для них діапазону температур.

За адаптації риб до низьких температур в їх залозистих тканинах відмічена активація практично всіх ланок мітохондріальної системи транспорту електронів, які забезпечують зростання енергетичних потреб організму. У першу чергу аклімацію до понижених температур виявляють ферменти, які приймають участь у виробленні енергії гліколізу, перенесення електронів, окислення жирних кислот.

Крім цього, в механізмах адаптації риб до змін температури води значна роль належить ферментам, відповідальним за використання запасної енергії в клітині, зокрема, Mg^{2+} - АТФ-азі та Na^+K^+ - АТФ-азі. Одним із механізмів акліматизації ферментного апарату, відповідального за процеси тканинного дихання риб, є вибіркового синтез ізоферментів, які найбільш пристосовані до оптимального для них діапазону температур.

Таким чином, впливові температури води піддаються в основному ферментні системи, які пов'язані з процесами перетворення енергії, тобто ферменти гліколізу та аеробного дихання.

Механізми адаптації риб до зміни температури водного середовища достатньо специфічний. Як відомо, для кожного виду водних тварин, зокрема риб, існує свій температурний оптимум. Для лососевих в літній період він коливається в межах 20-21°C, сигових 22-23°C. Найбільш високу активність і засвоєння їжі коропом спостерігається за температур 20-27°C. Найбільш сприятливою температурою для молоді оселедця є 12°C, для білого амура - 18,3-29,4°C. В діапазоні саме цих температур багатьма дослідниками зареєстрована найбільш висока інтенсивність росту цих видів риб, що безпосередньо пов'язано з ефективністю засвоєння їжі.

Проте протягом всього життя, особливо в різні сезони року, риби піддаються дії широкого діапазону коливань температури водного середовища. Зазвичай швидка зміна температури води, навіть якщо вона відбувається в межах адаптивного діапазону, може привести до загибелі риб. Але цього не відбувається за умов поступового підвищення або зниження температури. Більш того, поступова акліматизація риб значно розширює їх температурний діапазон. Температура води, яка виходить за межі оптимальних, приводить не лише до суттєвого зниження споживання їжі та уповільнення інтенсивності росту риб, але й до порушення фізіологічних систем і біохімічних процесів.

Характерні для помірних широт сезонні коливання температури води, навіть якщо вони знаходяться в межах температурного діапазону для даного виду риб, вимагають від них суттєвої певної перебудови обміну речовин, а також використання певних вироблених в процесі еволюції адаптаційних механізмів, спрямованих на пристосування організму до змін температури водного середовища і нормалізації фізіолого-біохімічних систем.

Вироблені рибами в процесі філогенезу адаптивні механізми дозволяють переносити коливання температури води в досить широкому діапазоні без суттєвих негативних наслідків для діяльності різних функціональних систем організму.

Існує певний взаємозв'язок між температурою водного середовища і перебігом фізіолого-біохімічних процесів в організмі водних тварин, що в повній мірі стосується риб.

Оскільки у риб на фоні зміни температури води виникають зміни інтенсивності обміну речовин, існують внутрішні механізми, які спрямовані на стабілізацію цього рівня і зниження впливу чинників оточуючого середовища.

Із зміною температури водного середовища тісно зв'язані інтенсивність та спрямованість метаболічних процесів в організмі риб. Риби різних систематичних груп, які перебувають у тому чи іншому фізіологічному стані, виробляють за даної температури (у межах фізіологічної норми) свою температурну зону адаптації, в межах якої відбувається найбільш стійкий обмін речовин, тобто відбувається своєрідна стабілізація яка суттєво знижує залежить від температури.

На нашу думку ключовим процесом в механізмах фізіологічного пристосування або адаптації риб є обмін речовин. Небезпечним для їх організму є не зміна рівня обміну, а порушення у співвідношеннях окремих ланок обміну речовин, його дисгармонія, порушення його якісних параметрів. У цілому ж фізіологічне благополуччя організму або його пристосованість до даної температури визначається здатністю виробляти для себе температурну зону адаптації.

Одним із інтегральних показників, які відображують реакцію організму риб на зміну температури води є інтенсивність споживання ними кисню. Так, зниження температури води супроводжується зменшенням споживання кисню рибами, а її підвищення - приводить до значного зростання цього показника. З підвищенням температури води не лише зростають потреби риб у кисні, але й збільшується киснева ємкість крові, що відбувається за рахунок підвищення кількості еритроцитів і вмісту в них гемоглобіну. Забезпечення за таких температурних умов риб необхідною кількістю кисню здійснюється за рахунок збільшення об'єму води який проходить в одиницю часу через залозистий апарат зябер і посилене вилучення з неї кисню, відмічена закономірність характерна для теплолюбивих риб.

Одночасно з цим встановлено, що за холодової адаптації деяких холодолюбивих риб інтенсивність споживання кисню, навпаки, може зростати в 1,5-2 рази із підвищенням температури води споживання кисню рибами може знижуватись.

Різна реакція теплолюбивих і холодолюбивих риб щодо споживання кисню за умов зміни температури водного середовища пояснюється видовими відмінностями, які обумовлені еколого-фізіологічними особливостями перебігу в їх організмі метаболічних процесів.

Слід зазначити, що акліматизація риб до підвищення температури водного середовища настає швидше порівняно з холодовою адаптацією, тривалість якої у деяких випадках може досягати 20-ти діб. Адаптація риб до низьких і високих температур відбувається не лише різними шляхами зміни обміну речовин, але і відрізняється термінами перебіг/ цих процесів. Як правило, адаптація риб до низьких температур відбувається більш повільно, ніж до високих температур. У цілому ж для стабілізації метаболічних процесів, а відповідно і для адаптації риб до нових температурних умов достатньо 5-10 діб.

Акліматизація риб до більш низької температури води супроводжується інгібуванням процесів генерування енергії в мітохондріях, що відображується на рівні АТФ, а енергозабезпечення процесів акліматизації риб до низьких температур здійснюється не за рахунок аеробного дихання, а через інші механізми генерування енергії. Зокрема, за акліматизації риб до холоду може зростати роль пентозофосфатного шляху катаболізму глюкози. При цьому послаблюється інтенсивність перебігу гліколітичних процесів, на тлі посилення процесів глюконеогенезу, прискорення реакцій циклу

трикарбонових кислот та підвищення активності відповідних ферментів, що його супроводжують.

Вплив факторів середовища, особливо температури води, загальні теоретичні основи цього явища, пропонують підґрунтя культивування різних екологічних груп риб відповідно до конкретних умов культивування, що відкриває можливості для створення оптимальних технологій виробництва риби в різних господарствах різного напрямку.

Загальні закономірності перебігу метаболічних процесів. Еколого-фізіологічна та біохімічна характеристика окремих періодів онтогенезу риб. Вивчення цього розділу слід розпочати ознайомленням з класифікацією С. Г. Крижанівського індивідуального розвитку риб, який він поділив на такі періоди: ембріональний, личинковий, ювенільний, період досягнення статевої зрілості, період статевого стану організму та період старіння.

Перш, ніж перейти до детального вивчення фізіолого-біохімічних процесів, які відбуваються в різні періоди онтогенезу риб, доцільно ознайомитись з морфологічним та біохімічними закономірностями раннього онтогенезу риб. Як відомо, конкретним інтервалом розвитку риб є етап - час, протягом якого здійснюється ріст і поступові якісні та кількісні зміни, які створюють необхідні передумови для переходу на наступні етапи розвитку. У різних видів риб залежно від їх біології кількість етапів може бути різною. Кожний етап поділяється на стадії, які являють собою конкретну характеристику певного морфологічного і фізіологічного стану організму. Виходячи з цього, перехідну стадію розглядають як завершальну кожного етапу, яка в результаті складних морфо-фізіологічних перетворень забезпечує перехід на нові етапи розвитку.

Більшості видів риб в процесі онтогенезу властиві періодичні зміни фізіологічних і біохімічних процесів. Суть періодичних змін інтенсивності споживання кисню у ранньому онтогенезі прісноводних риб полягає у значному зростанні його величин на перехідних стадіях. При цьому встановлено, що кожному етапу розвитку властиві конкретні межі і середні рівні газообміну.

Кожний якісний етап розвитку починається із значного зростання швидкості росту, яка потім дещо уповільнюється.

Загальною закономірністю розвитку прісноводних риб на ранніх стадіях онтогенезу є зростання абсолютних показників пластичного і функціонального обміну. Мінімальні величини пластичного обміну, як правило, спостерігаються в період посиленого морфогенезу за інтенсивного функціонального обміну, який здійснюється протягом відповідної стадії.

Після завершення переходу на новий етап розвитку інтенсивність функціонального обміну знижується, величина пластичного обміну зростає, тобто відбувається перерозподіл загальної енергії їжі на різні процеси обміну речовин, які мають у кожний конкретний момент певне значення для розвитку і росту організму. Протягом кожного етапу розвитку пластичний обмін

домінує над функціональним, величина якого в кінці етапу знижується, що може бути пов'язано з вичерпанням як морфологічних, так і функціональних можливостей організму на конкретному етапі. Поряд з цим. вивчення процесів, які відбуваються в онтогенезі, особливо протягом ембріонального розвитку організму, потребує ознайомлення з фізіолого-біохімічними процесами, в період вітелогенезу, або досягання ооцитів. Адже в цей період відбувається формування жовтка, ступінь накопичення якого визначає рівень забезпеченості зародка відповідними субстратами пластичного і енергетичного обміну в процесі розвитку і росту зародків та переходу їх на зовнішнє живлення.

Слід усвідомити, що вже на стадіях, які передують початку вітелогенезу, в ооцитах відбуваються суттєві метаболічні і структурні зміни, які виражаються у посиленні синтетичної активності ооцитів, накопиченні в цитоплазмі рибосом, інтенсивному розвитку мембран ендоплазматичного ретикулуму і апарату Гольджі. Всі ці зміни метаболізму і ультраструктури ооцитів є проявом підготовки до синтезу компонентів жовтка. Слід зазначити, що в цей період відбуваються суттєві структурні зміни в печінці риб, де синтезується частина компонентів жовтка, але певна частина жовтка синтезується самим ооцитом. Ендогенний жовток у свою чергу є продуктом діяльності ендоплазматичного ретикулуму і апарату Гольджі. У різних видів риб співвідношення цих двох шляхів утворення жовтка різне, хоча основна його частина має, очевидно, екзогенне походження.

Фізіолого-біохімічна характеристика ембріонального періоду риб є основою для розуміння процесів та явищ, які мають місце в процесі ембріогенезу. Ембріональний період - це період розвитку ікри і личинок до повного переходу на екзогенний тип живлення. Після овуляції, вимету визрілих яйцеклітин розвиток ікри і зародка в яйцевих оболонках відбувається за рахунок запасних поживних речовин, відкладених протягом періоду трофоплазматичного росту ооцитів. Протягом цього періоду відбуваються процеси трансформації відкладених речовин, біосинтез низки нових сполук, основу яких складають ферменти, вітаміни, ДНК. За рахунок накопичених у жовтку поживних речовин здійснюються основні метаболічні функції організму, які забезпечуються спеціальними структурами, що виникають в процесі розвитку організму.

Характерною особливістю ембріонального періоду розвитку риб є те, що в ході інкубації і розвитку личинок зменшується абсолютний відсоток вмісту органічних речовин, представлених білками, ліпідами, вуглеводами і зростає абсолютний і відносний вміст води.

Слід також зазначити, що основу росту будь-якого багатоклітинного організму у ранньому онтогенезі становлять зміни в біосинтезі нуклеїнових кислот. Експериментально встановлено, що протягом двох тижнів після викльову в тканинах осетрових відбувається інтенсивний синтез нуклеїнових кислот, який супроводжується 3-4 кратним зниженням вмісту білка. У

відсутності живлення личинок це свідчить про використання в синтезі нуклеїнових кислот у цей період, в основному енергії і продуктів розпаду резервного білка, свідченням чого є зростання у цей час кількості вільних амінокислот.

Поряд з білками і нуклеїновими кислотами, в ембріогенезі риб значно змінюється склад жирних кислот та ліпідів. На тлі загального підвищення відносного вмісту ненасичених жирних кислот, що відповідає переважним витратам тригліцеридів із системи, одночасно підвищується вміст ненасичених жирних кислот і знижується вміст жирних кислот.

Після запліднення на стадіях дроблення яйцеклітини, закладення зародкових листків і до закінчення гастрюляції відбувається різке зниження вмісту ліпідів, зокрема їх структурних фракцій, тобто фосфоліпідів і холестерину. Поряд з цим, протягом 30-ти годинного розвитку риб в їх організмі спостерігаються також витрати тригліцеридів і глікогену, тобто основних енергетичних запасів яйцеклітини.

Слід звернути увагу на особливості енергозабезпечення метаболічних процесів у ранньому онтогенезі риб. Основним субстратом вуглеводного обміну у ранньому ембріональному розвитку голкошкірих, костистих риб і амфібій є глікоген. Проте в період великого росту ооциту основним субстратом вуглеводного обміну є не глікоген, а глюкоза. Саме на початку великого росту ооциту інтенсивність дихання ооцитів, яка є інтегральною характеристикою енергетичного обміну, досягає максимального значення. По мірі розвитку зародків, личинок і мальків риб відбувається зміна механізмів споживання кисню. Ріст і диференційовка організму супроводжується зростанням його маси і енергетичних потреб, що приводить до необхідності споживати по мірі розвитку зростаючу кількість кисню. Головною причиною посилення інтенсивності дихання на ранніх стадіях індивідуального розвитку є більш помітне зростання швидкості споживання кисню зародками і личинками порівняно із зростанням їх маси. На цьому етапі відбувається швидкий ріст і диференційовка системи дихання, що виражається в ускладненні механізмів споживання кисню. По мірі розвитку зародків і личинок ускладнюється механізми регуляції процесів дихання, тобто в процесах формування зябер виникають додаткові механізми контролю на рівні поглинання кисню кровоносною системою і його транспорт до різних органів і тканин. На цих стадіях розвитку вже функціонують гормональні і нервові механізми регуляції процесу дихання. Слід звернути увагу на те, що ранні стадії розвитку характеризуються дуже вузьким діапазоном стійкості особин до чинників зовнішнього середовища, оскільки гомеостатичні механізми в цей період ще недосконалі. Тому протягом цього періоду онтогенезу спостерігається масова смертність личинок.

Особливості перебігу метаболічних процесів у личинковий період риб, визначають поряд з теорією явищ, складові оптимізації технології культивування личинок. Як відомо, розглядаємиий період являє собою

інформацію відносно росту і розвитку личинок за рахунок екзогенних джерел, тобто за рахунок переходу їх на зовнішнє живлення. Розглядаємий період у риб починається в недовзі до кінцевої резорбції жовткового матеріалу. За умов затримання цього процесу починається витрачання організмом органічних речовин тіла, що супроводжується голодуванням. Після переходу на зовнішнє живлення подальший ріст та розвиток відбувається за рахунок трансформованої їжі. З моменту переходу на зовнішнє живлення починається закономірне зниження ефективності трансформації засвоєних органічних речовин у тканинах організму. Змінюється спрямованість обміну речовин, починається поступове накопичення ліпідів та посилення синтезу деяких жирних кислот і зростають витрати вуглеводів. По мірі росту молоді знижується вміст води, білка і золи, зростає калорійність риб.

Поряд з цим, личинковий період риб характеризується розширенням діапазону стійкості особин до чинників середовища за рахунок формування структур, які забезпечують здійснення найважливіших функцій: дихання, виділення, живлення, руху, тощо, що супроводжується зростанням розмірів і маси тіла.

Метаболічні процеси у риб змінюються в часі і просторі, виходячи з цього необхідно володіти інформацією відносно їх характеру в ювенальний період. В цьому плані відомо, що Г.В.Нікольський виділяє у риб період нестатевозрілого стану організму і у його межах два підперіоди: мальковий і статевого досягання. Мальковий період або ювенільний характеризується тим, що сюди включені процеси переходу від личинкової до малькової будови організму, які у різних видів риб мають різну тривалість - від кількох днів для оселедцевих, тріскових до декількох місяців для камбалових і до декількох років, для вугрів. Протягом цього періоду відбувається ряд важливих процесів, зокрема, наповнення повітрям плавального міхура, кінцеве становлення низки найважливіших функцій, пов'язаних з диханням, живленням, виділенням. Однак встановлено, що у цей період життя у деяких видів риб підвищується природна смертність.

Поряд з цим, протягом ювенільного періоду поступово зростає жирність і калорійність риб. Очевидно, після метаморфозу ріст окремих органів і всього організму відбувається, в основному, за рахунок росту самих клітин і зростання маси позаклітинної речовини, а не за рахунок проліферії.

Протягом ювенільного періоду онтогенезу відбувається інтенсивний лінійний ріст, який супроводжується зростанням вмісту білка в сухій речовині. При цьому поступово підвищується вміст вуглеводів і ліпідів і зменшується вміст зольних елементів. У кінці першого сезону нагулу темп синтезу білка в організмі цьоголіток уповільнюється, але посилюється накопичення ліпідів та змінюється їх фракційний і жирнокислотний склад. У деяких риб протягом першого року життя у складі жирів зростає частка

тригліцеридів і знижується вміст холестерину, який бере активну участь в процесах диференцировки.

Протягом ювенільного періоду змінюється не лише частка білка і ліпідів у сухій речовині, але і зростає відносний вміст вуглеводів. Якщо в період ендогенного живлення в першу чергу використовуються вуглеводи, потім білки і ліпіди, то в личинковий і ювенільний періоди у молоді вуглеводи накопичуються з більшою швидкістю, ніж білки і ліпіди. Але при голодуванні мальків, навпаки, в першу чергу використовуються жири, потім вуглеводи і білки.

Період досягнення статевої стиглості зв'язаний із швидким розвитком і ростом статевих клітин. У цей період в ооцитах починається відкладання поживних речовин, відбувається швидкий ріст сім'яних клітин, швидко збільшуються в розмірах гонади самців і самиць. Генеративний обмін вимагає витрат значної частини ресурсів організму, що призводить до гальмування процесів соматичного росту. Якщо в межах минулого періоду онтогенезу обмінні процеси організму були спрямовані на забезпечення оптимальних умов для лінійного росту і накопичення маси в період досягнення статевої зрілості розвивається нова форма обміну - генеративний обмін; у першу чергу забезпечуються оптимальні метаболічні умови для визрівання гамет і ефективного процесу нересту. Тому в рік досягнення статевої зрілості значна частина асимільованої їжі використовується не на приріст білка, а на зростання вмісту жиру в організмі.

Слід зазначити, що час досягнення статевої стиглості у більшості риб зв'язаний з досягненням певних розмірів, а не віку. Звертає також увагу те, що у риб з прискореним визріванням абсолютна і відносна плодючість, а також відносна кількість сухої речовини і жиру гонад, дефінітивні розміри і маса, ікри, абсолютна кількість сухої речовини, білка і жиру в одній зрілій яйцеклітині, ніж у особин тих же поколінь, але, які досягають на рік пізніше.

Обмін речовин у період досягнення статевої зрілості різний у самців і самиць. У самців витрати на генеративний обмін менші, ніж у самиць. Однак у них більше енергії витрачається в процесі нересту. Поряд з викладеним менші витрати пластичних і енергетичних речовин на генеративний обмін визначають більш раннє досягнення статевої зрілості самцями багатьох видів риб. Досягнення статевої зрілості у риб зв'язано також з накопиченням в організмі певної кількості біологічно активних речовин серед яких виключне значення мають вітаміни, ферменти, амінокислоти і жирні кислоти. У частини особин покоління, в організмі яких не досягнуто певного рівня вмісту резервних речовин, перехід ооцитів у період трофоплазматичного росту затримується, тобто продовжується на рік або на декілька років період трофоплазматичного росту ооцитів.

У відносно рано достигаючих особин, які відрізняються швидким ростом та інтенсивним накопиченням жиру, період трофоплазматичного

росту ооцитів прискорений, вітелогенез починається за менших вихідних розмірів ооцита. У подальшому в ході вітелогенезу спостерігається зростання розмірів і маси ооцитів, що розвиваються, очевидно, зв'язано як з досягненнями до початку трофоплазматичного росту розмірами, так і з тією кількістю пластичних і енергетичних речовин, які організм може виділити на розвиток статевих продуктів. У рано досягаючих риб ця кількість органічної речовини в абсолютному і відносному значенні менша, ніж у досягаючих пізніше особин того ж покоління. У цих особин утворення більш дрібної ікри визначається меншим вихідним розміром ооцитів періоду протоплазматичного росту і меншою забезпеченістю генеративного обміну пластичними і енергетичними ресурсами.

Отже, окремі частини покоління досягають статевої зрілості у різному фізіологічному стані про що переконливо свідчить фізіолого-біохімічна характеристика періоду досягання риб. Початок цього періоду зв'язаний з участю особин у процесі відтворення популяції, із швидким розвитком і ростом статевих клітин. Протягом росту і розвитку зародкових клітин, починаючи вже з III стадії стиглості, в гонадах риб значно зростає вміст білка, жиру і глікогену. У сім'яниках відкладається в 1,5-3 рази менша кількість білка і ліпідів, ніж у яєчниках. У той же час у них значно більшою мірою відкладається глікоген.

По мірі розвитку яєчників і сім'яників зростає їх калорійність, накопичуються вітаміни і низка інших біологічно активних речовин. Швидкий ріст і розвиток гонад, починаючи з III стадії зрілості, відбувається на тлі значних витрат не лише резервних сполук, але і завдяки тому, що в організмі створюються оптимальні умови для здійснення генеративного обміну.

У багатьох видів риб з осіннім нерестом у бореальних регіонах і з порційним нерестом у субтропічних та тропічних регіонах складові гонад значною мірою формуються за рахунок екзогенних джерел. Майже всі види риб з порційним ікрометанням інтенсивно живляться між виметом окремих порцій. У деяких видів риб, які мешкають у високих широтах, відсутні можливості переднерестової відгодівлі. Накопичених за один вегетаційний період пластичних і енергетичних ресурсів недостатньо для досягання гонад. За таких умов спостерігаються регулярні пропуски нерестів, а у ряді випадків у ході вітелогенезу частина ікри резорбується, але це одночасно сприяє дозріванню інших порцій.

У моноциклічних риб відсутні гомеостатичні механізми, які забезпечують виживання батьківських особин після нересту. Витрати фізіологічних і біологічних ресурсів організму на забезпечення процесу відтворення у них при досягненні статевої стиглості досягає незворотного рівня. Висока смертність особин у моноциклічних видів після розмноження веде до вивільнення кормових ресурсів для нащадків або для суміжних поколінь. У поліциклічних риб, на відміну від моноциклічних, відбуваються

повторні нерести, причому кожний наступний нерест відбувається за іншого фізіологічного стану особин.

Таким чином, у період розвитку зародкових клітин в організмі створюються оптимальні метаболічні умови для їх росту і розвитку. При цьому виникають певні труднощі у підтриманні гомеостазу самого організму, які долаються різними способами: пропусками нерестів, використанням екзогенних джерел органічних речовин, резорбцією частини ооцитів. У крайніх випадках пронеми виснаження і порушення регулюючих систем досягають незворотного рівня, відбувається загибель організму або всієї популяції, яка бере участь у нересті, що типово для представників моноциклічних видів. При цьому загальновідомо, що з віком у тварин знижується інтенсивність біосинтетичних процесів.

В онтогенезі риб постійно знижується інтенсивність синтезу білка, що пов'язано з переходом організму в іншу якість. Протягом періоду статевозрілого стану організму постійно зростає частка генеративного обміну у загальному обміні і знижується ефективність використання асимільованої їжі на приріст соматичних клітин. Це вимагає постійно зростаючих витрат пластичних і енергетичних речовин. Зростаючий в онтогенезі вміст ліпідів забезпечує енергією процеси енергетичного і генеративного обміну. Протягом періоду стиглого стану зростає амплітуда сезонних коливань у загальному вмісті жиру, одночасно поступово знижується інтенсивність синтезу білка. У цей період також значно знижується активність ряду ферментів, зокрема нуклеаз. З віком зменшується значення білка в окиснювальному обміні і зростає значення жиру, в печінці і м'язах риб зростає вміст глікогену, а в організмі зменшується вміст води. У зв'язку з віковим зниженням синтезу білка в організмі на тлі постійно зростаючих витрат на генеративний обмін з кожним наступним нерестом збільшується ступінь післянерестового виснаження риб.

Встановлено, що в онтогенезі також змінюється фракційний склад білків і ліпідів. Зокрема, в складі ліпідів зменшується частка фосфоліпідів, зростає вміст тригліцеридів - основної фракції запасних ліпідів, знижується вміст високоненасичених жирних кислот - основних донаторів енергії на ранніх стадіях розвитку. З іншого боку зростає відносний вміст моноенових жирних кислот, глюкози і глікогену.

Характерною рисою статевозрілих риб є демонстрація з віком зростання маси тіла. Багато видів досягає статевої зрілості за маси тіла, яка становить 1/5 - 1/10 від кінцевої. Збільшення індивідуальної абсолютної плодючості риб зв'язано лінійною залежністю з масою тіла. Таким чином, швидке нарощування маси тіла веде до збільшення відтворювального потенціалу нерестового стада.

Існують певні особливості перебігу метаболічних процесів у риб. В період вимету статевих продуктів. Розглядає мий період є достатньо специфічним і саме тому слід звернути увагу на найбільш різкі зміни

хімічного складу тіла, які спостерігаються у риб, які майже досягнувши статевостиглого віку, здійснюють тривалі міграції до місць нересту. Щоб подолати значні відстані проти течії річкових систем та забезпечити вистигання статевих продуктів, мігруючі риби повинні мати у своєму тілі великі запаси високоенергетичних речовин. Основною особливістю обміну речовин у таких риб в міграційний період є високий енергетичний обмін у стані голодування.

Посилення окислювальних процесів в організмі мігранта вимагає великої кількості енергетичного матеріалу, яким, перш за все, є жир. Але він сам по собі в організмі не окислюється. Він вгорає лише за посередництва білка, який створює певну біохімічну спрямованість процесів окиснення. Виходячи з цього, втрата жиру мігруючою рибою супроводжується також і втратою білка, а ці втрати за час розмноження настільки великі, що риба часто не здатна вижити і гине.

Процентний вміст загального і білкового азоту поступово падає в період міграції приблизно на 1/3. Причому 2/3 з цих витрат припадає на час до нересту і 1/3 - після нересту. Слід зазначити, що значні втрати жиру спостерігаються у більш жирних риб, а після суттєвої втрати жиру починаються глибокі зміни білка, особливо сильно змінюється в якісному відношенні м'язова тканина. Так, кета в період голодування може втрачати до 80 % білка, який, як правило, заміщується водою.

Різностатеві особини мають певні відмінності та особливості змін загального обміну речовин. Глибокі зміни загального обміну речовин і його окремих ланцюгів у зв'язку з розмноженням вивчені на прикладі окуня і стерляді. У період визрівання статевих продуктів у самця і самиці відбувається неоднакове споживання кисню і виділення вуглекислого газу та аміаку як кінцевих продуктів обміну. У період росту ооцитів (III і IV стадія) і спермій відбувається загальне підвищення окислювальних процесів в організмі. Це підвищення більш різко виражено у самців, ніж у самиць. Крім цієї загальної схожості, є і досить глибокі відмінності між рівнем і характером обміну у самиць і самців. Якщо у самиць підвищення споживання кисню відбувається досить поступово по мірі визрівання ікри від II до IV стадії включно, то у самців відразу ж після вимету відбувається різке зниження споживання кисню, а на III - IV стадіях воно знову зростає. Дихальний коефіцієнт на III - IV стадіях дуже близький до I, супроводжується розпадом білка до кінцевого продукту, але процес протікає дуже повільно.

Отже, у кожної статі по-своєму відбувається обмін речовин як з кількісної, так і з якісної точки зору. У загальному тканина сім'яників дихає більш інтенсивно, ніж тканина яєчника, самець більше споживає кисню на 1г живої маси, ніж самиця.

Слід зазначити, що період визрівання статевих продуктів і нересту плідників характеризується суттєвими змінами фізіологічних характеристик,

кількість гемоглобіну в крові самиць різко зменшується в період вимету і невдовзі після нього, а ближче до осені зростає. Відомо, що рівень гемоглобіну до деякої міри характеризує рівень окислювальних процесів в організмі. Другою величиною, яка характеризує рівень окислювальних процесів, є окиснювально-відновлювальний потенціал (Eh), або гак зване електронне напруження. Рівень електронного напруження крові має вирішальне значення для рівня електронного напруження в статевій залозі, яку кров безперервно забезпечує низкою речовин. Електронне напруження по мірі досягання гонад підвищується, отже в цей період відбувається зростання окислювальних процесів. Таким чином, основною умовою нормального визрівання статевих продуктів риб на останньому етапі їх розвитку є високий рівень окиснювально-відновлювального обміну гонади, а отже, і відповідний фізіологічний стан організму.

Слід звернути увагу на те, що настання статевої стиглості у риб зв'язано з досягненням певного рівня вмісту жиру в організмі. Керуючись викладеним можливо акцентувати увагу на тому, що є визначальним у розглядаємому процесі:

- у риб молодшого віку розміри, маса ікринок і вміст у них сухої речовини і жиру менше, ніж у старших, але не самих старих особин;
- у риб, які рано досягають, швидко ростуть і накопичують жир, період протоплазматичного росту овоцитів скорочений, вітелогенез починається за менших розмірів овоцитів;
- у риб з підвищеним вмістом жиру в організмі абсолютно і відносно зростає кількість продукуємої ікри;
- риби, які досягають у більш ранньому віці, відрізняються від пізно визріваючих особин цих же поколінь зниженою індивідуальною відтворювальною здатністю, меншими розмірами і масою зрілої ікри, пониженим вмістом в ній сухої речовини і жиру.

Існує певний взаємозв'язок між якістю кормів, які згодують плідникам риб та якістю їх нащадків. Так, у коропа найкращий приріст дають корми із співвідношенням амінокислот, близьких до співвідношення їх у білку м'язів, а кращі за ростом плідники дають нащадків кращої якості. Зростання у м'язах кількості протеїну супроводжується збільшенням його вмісту в ікрі, а від вмісту протеїну в ікрі залежить життєздатність личинок. Збільшення вмісту амінокислот в ікрі зв'язують із зростанням вмісту білка в кормі, а якість зародків і личинок риб значною мірою залежить від вмісту в ікрі амінокислот.

Цікаво знати типові, загальні ознаки, які характеризують процеси старіння риб. Під старінням розуміють такий стан організму, коли у нього порушується нормальний для попередніх етапів онтогенезу перебіг обміну речовин, переважна частина кормів йде на підтримання життя, а не на продукційні процеси. У старих особин знижується якість і кількість продукованих нащадків, часто порушується періодичність розмноження. З

певного віку знижується відносна маса продукованих статевих продуктів, призупиняється процес збільшення розмірів зрілих статевих клітин, потім починається їх зниження. До появи цих ознак спостерігається зниження інтенсивності жирового обміну, зростання вмісту води в органах і тканинах. У старших особин значно знижується запас глікогену в організмі, порушення синтезу якого можуть бути викликані послабленням діяльності ферментів, які каталізують процеси фосфорилування глюкози.

Найбільш гостро протиріччя між здійсненням процесу відтворення і підтриманням індивідуального гомеостазу проявляються протягом нерестового і післянерестового періодів, коли виснаження досягає максимуму. Відомо, що частка генеративного обміну в загальному обміні у риб з віком залишається постійною, а ефективність використання спожитої їжі на відновлення і ріст соматичних тканин падає швидше, ніж на процеси генеративного обміну і нересту, тому у цей період організмом витрачаються не лише запасні речовини, а й структурні компоненти. Відбувається виснаження організму, яке із збільшенням числа послідовних нерестів досягає незворотних значень і риби гинуть. Отже, в період старіння знижуються синтетичні функції організму, спочатку ефективність синтезу білка, пізніше жиру, а у подальшому знижується ефективність відтворення.

Слід усвідомити, що риби з інтенсивним ростом, які рано досягають, менше число разів нерестять, раніше вибувають із складу нерестового стада. Тугорослі риби, які визрівають пізніше, навпаки, більший час знаходяться у складі нерестового стада. Отже, швидкоростучі риби швидше старіють і використовують фізіологічні та біохімічні ресурси свого організму, необхідні для процесу відтворення.

Питання для самоперевірки до розділу 4

1. Значення температури у житті риб.
2. Особливості метаболічних процесів у риб.
3. Механізми адаптації риб.
4. Специфіка обміну речовин на різних етапах онтогенезу риб.

5. МОЖЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІЇ РОСТУ РИБ У ПРИРОДНИХ І ШТУЧНИХ ВОДОЙМАХ

Швидкість росту риб має провідне значення в процесі вибору об'єктів доместикації, швидкість росту має не менше значення при визначенні видового складу промислової іхтіофауни в якості основи промислу.

Тривалими спостереженнями та спеціальними дослідженнями, працюючи з різними видами риб встановлено, що чим старшого віку досягає організм, тим менша в нього швидкість росту. Визначена закономірність

відносно того, що швидкість росту організму обернено пропорційна його віку. Тобто швидкість росту організму є функцією його віку.

Внутрішні фактори, які визначають інтенсивність росту організму, з віком зменшуються, причому ці зміни йдуть у бік поступового гальмування росту. З віком знижується також регенераційна здатність організму.

Спадання інтенсивності росту, так само як і тривалість росту організму, залежить від тих внутрішніх факторів, які виникають у процесі росту організму під впливом зовнішніх умов. Ці фактори є основною причиною того, що інтенсивність росту із збільшенням організму спадає. Зростання організму ніби само в собі несе і поступово накопичує ті фактори, які гальмують власний ріст.

Ріст організму залежить від багатьох зовнішніх і внутрішніх факторів, вплив яких прискорює, затримує чи зовсім припиняє його. За несприятливих умов життя збільшення лінійних розмірів і маси тіла організму може тимчасово припинитись, але як тільки ці умови стають кращими, організм швидко збільшується в розмірі і масі і наздоганяє своїх ровесників, що росли увесь час за сприятливих умов. Отже, в несприятливих умовах життя організм не росте, а зберігає здатність до росту, причому деякі тварини зберігають цю здатність за межами нормального періоду росту.

Під впливом зовнішнього середовища в організмі риби відбуваються якісні зміни вмісту клітин і органотворчі процеси (диференціація організму), які супроводжуються зміною інтенсивності росту. Ці зміни називають внутрішніми факторами росту. Риби однакового віку, але різного розміру, ростуть з різною швидкістю. Це вказує на те, що у них внутрішні фактори росту різні. Риби різного віку, але однакового розміру, ростуть майже з однаковою швидкістю. Припускають, що це може бути пов'язано з тим, що в таких риб внутрішні фактори росту майже однакові.

При цьому інтенсивність росту не є простою функцією віку організму. Вікове спадання швидкості росту зумовлене не лише віком організму. Інтенсивність росту риб закономірно спадає в зв'язку із збільшенням розмірів організму. Припускають, що внутрішні фактори, які гальмують ріст, виникають у зв'язку із збільшенням розмірів організму. У свою чергу риби однакового розміру, які мають різну історію росту, ростуть з різною швидкістю. Це вказує на те, що в таких риб внутрішні фактори росту неоднакові. Виходячи з викладеного зрозуміло, що ці обставини необхідно враховувати при дослідженні впливу на ріст організму зовнішніх чинників, тобто у дослідах не можна брати для порівняння риб лише однакового розміру або однакового віку.

Організми одного виду, які мають однаковий вік, розмір і історію росту, мають однакові фактори, що визначають ріст. Внаслідок цього такі риби за однакових умов ростуть з однаковою швидкістю.

Риби одного віку, які населяють різні водойми, де умови розвитку неоднакові, дозрівають у різному віці. Це вказує на те, що риби однакового

віку перебувають на різному ступені розвитку. Тривалість передстатевого періоду життя риби, як і ембріонального, великою мірою змінюється в залежності від зміни екологічних умов, за яких розвивається організм. За одного екологічного фону тривалість того чи іншого періоду життя риби скорочується в часі, за інших затягується. Цю особливість не слід забувати при виявленні тих чи інших процесів у риб, які прожили в різних умовах однаково кількість часу.

У риб одного віку, які росли в різних водоймах, статеве дозрівання може відбуватись за різної довжини тіла. Це свідчить про те, що риби однакового розміру можуть перебувати на різних ступенях свого індивідуального розвитку.

Отже, довжина і маса риби, так само як і кількість прожитих років, не можуть слугувати надійним зовнішнім показником ступеня розвитку даної риби. Основною причиною того, що риби одного виду дозрівають в різних водоймах за різної довжини тіла, є зовнішні чинники, що необхідно враховувати при складанні правил рибальства для рибпромислових акваторій і при формуванні зграй плідників в умовах штучного відтворення.

Самці риб як правило, дозрівають і вперше нерестяться за меншої довжини тіла, ніж самиці. Це говорить про те, що самці і самиці однакового розміру перебувають на різних ступенях свого індивідуального розвитку.

Розглянуті особливості свідчать достатньо переконливо про те, що екологічна складова суттєво впливає на динамічні процеси.

Виходячи з цього розглянемо екологічні закономірності вікової і сезонної динаміки обміну речовин у риб.

У розробці теорії управління і розширеного відтворення біологічних ресурсів в цілому виділяють два основних напрямки, які не протиречать специфіці нашого об'єкту - рибі.

Перший напрямок – це організація охорони життєвих циклів природних популяцій, збереження структури і підтримання стійкості функціонування окремих біологічних угруповань. При цьому поряд з охороною природного відтворення деякі популяції можуть підтримуватися штучним відтворенням.

Другий напрямок – організація контролю над життєвим циклом популяцій, яка цілком базується на штучному відтворенні і управлінні всіма етапами онтогенезу, чисельністю і продуктивністю угруповань організмів, які утримуються в штучних умовах.

Розроблення сучасних методів управління онтогенезом риб базується на дослідженнях фізіології росту і розвитку, а також на вивченні вікових змін обміну речовин, оскільки популяційні параметри – смертність, темп відтворення, продуктивність – визначаються саме закономірностями обмінного порядку.

Узагальнення багаточисельних результатів наукових досліджень із даного питання виявило існування загальних закономірностей обміну

речовин для видів з різним ембріональним розвитком. Виявилась подібною черговість і темпи використання вуглеводів, білків і ліпідів в процесі ембріонального розвитку організму риб. У представників лососевих, осетрових і камбалових вміст вуглеводів від заплідненої ікри до викльову перед личинок або вільних ембріонів знижувався в 3-5 разів, вміст білка – на 20-40%, а жиру – на 10-20%. В ході ембріогенезу значно змінюється амінокислотний склад білків та фракційний і жирокислотний склад ліпідів. Зокрема, суттєво змінюється співвідношення між двома групами амінокислот: аланін + пролін + серин і гліцин + метіонін + лізин, а також зростає вміст фосфоліпідів і високоненасичених жирних кислот.

У ранньому ембріогенезі риб відбувається значна перебудова обміну речовин безпосередньо перед вилупленням і в період вилуплення передличинок, а також при переході передличинок на активне зовнішнє травлення. Як відомо, процес викльову передличинок і досягнення личинкової стадії розвитку вимагає додаткових витрат енергії. До цього часу прискорюються витрати вуглеводів, а також посилюється ресорбція запасних білків та підвищується вміст найбільш реагентноздатних, високоненасичених жирних кислот, особливо докозагексаєнової, яка містить шість подвійних зв'язків. До моменту вилуплення у риб різко зростає активність деяких ферментів, зокрема, холінестерази та різних фосфатаз. Перед вилупленням і відразу після нього зростає також інтенсивність споживання організмом кисню.

Ще більш різкі фізіологічні і біохімічні зміни відбуваються при переході передличинок на зовнішнє живлення. У цей час суттєво збільшуються витрати вуглеводів, не дивлячись, очевидно на їх інтенсивний синтез, зростають витрати білку і жиру, а також збільшується інтенсивність споживання кисню, посилюється синтез високоненасичених жирних кислот.

У цілому, враховуючи термін від запліднення до переходу на зовнішнє живлення, лососева ікра й ембріон втрачають до 60% жиру і до 40% білку, а осетрові на стадії розвитку – до 40% жиру і до 60% білку.

Після переходу передличинок на зовнішнє живлення їх подальший розвиток і ріст відбуваються за рахунок природного походження їжі, яку вони знаходять у зовнішньому середовищі. У цей час значно розширюються діапазони стійкості риб до чинників середовища, завершується формування структур, які забезпечують здійснення найважливіших функцій організму - дихання, живлення, виділення. У цей час змінюється також спрямованість обміну речовин, починається накопичення білку і ліпідів в організмі, зменшується відносний вміст води на тлі зростання калорійності.

Період досягнення статевої зрілості пов'язаний із швидким розвитком і ростом статевих клітин. У цей час гонади самиць і самців швидко збільшуються в розмірах. Генеративний обмін вимагає витрат значної частини резервних речовин організму і викликає гальмівний вплив на процеси соматичного росту. Якщо протягом ювенального періоду онтогенезу

обмінні процеси в організмі забезпечували оптимальні умови для інтенсивного росту риб, то в період досягнення статевої зрілості розвивається нова форма обміну – генеративний обмін, який інколи розглядають як особливу форму пластичного обміну. У цей час в організмі риб у першу чергу забезпечуються оптимальні метаболічні умови для визрівання гамет і ефективного процесу індивідуального відтворення.

Слід звернути увагу на те, що настання статевої зрілості у риб пов'язане з досягненням певного рівня вмісту жиру в організмі.

Поряд з викладеним важливо запропонувати певні положення, які витікають і уточнюють загальні положення:

- у риб молодшого віку розміри, маса ікринок і вміст в них сухої речовини і жиру менше, ніж у старших (але не самих старих) особин;

- у риб, які рано дозрівають, швидко ростуть і нагромаджують жир, період протоплазматичного росту овоцитів скорочений, вітелогенез починається за менших розмірів овоцитів;

- у риб з підвищеним вмістом жиру в організмі абсолютно і відносно зростає кількість продукуємої ікри;

- риби, які дозрівають у більш ранньому віці, відрізняються від пізно визріваючих особин цих же поколінь зниженою індивідуальною відтворювальною здатністю, меншими розмірами і масою зрілої ікри, пониженим вмістом в ній сухої речовини і жиру.

Існує певний взаємозв'язок між якістю кормів, які згодовують плідникам риб та якістю їх нащадків. Коропи найкращий приріст дають при згодовуванні кормів із співвідношенням амінокислот, близьких до співвідношення їх в білку м'язів, а кращі за ростом плідники дають нащадків кращої якості. Зростання у м'язах кількості протеїну супроводжується збільшенням його вмісту в ікрі, а від вмісту протеїну в ікрі залежить життєздатність личинок. Збільшення вмісту амінокислот в ікрі зв'язують із зростанням вмісту білка в кормі, а якість ембріонів і личинок риб в значній мірі залежить від вмісту в ікрі амінокислот.

У багатьох риб поповнення нерестового стада ускладнюється неодноразовим дозріванням особин однієї генерації. В результаті значної мінливості швидкості росту і розвитку в межах генерацій риб спостерігається значно виражена диференціація особин не лише за абсолютним вмістом білка, жиру та інших органічних і мінеральних компонентів, але й за співвідношенням цих речовин. Зсуви у співвідношенні пластичних і енергетичних (білка і ліпідів) речовин у значній мірі визначають відділення особин, що дозріли, від іншої частини генерації.

Особини, які досягають статевої зрілості, є більш крупними і жирними, ніж недозрілі риби із тієї ж генерації. Дозрілі самиці відрізняються від одновікових недозрілих самиць не лише більшим еквівалентом органічних речовин, але й співвідношенням енергетичного еквіваленту білка та жиру.

Якщо завершення ювенільного періоду у риб зв'язано із зростанням важливих для наступного етапу розвитку генеративних тканин сполук, то протягом періоду досягнення статевої зрілості відбувається транспорт цих речовин із м'язів, печінки і кров'яного руслу в гонади. Крім того, розвиток нової форми генеративного обміну – супроводжується початком синтезу специфічних речовин (наприклад, фосфоліпідів у печінці), необхідних для розвитку гамет.

В онтогенезі риб відбуваються також закономірні зміни обміну речовин: постійно знижується інтенсивність синтезу білка і ефективність соматичного росту. Протягом періоду статевозрілого стану організму постійно зростає частка генеративного обміну у загальному обміні і знижується ефективність використання асимільованої їжі на приріст соматичних клітин, зростають масштаби енергетичного обміну, які забезпечуються посиленням відкладенням запасних енергетичних речовин, а саме жиру і глікогену. При цьому спочатку зростає, а потім стабілізується рівень генеративного обміну.

У риб, які ведуть різний спосіб життя, тобто мешкають у різних умовах середовища, співвідношення окремих форм обміну речовин не однаково. Якщо протягом перших місяців життя між молоддю планктофагів, бентофагів і хижаків, які живляться зоопланктоном, не спостерігається суттєвих відмінностей у співвідношенні пластичного й енергетичного обміну, то по мірі подальшого росту і розвитку відмінності у співвідношенні росту й енергетичного обміну ускладнюються. У дрібних планктофагів (сардини, кільки, атерини) ефективність росту в онтогенезі суттєво знижується і паралельно зростають витрати на енергетичний обмін. У риб з підвищеною рухливою активністю, а це зазвичай стайні пелагічні риби, переважно планктофаги, питомі витрати енергії в 3-4 рази більше, ніж у менш рухливих донних і придонних риб, в основному хижаків і бентофагів.

Інформація щодо ефективності використання особинами різних вікових груп їжі на ріст разом з даними щодо їх чисельності дають змогу розрахувати виїдання даною популяцією кормових ресурсів водойми. Ці матеріали дозволяють також оптимізувати процес вирощування промислово цінних видів риб в умовах аквакультури.

Досвід цивілізаційних складових людства переконливо свідчить про те, що з віком флора і фауна планети демонструє суттєві зміни. Підґрунття цих змін пов'язане з докорінними змінами фізіологічних процесів протягом життя. Виходячи з цього, розглядаючи обмін речовин культивуємих особин в часі і просторі, працюючи над удосконаленням і регламентацією промислу доцільно мати уявлення відносно обміну речовин в період старіння риб.

Під старінням розуміють такий стан організму, коли у нього порушується нормальний для попередніх етапів онтогенезу перебіг обміну речовин, переважна частина кормів йде на підтримання життя, а не на продукційні процеси. У старих особин знижується якість і кількість

продукованих нащадків, часто порушується періодичність розмноження. З певного віку знижується відносна маса продукованих статевих продуктів, призупиняється процес збільшення розмірів зрілих статевих клітин, потім починається їх зниження. До появи цих ознак спостерігається зниження інтенсивності жирового обміну, зростання вмісту води в органах і тканинах. У старших особин значно знижується запас глікогену в організмі, порушення синтезу якого можуть бути викликані послабленням діяльності ферментів, які каналізують процеси фосфорилування глюкози.

Найбільш гостро протиріччя між здійсненням процесу відтворення і підтриманням індивідуального гомеостазу проявляються протягом нерестового і післянерестового періодів, коли виснаження досягає максимуму. Відомо, що частка генеративного обміну в загальному обміні у риб з віком залишається постійною, а ефективність використаної спожитої їжі на відновлення і ріст соматичних тканин падає швидше. На процеси генеративного обміну і нересту у цей період організмом витрачаються не лише запасні речовини, а й структурні компоненти. Відбувається виснаження організму, яке із збільшенням числа послідовних нерестів досягає незворотній значень і риби гинуть.

Отже, в період старіння знижуються синтетичні функції організму, а саме: спочатку ефективність синтезу білка, пізніше жиру, ще пізніше знижується ефективність відтворення.

В якості висновку слід усвідомити, що риби з інтенсивним ростом, які рано дозрівають, менше число раз нерестують, раніше вибувають із складу нерестового стада. Тугорослі риби, які дозрівають пізніше, навпаки, більший час знаходяться у складі нерестового стада. Отже, швидкоростучі риби швидше старіють і використовують фізіологічні та біохімічні ресурси свого організму, необхідні для процесу відтворення.

Виходячи з викладеного відносно особливостей вікових змін можливо стверджувати, що існує відповідний зв'язок віку і фізіологічного стану плідників з життєстійкістю і фізіолого-біохімічними показниками нащадків.

Багатьма дослідниками встановлено, що у більшості випадків оптимальне для виживання співвідношення білка і жиру спостерігається у нащадків, отриманих від плідників середнього віку. Найменші розміри ікри і вміст у ній жиру спостерігається у найбільш молодих самиць нерестового стада. У старих самиць розміри ікри менші, у ній знижений вміст білка, хоча жирність і калорійність ікри може бути високою.

Отримання цієї інформації та інших даних комплексних досліджень дозволяє оцінити значення окремих вікових груп природних популяцій у відтворенні і сформулювати теоретичні засади підбору плідників для штучного відтворення. У цілому результати наукових досліджень в області вікової фізіології та біохімії риб дали цінні матеріали для розуміння процесів становлення та реалізації індивідуальних механізмів адаптацій, які забезпечують виживання особини, її ріст, розвиток і відтворення.

В ранні періоди онтогенезу дія індивідуальних гомеостатичних механізмів спрямована на виживання особини, на створення умов для її участі у відтворенні популяції. Починаючи з періоду досягнення статевої зрілості, обмін речовин суттєво змінюється; у першу чергу в організмі забезпечуються оптимальні умови для росту і розвитку гамет.

Розвиток нової форми обміну – генеративного обміну – змінює загальну спрямованість обміну речовин в організмі. З цього часу різко знижується ефективність використання їжі на ріст, зростає відносна величина витрат на підтримання процесів життєдіяльності організму. При цьому масштаби генеративного синтезу спочатку збільшуються, потім стабілізуються, а в сумі витрат на підтримання процесів життєдіяльності організму компонента, зв'язана з забезпеченням генеративного синтезу, постійно зростає, оскільки в онтогенезі знижується ефективність всіх синтетичних процесів в організмі. В результаті за кожного наступного нересту збільшуються витрати речовини і енергії на забезпечення генеративного обміну. Поряд з цим поступове порушення співвідношень окремих форм обміну стають незворотними, що приводить до порушення механізмів підтримання механізмів індивідуального гомеостазу.

Між тим екологічне значення вікових змін в обміні речовин полягає у забезпеченні виживання особини до настання репродуктивного віку і її участі в процесі відтворення.

Вікові фізіологічні зміни в організмі риб являють собою основу для підтримання і вдосконалення до певних етапів онтогенезу механізмів індивідуального гомеостазу. Постійне збільшення не лише абсолютного, але й відносного вмісту жиру в організмі, яке відбувається на тлі зниження ефективності білкового росту, так же як і збільшення кисневої ємності крові, являє собою енергетичне підґрунтя для підвищення рухливої активності риб з віком. При цьому зростає швидкість і дальність плавання, а також підвищується ефективність добування рибою їжі. Крім того, із зростанням жирності тканин, зокрема сазана, зв'язана зростаюча в онтогенезі риб стійкість до низьких температур. Отже, в основі змін в онтогенезі взаємовідношень особини з середовищем лежать закономірно вікові зміни в її обміні речовин.

Враховуючи той факт, що риби є пойкилотермними тваринами, а обмін речовин організму тісно пов'язаний з динамікою температурного режиму в часі і просторі, доцільно розглянути сезонні фізіологічні зміни в організмі риб.

Сезонні фізіологічні ритми риб нерозривно зв'язані з онтогенетичними дослідженнями. Добові та сезонні зміни фізіологічних і біохімічних процесів становлять невід'ємну частину процесу індивідуального розвитку організму. Ці ритми сформувались під безпосереднім впливом циклічних змін абіотичних і біотичних чинників, а інтеграція сезонних фізіологічних ритмів формує річний біологічний цикл популяції.

В онтогенезі кожен наступний циклічний процес виникає на тлі відмічених вище незворотних вікових змін обміну речовин, що сьогодні не викликає сумніву. Встановлено також, що для всіх класів хребетних тварин існує загальна тенденція щодо перебігу фізіологічних процесів. Зокрема, виявлена більша тривалість періоду росту у молодих тварин, менша чутливість у них сезонних фізіологічних ритмів. Крім того, показано, що з віком у риб амплітуда сезонних коливань величин морфофізіологічних і біохімічних ознак, а саме відносної маси печінки і м'язової тканини, вмісту білка, жиру і глікогену, тощо зростає. В онтогенезі також збільшується тривалість періоду витрат і наступного відновлення після нересту і зимівлі вміст основних органічних речовин, скорочується тривалість періоду приросту білка, жиру і маси генеративних тканин.

Відмічається також неспівпадання у самиць і самців ритмів окремих фізіологічних процесів. У самців багатьох видів тріскових період білкового росту протягом річного циклу менш тривалий, ніж у самок. Дозрівання гонад у них має менший вплив на інші фізіологічні процеси в організмі. Однак, енергетичні витрати самців в процесі нересту набагато вищі, ніж у самиць. У цей період у самців відмічаються надзвичайно інтенсивні витрати запасних енергетичних речовин.

У риб, які належать до різних екологічних груп, виявлені загальні і відмінні особливості сезонної динаміки абсолютного і відносного вмісту білка, жиру, глікогену і води в різних органах і тканинах. Відносний вміст білка в м'язах оселедцевих, тріскових і камбалових риб протягом року змінюється не суттєво, це зниження в основному простежується в переднерестовий і нерестовий періоди у статевозрілих риб та після зимівлі – у нестатевозрілих особин. Абсолютний вміст білка протягом зимівлі і нересту у планктофагів знижується на 10-20%, у хижих та бентофагів – на 20-40%. По мірі скорочення періоду росту у риб від низьких до високих широт одночасно знижується і річна амплітуда коливань у абсолютному вмісті білка.

У річному циклі змін вмісту білка в організмі бореальних риб з весняним нерестом виділено декілька фаз, в зміні вмісту білка, а саме в його синтезі протягом періоду нагулу і в його витратах в періоди зимівлі і нересту.

На початку нагульного періоду спостерігається повільний приріст білка. У цей час відбувається головним чином відновлення використаних протягом зимівлі і нересту білків крові, саркоплазматичних і в'язевих білків. Після завершення періоду відновлення спостерігається швидкий приріст білка в зоні оптимальних температур. Восени приріст білка в організмі бореальних риб уповільнюється, поки подальше зниження температури його зовсім не призупиняє. Далі настає період стабілізації вмісту білка в організмі. В період зимівлі білок витрачається повільно, його вміст починає швидко падати весною, коли активізується генеративний обмін і риби вступають у переднерестовий період.

У видів з осіннім нерестом сезонні коливання у вмісті білка виражені у меншій степені. Розвиток гонад у них відбувається паралельно з білковим ростом і в основному за рахунок екзогенних джерел – білків їжі. Крім того, значні кількості жиру, які накопичуються в організмі цих риб перед нерестом, забезпечують підтримання процесів їх життєдіяльності протягом всього зимового періоду.

Слід зазначити, що сезонні зміни у вмісті жиру у риб суттєво відрізняються від сезонних змін у вмісті білка. Амплітуда сезонних коливань жиру в організмі риб у багато разів більша, ніж вміст білка.

Протягом річного циклу змінюється не лише кількісний вміст білка і ліпідів, але й їх якісний склад. Причому зміни якісного складу білків менш значні, ніж жиру, і стосуються головним чином фракційного складу саркоплазматичних білків та білків крові і амінокислотного складу білків гонад, що розвиваються. Якісний склад м'язевих білків залишається постійним, а жиру протягом циклу потерпає значних змін.

У першій половині нагульного періоду у тріскових риб у печінці, в оседцевих та деяких інших у м'язах і в порожнині тіла, у камбалових у міосептах глибокої мускулатури інтенсивно накопичуються майже не перероблені жири кормових організмів, головним чином триацилгліцерини. У другу половину вегетаційного сезону більш інтенсивно накопичуються фосфоліпіди й ефіри стеринів, які є своєрідним «будівельним матеріалом» для утворення статевих продуктів.

Протягом зимівлі і нересту на потреби енергетичного обміну використовуються головним чином триацилгліцерини, а структурні ліпіди, як джерела енергії, використовуються лише в періоди максимального виснаження організму. Між тим, ці ліпіди приймають активну участь в процесах генеративного обміну.

Як і в період раннього онтогенезу, так і в періоди різкого зростання рухливої активності риб, у дорослих особин в період нерестової міграції і в процесі нересту в організмі суттєво збільшується вміст неестерифікованих жирних кислот і ефірів стеринів, до складу яких входять високоненасичені жирні кислоти разом з вуглеводами, які є безпосередніми донорами енергії.

Специфіку вуглеводного обміну у риб і сезонні зміни вмісту вуглеводів визначає легка мобілізуємість вуглеводних резервів, їх швидка відновлюваність, здатність вивільнювати велику кількість енергії протягом досить короткого проміжку часу. Крім того, як відомо, частина вуглеводів у риб приймає участь у процесах анаеробного гліколізу.

У м'язах і печінці тріскових риб відмічено відповідно два максимуми і два мінімуми у вмісті глікогену: перший – в кінці нагульного періоду, коли глікоген накопичується в печінці паралельно з жиром і потім протягом зимівлі витрачається, і другий – безпосередньо перед нерестом в результаті глюконеогенезу із продуктів розпаду білково-ліпідних комплексів м'язів.

Виявлено також, що у самиць глюконеогенез виражений у більшій мірі, ніж у самців.

Встановлене існування тісного зв'язку з білковим і жировим обміном, а також з сезонністю живлення водно-мінерального обміну у риб. Індикатором сезонних змін фізіологічного стану риб є сезонна динаміка відносної маси і хімічного складу печінки.

Риба в якості об'єкту промислу і предмету сучасної аквакультури однаково вимагає від фахівця сучасних професійних уявлень відносно фізіолого-біохімічних процесів в організмі в різні періоди річного циклу. Без такої інформованості дуже складно свідомо користуватися сучасними технологіями.

Як відомо, річний біологічний цикл розділений на періоди, які характеризуються певною спрямованістю обміну речовин, специфікою зв'язку популяції з водним середовищем, певною амплітудою мінливості фізіолого-біологічних показників.

Для видів з весняним і літнім нерестом виділені: переднерестовий, нерестовий, післянерестовий, нагульний і зимувальний періоди. У риб з осіннім нерестом спостерігається інша послідовність періодів: за нерестовим періодом слідує зимувальний, який включає зимувальну міграцію, далі нагульний і переднерестовий період, який у них дещо скорочений.

Тривалість і якісні характеристики окремих періодів річного циклу визначаються специфікою способу життя окремих популяцій риб.

Підготовка до переходу в кожний наступний період річного циклу починається в надрах попереднього. У перехідні моменти переналаштовуються регулюючі системи, в організмі накопичуються значні енергетичні ресурси. В результаті дії компенсаторних біохімічних, фізіологічних і поведінкових реакцій знижується природна смертність риби.

У популяції риби, які піддаються сильному охолодженню в зимовий період, особливо у риби північних морів, найбільш складним періодом річного циклу є післянерестовий період. У більшості риби, які віднерестились у цей час відмічаються ознаки значного виснаження: обводнені органи і тканини, витрачені жири і частина структурних білків, знижена проникливість мембран, опірність організму до дії низьких температур, до інвазій та інфекцій. Ступінь виснаження самців у цей період значно вищий, ніж самиць.

Протягом нагульного періоду відбувається відновлення використаних протягом зимівлі і нересту енергетичних і пластичних речовин. Потім відбувається підвищення білкового росту і накопичення жиру.

У видів із зимовим і ранньовесняним нерестом (сайди, наваги, полярної камбали тощо) після нересту у першу чергу накопичується жир. По мірі підвищення температури води відновлюються використані м'язові білки.

В нагульний період у бореальних видів з весняним нерестом процеси білкового обміну, жиронакопичення і визрівання гонад роз'єднані в часі. В період активного білкового росту в зоні оптимальних температур, який

забезпечується енергією дисиміляції жиру, інтенсивного приросту жиру не відбувається. Лише в кінці нагульного періоду, коли низькі температури призупиняють білковий ріст, накопичення жиру починає переважати над приростом білка. У цей час відбуваються досить важливі зсуви у стані гонад: в ооцитах починається відкладення жовтка, в сім'яниках – утворення сперматогоніїв.

Після завершення білкового росту і накопичення жиру в організмі за зниження можливості засвоєння і трансформації поживних речовин в умовах низьких температур починається зимувальний період. У багатьох видів риб цьому періоду передують зимувальна міграція.

Основною особливістю обміну речовин бореальних риб протягом зимівлі є різке зниження інтенсивності загального обміну і рухливої активності, мінімізація енергетичних витрат, призупинення процесів загального обміну.

Переднерестовий період характеризується активізацією процесів генеративного обміну, посиленням діяльності залоз внутрішньої секреції, підвищенням рухливої активності. В цей період посилюються витрати запасних речовин, в енергетичний обмін залучається білок. У риб, які живляться перед нерестом, частково відновлені енергетичні ресурси забезпечують процеси дозрівання гонад і сам процес нересту.

Всі попередні періоди річного циклу з їх системами фізіологічних і біохімічних адаптацій, спрямованих на збільшення ресурсів пластичних і енергетичних речовин (нагульний період), на економні витрати енергії (період зимівлі), на забезпечення виживання особини і створення оптимальних умов для росту і розвитку гамет – у певній мірі є підготовкою до найважливішого періоду річного циклу – нерестового. В цей період всі біохімічні, фізіологічні і поведінкові ресурси організму мобілізуються для здійснення найбільш ефективного процесу відтворення. В енергетичний обмін залучаються не лише запасні, але й структурні фракції ліпідів, зростає концентрація неестерифікованих жирних кислот, використовуються ресурси глікогену, які були накопичені у попередній період в результаті гліюконеогенезу. У цей період особливо помітними стають відмінності у хімічному складі органів і тканин самиць і самців. Протягом самого процесу нересту самці витрачають значну кількість енергії, тому відразу після закінчення періоду нересту їх організм виснажений у більшій мірі, ніж у самиць. З цими обставинами пов'язана широко відома значна післянерестова смертність у самців багатьох видів риб.

У видів і популяцій з осіннім нерестом (кумжа, нототенієві риби, осінній балтійський оселедець) динаміка вмісту окремих речовин протягом річного циклу неоднакова. Досить короткочасний переднерестовий період і нерест відбувається у них невдовзі після завершення періоду нагулу. Гонади у цих риб формуються за рахунок їжі. В результаті перед нерестом в організмі цих риб накопичуються значні ресурси білка, жиру і глікогену.

Відразу після нересту у цих риб починається зимівля, протягом якої використовуються речовини, накопичені протягом нагульного періоду.

Жирність органів і тканин у видів з осіннім нерестом, зазвичай, вища, ніж у систематично близьких до них веснянонерестуючих риб. У цих риб також у меншій мірі в енергетичний обмін залучаються білки і в меншій мірі виражений глюконеогенез.

Отже, в онтогенезі риб відбуваються закономірні зміни обміну речовин, які в певній мірі визначають вікові зміни у взаємовідносинах особин з середовищем. Зростають відносний вміст запасних енергетичних речовин, калорійність організму, а отже рухлива активність риб, і розширюються ареали. Підвищується стійкість риби до несприятливих чинників середовища. До певного віку відбувається удосконалення механізмів індивідуального гомеостазу. Поступово в ході онтогенезу у риб починає виникати дисбаланс між окремими формами обміну речовин, який викликаний невідповідністю зниження інтенсивності синтезу соматичних білків – з одного боку, і зростаючими витратами енергії на підтримання життєдіяльності організму і на процес відтворення – з другого боку. Спочатку ці явища носять зворотній характер, а у подальшому можуть наростати незворотні зміни, які приводять до порушення механізмів гомеостазу і загибелі особини.

Складні процеси, які проявляються в інтеграції індивідуальних і сезонних фізіологічних ритмів є одним з проявів гомеостазу популяцій: вони підтримують стійкість популяцій в умовах зміни екологічних умов.

Виходячи з того, що короп є найстарішим об'єктом тепловодного ставового рибництва і одночасно широко розповсюдженим, доцільно розглянути еколого – фізіологічні основи адаптації коропа за високого рівня інтенсифікації ставового рибництва

Як відомо, інтенсифікація ставового рибництва забезпечується в основному за рахунок збільшення щільності посадки риби на одиницю площі водного дзеркала, а також за рахунок застосування концентрованих комбікормів, органічних і мінеральних добрив. Все це призводить до глибоких порушень екологічного стану водойм і якості води, що вимагає поглибленого вивчення реакції риб на зовнішні впливи шляхом застосування різних методів.

Доведено, що збільшення чисельності риб на одиницю об'єму має негативний вплив на якість води. Існує точка зору про те, що щільність посадки цьоголіток коропа у вирощувальні стави не повинна перевищувати 40-50 тис.екз./га. Але вже в перші дні вирощування риб за щільності посадки 80-100 тис.екз./га у воді накопичується значна кількість метаболітів про концентрацію яких свідчить накопичення аміаку, яке може досягти 3 мг/дм³, і більше.

Між тим експериментально доведено, що за вмісту у воді аміаку у воді в концентрації 3 мг/дм³ відбувається зниження інтенсивності споживання їжі,

продуктивна дія азоту на приріст іхтіомаси, а за концентрації аміаку 5 мг/дм³ спостерігається загибель молоді риби.

За високих щільностей посадки суттєво змінюється загальний гідрохімічний склад води ставів, яке виражається у підвищеній лужності, окисненості, вмісту хлоридів, сульфатів, солей азоту, що є свідченням забруднення води органічними речовинами. Підвищення у воді чисельності риби відбувається й на вмісті у ній розчинного кисню.

Із збільшенням щільності посадки знижується вміст хлорофілу і зростає жовто-зелений індекс. Зміна первинної продукції призводить до зміни природної кормової бази. Загальна біомаса організмів зоопланктону зростає за рахунок збільшення чисельності всіх копепод і коловерток, які мають позитивний вплив на кратність посадки але при цьому зменшується кількість дафній і босмін. Дещо знижується і біомаса зообентосу за щільності 80-100 екз./га., за рахунок хірономідного комплексу і збільшення кількості олігохет, *Jubifex tubifex*, які є індикаторами значного забруднення рибних ставів органічними сполуками. Серед хірономід переважаючою формою стають *Chironomus plumosus*.

Щільності посадки риби в межах до 40-50 тис. екз./га викликає інтенсифікацію всіх процесів обміну речовин, що призводить до поліпшення забезпеченості молоді риби поживними речовинами. Подальше підвищення щільності посадки риби приводить до пригнічення пластичного обміну і посилення енергетичних витрат органічних речовин на підтримання життєдіяльності організму. З підвищенням щільності посадки риби до 80-100 екз./га, відбувається зниження в органах і тканинах глікогену.

Інтенсифікація процесів обміну речовин, яка пов'язана з підвищеними потребами в кисні за ущільнених посадок, викликає підвищення забезпеченості організму гемоглобіном. У риби за щільності посадки 50 тис. екз./га відбувається зростання об'єму крові за рахунок формених елементів, а за щільності 80 і 100 тис.екз/га – за рахунок циркулюючої плазми крові, розширюється амплітуда осмотичної резистентності еритроцитів.

Можливості реалізації потенції росту риби тісно пов'язані з встановленими та напрацьованими відомостями відносно закономірностей внутрішньопопуляційної мінливості фізіолого-біохімічних показників у риби.

Встановлення зв'язків мінливості фізіологічних і біохімічних ознак з умовами життя дозволяє розпізнати обмінні основи коливань виживання, росту і відтворення в окремих поколіннях популяцій. Індивідуальна і групова мінливість ритмів сезонних фізіологічних процесів формує характерну амплітуду популяційної мінливості в ті чи інші періоди річного циклу. Різноманітність особин за такими ознаками, як загальна інтенсивність обміну, швидкість білкового росту, нагромадження енергетичних ресурсів, відносна маса гонад,- важлива властивість кожної популяції.

Риби, як представники нижчих хребетних, відрізняються дуже високою пластичністю обміну речовин. Найбільш помітне пристосувальне значення

цієї пластичності по відношенню до таких ознак, як швидкість росту або масштаби нагромадження енергетичних резервів у особин еврибонтних видів, які населяють водойми з мінливими умовами середовища. Існує майже абсолютна позитивна кореляція маси тіла риб з індивідуальною абсолютною плодючістю і зв'язок темпів накопичення білка і ліпідів в їх організмі з тривалістю життя роблять риб найбільш зручними об'єктами для вивчення загальних закономірностей мінливості.

Мінливість фізіологічних і біохімічних показників розглядається в екологічному плані як групове пристосування організмів, яке забезпечує відносну стабільність видів і підвищену ефективність використання їх популяціями природних чинників, що коливаються, в рамках видової норми реакції.

Відомо, що ступінь мінливості розмірів у передличинок риб, які виклюнулись, невелика, вона зростає в ході розвитку в результаті того, що темпи розвитку у різних особин неоднакові: більш того, у одних вони можуть уповільнюватись в ранньому онтогенезі, у інших – прискорюватись. У багатьох випадках ступінь мінливості визначається селективною смертністю особин у поколінні. При цьому у більшості випадків елімінуються відстаючі в рості особини.

У будь-який момент часу мінливість конкретної ознаки в популяції являє собою результат складного накладення мінливості різних внутрішньопопуляційних угруповань: вікових, в їх межах-статевих; в межах окремих поколінь-груп особин, які відрізняються інтенсивністю і ритмами окремих процесів, наприклад, білкового росту і жиронакопичення.

Під “віковою мінливістю” розуміють зменшення або зростання варіабельності окремих ознак з віком, зв'язане з впливом селективної смертності на окремі частини покоління, зі зміною співвідношень в окремих формах обміну в онтогенезі, які можуть проявлятися і в зміні маси співвідношень окремих органів і тканин, з порушенням у самих старших особин функції відтворення, коли різко порушуються закономірні співвідношення між індивідуальною абсолютною плодючістю, масою і жирністю тіла.

Під “сезонною мінливістю” розуміють зміну варіабельності якої-небудь ознаки в межах покоління або всієї популяції від сезону до сезону. Ці коливання амплітуди мінливості визначаються різною ступінню неспівпадіння ритмів сезонних фізіологічних процесів в різні періоди річного циклу у окремих поколінь, самиць і самців, різних груп особин одного покоління, які відрізняються обмінними характеристиками. Факторами сезонної мінливості також може бути селективна смертність, наприклад, смертність маложирних цьоголіток коропа в ставах і морських риб в період зимівлі, компенсаційні процеси.

Для виявлення екологічних закономірностей мінливості повинні виділятися ті ознаки, які є надійними індикаторами змін умов життя

популяцій, з одного боку, і добре визначаються кількісно – з другого. Таким “універсальним індикатором” є швидкість росту риб, з якою тісно зв’язана швидкість розвитку, оскільки ріст-це кількісна сторона розвитку. Адже ріст риби-це один з найважливіших механізмів, за допомогою якого окрема особина і популяція в цілому автоматично реагує на зміни забезпеченості їжею перебудовою темпу свого розмноження і інтенсивності споживання їжі.

Виходячи з попередньої інформації доцільно розглянути чинники морфофізіологічної мінливості риб.

Значна мінливість білкового росту риб визначається великою залежністю їх обміну речовин від чинників зовнішнього середовища, складністю трофодинамічної структури водних екосистем і значними коливаннями в забезпеченості риб їжею, багатократною зміною характеру живлення в онтогенезі.

У результаті високої плодючості риб і мінливості показників, які характеризують ріст, значна мінливість темпів їх розвитку навіть в одновіковому потомстві одних батьків за загального прискорення темпу розвитку у одних особин і уповільнені у інших викликає відповідні зсуви швидкості росту окремих органів або частин тіла, які не завжди суворо синхронні. Як правило, мінливість мас та лінійних розмірів передличинок риб після викльову невелика і досягає максимуму до кінця першого року життя, але потім знову зменшується до періоду досягнення статевої зрілості.

Частка мінливості розмірів тіла, яка визначається власним генотипом ростучого організму, як правило, в процесі росту зростає. Чим пояснюється зростання варіабельності розмірів і маси тіла риб в онтогенезі і які екологічні аспекти цієї мінливості. Г.Д. Поляков пов’язує зміни ступеню різноякісності з умовами життя популяцій, головним чином з мінливістю забезпеченості їжею окремих вікових, розмірних і вагових груп як зсередини всієї популяції, так і в межах окремих поколінь. Для росту і розвитку цьоголіток риб велике значення має зміна характеру живлення, яка протягом першого року життя здійснюється багатократно і відбувається в короткі терміни.

Значна мінливість розмірів і маси особин в межах поколінь зберігається у риб протягом перших років життя. З різною швидкістю росту особин тісно зв’язані і інші показники обміну, а саме інтенсивність споживання кисню, швидкість і масштаби накопичення і витрат енергетичних ресурсів. Певна швидкість білкового росту разом з іншими фізіологічними і біохімічними показниками відображує певний тип обміну речовин, який зберігається у більшості особин покоління протягом всього їхнього життя. Швидкість росту є кількісною стороною розвитку і в певній мірі відображує темпи розвитку. Мінливість швидкості росту особин у поколінні відображує мінливість швидкості розвитку.

Із збільшенням швидкості росту особин в поколінні інтенсивність споживання кисню знижується. За однієї і тієї ж маси тіла у повільноростучих особин старшого віку із двох суміжних поколінь

інтенсивність споживання кисню була вище, ніж у швидкоростучих особин молодшого покоління.

Розглядаючи покоління в цілому, можна припустити, що існує мінливість програм росту для окремих особин. Риби, які ростуть швидко, раніше досягають статевої зрілості, у них у більш ранньому віці обмін зсувається в бік переважання накопичення енергетичних ресурсів над білковим ростом. До настання статевої зрілості білковий ріст риб більш мінливий, більше піддається впливу зовнішніх чинників і здійснюється з максимальною ефективністю. По досягненню статевої зрілості обмін речовин зсувається в бік забезпечення оптимальних умов в організмі для нормального перебігу процесів генеративного обміну. При цьому швидкість соматичного росту статевозрілих особин уже у порівняно меншій степені залежить від факторів середовища, які коливаються.

Крім впливу ендогенних чинників, зв'язаних з перебудовою обміну речовин в бік накопичення енергетичних резервів і забезпечення відтворення, з віком розширюються діапазони стійкості ряду процесів, у тому числі і білкового росту, до дії абіотичних чинників.

Значна мінливість швидкості росту особин в окремих поколіннях протягом перших років життя і в результаті цього значна мінливість довжини, маси тіла і абсолютної кількості накопичення у вигляді органічних речовин енергії визначають різне у часі досягнення статевої зрілості.

Слід зазначити, що варіабельність деяких морфологічних і біохімічних показників у самців і самиць риб неоднакова: у самиць більша мінливість показників, які характеризують пластичний обмін, а саме довжина і маса тіла, вгодованість, вміст білка у м'язах. Встановлено, що у самців вище мінливість показників, зв'язаних з енергетичним обміном по вмісту жиру, його окремих фракцій, вмісту гемоглобіну.

Для окремих поколінь, деяких видів риб (наваги, тріски, салаки, річкової камбали) співставлена мінливість ряду показників у груп особин з різною швидкістю росту і прослідковано зв'язок швидкості росту з жиронакопиченням і якісними та кількісними показниками розвитку відтворювальної системи. Як правило у риб до якоїсь межі прослідковується позитивний зв'язок накопичення жиру з швидкістю білкового росту. Однак, за більш високої інтенсивності росту витрати енергії на білковий синтез настільки великі, що досягнення високого вмісту жиру стає неможливим.

В межах окремих поколінь швидкоростучі особини виявляються фізіологічно більш старими: у них більш низька інтенсивність споживання кисню, менша жирність і нижче частка генеративного обміну. По відношенню до таких інтегральних показників обміну, як інтенсивність споживання кисню і ефективність використання їжі на ріст, ця закономірність проявляється вже протягом ембріонального, личинкового і ювенільного періоду: зниження інтенсивності жирового і генеративного обміну спостерігається у старших вікових груп популяції.

Отже, в межах окремих поколінь спрямованість змін морфофізіологічних і біохімічних показників така ж, як і в онтогенезі.

Диференціація особин поколінь за темпами росту і розвитку у риб має дуже велике екологічне значення. Протягом ранніх періодів онтогенезу з нею пов'язано більш повне і ефективне використання популяцією кормової бази. Неоднакове в часі досягнення статевої зрілості особинами покоління з різною швидкістю росту стабілізує процес відтворення. На багатьох видах риб доведена понижена виживаність нащадків від плідників, які досягли статевої зрілості у найбільш ранньому віці.

Крім того, швидкість досягнення статевої зрілості у риб певним чином зв'язана з тривалістю життя. Уповільнені процеси обміну, у тому числі більш пізній початок періоду старіння у таких риб дозволяє зберегти здатність до відтворення. Риби з уповільненим ростом і розвитком приймають участь у більшій кількості нерестів, ніж особини з прискореним розвитком. Розтягненість часу досягнення статевої зрілості і різна тривалість життя у риб з різною швидкістю росту і розвитку приводять до виникнення феномену Лі, який полягає у тому, що до найбільшого віку досягають ті риби, які в перші роки жили повільно.

Таким чином, варіабельність біохімічних показників органів і тканин риб закономірно змінюється від сезону до сезону: вона мінімальна в кінці нагульного періоду, коли в найменшій степені проявляється неспівпадання сезонних ритмів фізіологічних процесів у риб різного віку з різними темпами розвитку і росту, і максимальна – в нерестовий період, коли відбувається значне виснаження ендогенних ресурсів організму.

Внутрішньопопуляційна мінливість морфофізіологічних та біохімічних складових риб доцільно розглядати в якості продукту тривалого філогенезу, а сучасний стан якості – складова і теоретичне підґрунття фахової підготовки.

Екологічне значення внутрішньопопуляційної мінливості морфофізіологічних і біохімічних показників витікає з концепції – важлива складова для свідомих технологічних рішень.

Важливою особливістю в цьому зв'язку являється надзвичайно висока мінливість білкового росту на ранніх етапах онтогенезу аж до досягнення статевої зрілості. За високих щільностей посадки популяцій молоді і значних міжсезонних і міжрічних коливаннях кормових умов природних і штучних акваторій значна мінливість розмірів і маси риб забезпечує більш повне використання ними обмежених харчових ресурсів.

Швидкоростучі особини логічно характеризуються високим темпом росту, більш швидким зниженням інтегральних показників обміну речовин, підвищеною інтенсивністю генеративного обміну. При погіршенні забезпеченості їжею у них швидше настають порушення у співвідношенні пластичного і енергетичного обміну. Крім того, у таких риб вже при другому-третьому нересті намічаються різкі невідповідності між масштабами генеративного обміну і можливостями організму забезпечити його

пластичними і енергетичними ресурсами. Порушення співвідношень між формами обміну, підвищена ендокринна активність гонад приводить до порушень гомеостатичних механізмів і до загибелі таких риб у більш ранньому віці.

Мінливість швидкості росту і часу досягнення статевої зрілості стабілізує структуру популяції, забезпечує більшу стабільність характеру відтворення в умовах великої смертності риб на ранніх етапах розвитку. З іншого боку, висока мінливість швидкості росту і темпів розвитку риб забезпечує "поле діяльності" для селективної природної смертності; в результаті елімінації риб з певним типом обміну речовин спостерігається їх характеристика "вікова мінливість", доживання до граничного віку найбільш тугорослих.

Мінливість швидкості росту організму риб, зокрема часу досягнення статевої зрілості, в значній мірі визначається також мінливістю темпів накопичення енергетичних ресурсів, і в першу чергу жиру. Слід відмітити, що якщо мінливість білкового росту найбільш велика протягом ранніх періодів онтогенезу, то мінливість вмісту жиру, навпаки, зростає з віком по мірі зсуву співвідношень між білковим синтезом і жиронакопиченням на користь останнього.

Знання теоретичних складових дає реальні можливості управління процесами обміну речовин у риб, що важливо для термінів накопичення маси і статевого формування особин.

Розвиток підходів до управління окремими процесами індивідуального розвитку вимагає глибоких знань вікових змін в обміні речовин з урахуванням адаптації організму до екологічних умов. Відомо, що в онтогенезі відбувається становлення гомеостатичних механізмів, які забезпечують виживання особин, її розвиток, ріст, участь в процесі відтворення; зростає діапазон стійкості організму до дії чинників зовнішнього середовища, а також розвиваються інтеграційні механізми.

Протягом індивідуального розвитку риб постійно знижується потенційно можлива ефективність соматичного росту на тлі зростання масштабів енергетичного обміну, що забезпечується накопиченням в органах і тканинах запасних енергетичних сполук – вуглеводів і головним чином – ліпідів. Саме така позиція зформульована в роботах Шульмана П.В., Шатуновського М.І., яка є результатом тривалих спеціальних досліджень.

Суттєві зміни відбуваються в онтогенезі риб по відношенню до окремих форм обміну речовин.

Шатуновський М.І. стверджує, що протягом ювенільного періоду онтогенезу, протягом періоду досягнення статевої зрілості, періоду зрілого стану і старіння ефективність використання спожитої речовини (і енергії) на соматичний приріст виявляє постійну тенденцію до зниження.

По мірі зростання віку і розмірів риб змінюється їх забезпеченість їжею, відбувається неодноразова зміна характеру живлення в онтогенезі. При

цьому реальні раціони деяких вікових груп риб значно менше максимально можливих. Тому за фізіологічно більших можливостей конвертування спожитої їжі у приріст реєструється значно менші коефіцієнти K_2 . Істинні величини фізіологічної ефективності використання їжі на ріст для різних вікових груп прісноводних риб значно вище, що встановлено експериментальним шляхом. Розбіжності в фактичних і теоретично можливих коефіцієнтах K_2 відкриває певні можливості щодо інтенсифікації і підвищення ефективності росту риб в умовах аквакультури. В природних умовах низькі величини K_2 пояснюються недостатньою забезпеченістю їжею або ж не оптимальними умовами її засвоєння і використання на приріст. Певний лімітуючий вплив на сумарний показник ефективності росту має в природних умовах величина енергетичного обміну. На деяких видах риб показано, що в період досягнення статевої зрілості коефіцієнти використання асимільованої їжі на приріст соматичних тканин знижується майже вдвічі. У коропа і райдужної форелі досягнення статевої зрілості зв'язано з різким зниженням швидкості і ефективності росту. Тому одним з можливих заходів підвищення рибопродуктивності може бути вирощування ювенільних риб до максимально великих розмірів за високих рівнів конвертування спожитої їжі в соматичний приріст.

Відомо також, що вік і розміри тіла риб у меншій мірі впливають на швидкість обміну речовин, ніж на соматичний ріст. Однак в установках індустриального типу відкривається можливість зниження енергетичного (функціонального) обміну і підвищення ефективності соматичного росту. Підходи до управління енергетичного обміну і росту витікають із детального аналізу впливу на ці процеси окремих факторів і їх сумарної дії. Єдиним контролюючим фактором є температура, яка задає ритм живленню, перетравленню їжі, її засвоєння, включення її компонентів в обмін, в приріст тканин.

Розроблення підходів до управління процесами росту і розвитку орієнтується на зміні перебігу окремих фізіологічних процесів у контрольованих людиною умовах. Кінцевою метою управляемого впливу за вирощування ранніх стадій розвитку риб є значне підвищення виживаності молоді в умовах аквакультури порівняно з природними умовами, отримання життєстійкого рибопосадкового матеріалу. Другим етапом управління є вирощування з максимальною ефективністю до товарних розмірів і маси тіла молодих особин. Тому управління цим процесом повинно здійснюватись на основі експериментально і теоретично розрахованих ростових потенцій шляхом організації оптимальної годівлі риб, зниження рівня енергетичного обміну, проведення циклу вирощування за можливо більш короткий проміжок часу (переважно однолітній цикл) на тлі високих і поступово зменшуючих значень K_2 .

Крім товарного вирощування риби, не менш важливою метою у рибництві є формування маточних стад в штучних умовах. У цьому випадку

доцільним є вже, починаючи з ранніх етапів онтогенезу, щоб умови вирощування були спрямовані не на досягнення максимальної маси тіла протягом максимально короткого часу, а на забезпечення оптимальних умов для розвитку генеративного обміну, для формування повноцінних гамет. Вирощування і раціональне використання особин маточних стад повинно базуватись на постійному контролі за їх фізіологічним станом, особливо за умов промислового рибництва. Змінами термічного режиму, освітленості, газового режиму води, змінами режиму штучної годівлі і складу раціону можна у тій чи іншій мірі управляти термінами визрівання плідників, змінювати якість статевих продуктів, що формуються у необхідному напрямку. Важливим елементом штучного відтворення є і віковий підбір плідників. Однією з основ вікового підбору є встановлення зв'язків фізіолого – біохімічного стану плідників риб з якісними показниками зрілих статевих продуктів, з виживаністю нащадків. Однією з важливих задач управління за вирощування маточного стада риб є подовження вікового інтервалу періоду оптимального відтворення, виявлення і виключення з процесу відтворення вперше визріваючі особин і старіючих риб з заниженими якісними показниками статевих продуктів.

Питання для самоперевірки до розділу 5

1. Особливості росту риб в онтогенезі.
2. Особливості росту риб різних видів.
3. Статеве дозрівання та його специфіка у риб.
4. Сезонні фізіологічні ритми риб.
5. Мінливість у риб та її значення.

6. ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ СТАТІ ТА СТАТЕВИХ ПРОДУКТІВ РИБ

Висока сучасна чисельність видів риб сформувалася протягом тривалого філогенезу і напрацювала ряд особливостей в межах ареалу. Виходячи з цього певний теоретичний інтерес викликає система понять про внутрішньовидові біологічні угруповання риб, що є ваговою складовою формування статі та статевих продуктів риб.

Час нересту у різних видів риб досить різноманітний і приурочений до різних сезонів року. Промислових риб помірних та високих широт розділяють на дві групи нерест яких відбувається у різні пори року.

Перша група риб нересту є у березні – липні, а друга – у вересні – січні. У обох груп риб викльовування передличинок приурочені до весни і літа, коли у водоймах відбувається інтенсивний розвиток кормового планктону, який є їжею для всіх видів риб на ранніх стадіях їх розвитку.

Неоднакові календарні терміни ікрометання властиві також риbam одного виду і навіть однієї популяції.

Прохідні риби йдуть на нерест в ріки в різний період року і з неоднаковою ступінню стиглості статевих залоз. Одні з цих риб нерестять невдовзі після заходу в річку, інші – лише на наступний рік. Спостерігаючи таке явище, Л.С.Бер дійшов висновку, що у деяких лососевих і осетрових риб існують ярові і озимі раси. Ярові риби мігрують із моря в ріки, де вони мечуть ікру в цьому ж році. Озимі риби йдуть із моря в ріки, де вони нерестять лише наступного року.

Вивчивши особливості розмноження куринського і волзького осетра, вченими Н.А. Гербильский, Б.Н. Казанский, И.А. Баранникова встановили наявність біологічних груп всередині їх популяції, що слугувало поглибленню вчення Л.С. Берга про сезонні раси. Було встановлено, що осетер, мігруючий із Каспію у Волгу, має чотири біологічних групи: ранній яровий осетер, пізній яровий осетер, озимий осетер літнього ходу і озимий осетер осіннього ходу.

Ранній яровий осетер входить у Волгу ранньою весною з гонадами в близькій до завершення або завершеній IV стадії стиглості і відкладає ікру невдовзі після підйому в річку, коли температури досягають оптимальних для нересту значень, а це середина травня – початок червня. Пізній яровий осетер входить у Волгу весною і влітку з гонадами у незавершеній IV стадії стиглості і нерестить у цьому ж вегетаційному сезоні після зниження високих літніх температур, а саме в липні – серпні.

Озимий осетер літнього ходу мігрує до Волги в травні – липні зі слабозвиненими статевими продуктами, яєчники знаходяться в III – IV, а сім'яники в II – III стадіях стиглості і відкладає ікру ранньої весни наступного року, що припадає на кінець квітня – травень. Озимий осетер осіннього ходу мігрує до Волги в серпні – вересні з гонадами в близькій до завершення IV стадії зрілості і нерестить так же, як і озимий осетер літнього ходу, ранньою весною наступного року, що відбувається в кінці квітня – в травні.

Всі вказані екотипи мігрантів, за виключенням пізнього ярового осетра, є російським осетром. Пізній яровий осетер представлений в основному особинами другого осетра – перським осетром. Крім куринського і волзького осетра, внутрішньопопуляційна диференціація існує у осетра і в ряді інших рік. Біологічні групи є також всередині популяцій севрюги і білуги в ріках Каспійського і Азовського басейнів.

Озимі форми осетрових з яєчниками в IV стадії стиглості, в яких ооцити досягли дефінітивних розмірів, а це кінець трофологічного росту, заходять в річку і там в ній зимують. Ооцити цих риб знаходяться у такому стані аж до весни. З настанням сприятливих екологічних умов для нересту цих риб відбувається завершення оогенезу під впливом гонадотропного гормону гіпофізу. Такого роду адаптація, яка здійснюється за рахунок

затримки ооцитів в стані завершеного протоплазматичного росту, залежить від функції клітин мезоаденогіпофізу, які продукують гонадотропний гормон. Восени вміст цього гормону в гіпофізі озимих форм осетрових у два рази нижче, ніж весною і влітку у ярових.

Велике значення в адаптації певної популяції деяких видів лососевих риб, а саме сьомги, до умов розмноження має утворення карликових самців в її межах, які постійно знаходяться в річці і приймають участь у нересті з мігруючими самками.

Місця нересту озимих риб розташовані у верхній течії рік, а ярових риб – у нижньому. Така внутрішньовидова диференціація прохідних риб відносно місць нересту також носить пристосувальний характер і дозволяє використовувати нерестовища, розташовані у різних ділянках річки на дуже великій її протяжності, що забезпечує сприятливі умови для виживання нащадків. Після нересту плідники прохідних риб і їх молодь мігрують із рік до моря.

Наявність біологічних груп всередині популяції обумовлено умовами ареалу. Внутрішньопопуляційна диференціація риб не проявляється за відсутності необхідних умов для її розвитку.

Таким чином, диференціація у межах популяції – це пристосування риб до умов розмноження і розвитку. Внутрішньовидова диференціація – це найважливіша видова адаптація до умов ареалу, що приводить до найбільш повного використання її можливостей.

Знання внутрішньопопуляційної диференціації дозволяє не лише науково обґрунтовано вирішити питання щодо регулювання рибальства і лімітування вилову цінних прохідних промислових риб, але й правильно розташовувати рибні підприємства та визначати їх потужність. Це дає можливість складати сезонний графік роботи з розведення різних біологічних груп в необхідній кількості і співвідношенні з тим, щоб зберегти генетичну і екологічну структуру популяцій і збільшити їх чисельність.

Збереження внутрішньопопуляційної диференціації у риб особливо важливо в сучасних змінних умовах під впливом негативних природних і антропогенних чинників, коли спостерігається скорочення нерестових площ і співпадання місць нересту у багатьох біологічних груп риб, порушення динаміки ходу плідників в ріки і погіршення їх фізіологічного стану. У зв'язку з цим необхідна подальша інтенсифікація риборозведення, яка передбачає впровадження у виробництво нових прийомів і методів управління біологічним процесом.

Знання внутрішньопопуляційних зв'язків у риб дозволили здійснити і науково обґрунтувати та розробити метод регулювання ходу статевого циклу і вистигання плідників осетрових, що дозволило також здійснювати розведення всіх біологічних груп цих видів риб у промислових масштабах. Впровадження цього методу у виробництво дозволяє раціонально управляти

осетровим господарством у південних морях, має вагомий значення в процесі акліматизації та реакліматизації.

Штучне відтворення риб фактично є технологією, складові якої передбачають управління статевим циклом риб.

При промисловому риборозведенні велике значення має логічне планування і організація роботи з підтримання і збільшення чисельності тієї чи іншої популяції з урахуванням її структури, яка історично склалась, що є важливою пристосувальною властивістю виду у кращому використанні нагульного і нерестової частин ареалу. У зв'язку з цим при промисловому риборозведенні слід зберігати всередині кожної популяції риб певне співвідношення між різними біологічними групами, які необхідні для прогресу виду і бажані для людини.

Завдяки проведеним дослідженням багатьма вченими ця проблема успішно вирішується в лососівництві та осетрівництві. Протягом останніх років були розроблені теоретично і впроваджені у виробництво еколого – фізіологічні основи управління статевим циклом осетрових. Вже зараз рибні заводи можуть управляти вистиганням плідників різних біологічних груп осетрових. Виходячи з цього напрацьовані відповідні варіанти витримування різних біологічних груп осетра у спеціально побудованих з цією метою басейнах на осетрових рибних заводах.

- Витримування протягом декількох діб плідників раннього ярового осетра, гонади яких знаходяться в IV стадії стиглості, в басейнах з певним водообміном і за природних температур річкової води без зміщення їх статевого циклу.
- Витримування протягом 1,5 – 2 міс. плідників пізнього ярового осетра і протягом 7 – 8 міс. плідників озимих форм осетра до переднерестового стану, а саме IV стадія стиглості гонад) в басейнах з певним водообміном і за природних температур річкової води без зміщення їх статевого циклу.
- За оптимальних нерестових температур в річці можна здійснювати резервування до 2-3 міс. плідників ярового осетра, гонади якого знаходяться в IV стадії стиглості, і попередньо витриманих на заводі протягом 7-8 міс. плідників озимого осетра літнього і осіннього ходу, у котрих яєчники і сім'яники також мають IV стадію стиглості. Утримання цих плідників в басейнах з регулюємою температурою води, поступово зниженою до 2-4° С, і певним водообміном дозволяє змістити статевий цикл на більш пізні терміни шляхом його затримки на IV стадії стиглості гонад. За потреб рибничого підприємства в цих плідниках температуру води в басейнах поступово підвищують до нерестової. Отже, за витримування плідників осетра в басейнах за регулюємих температур води і певного водообміну можна затримати розвиток гонад в IV стадії стиглості, за якої риби досягають переднерестового стану. Це забезпечує зсув у статевому циклі плідників осетра на бажаний час.

У всіх варіантах кінцеве вистигання статевих продуктів плідників різних біологічних груп осетра, гонади яких знаходяться в IV стадії стиглості, відбувається, як і у інших видів осетра, протягом 1-2 діб шляхом введення їм гонадотропного гормону гіпофіза, або препаратів аналогічної дії

Таким чином, на думку А.П. Іванова, рибоводи можуть отримати зрілих плідників різних біологічних груп осетра, застосовуючи той чи інший варіант управління їх статевим циклом.

Поряд з еколого – технологічними складовими, фізіолого – біохімічними чинниками важливе значення у формуванні сучасних технологій мають генетичні основи формування статі риб.

Як і всі видові особливості, статева структура популяції і її зміни у зв'язку із змінами умов життєдіяльності організму, зв'язані не лише з хромосомним набором, але й являє собою пристосувальну реакцію до умов оточуючого середовища. Раніше існувала точка зору про те, що співвідношення статей змінюється лише в результаті природного відбору без урахування впливу на ці процеси оточуючого середовища. Багаточисельними дослідженнями було встановлено, що шляхом зміни температури, солоності води, щільності посадки риб, зміни інтенсивності і характеру обміну речовин, а також впливом на ікру, що розвивається, статевими гормонами, можна змінювати співвідношення статей в популяції. Користуючись цими принципами, формування статей в популяції рибоводи можуть на свій розсуд, в залежності від завдань регулювати статевий склад вирощуваного стада риб.

Планування відповідних складових технологічного процесу передбачає отримання знань щодо закономірностей динаміки плодючості риб і зміни, які розглядаються як пристосувальна реакція популяції на зміну забезпеченості риби їжею. Адже відомо, що за покращення забезпеченості риби їжею плодючість популяції зростає, а за зменшення, навпаки, скорочується. Виходячи з цього вкрай важливо розуміти закономірності розвитку статевих продуктів риб, оскільки від цього залежить успіх отримання повноцінних ікри і молок.

Розвиток статевої залози – це процес, який відбувається не сам по собі, а у єдності зовнішнього і внутрішнього, який залежить як від попереднього стану, так і від тих умов, в яких знаходиться організм в процесі вистигання статевих залоз. Розвиток останніх, як відомо, нерозривно зв'язаний із загальним обміном речовин. Враховуючи це, шляхом регуляції обміну речовин можливо в певних межах регулювати хід розвитку статевих залоз.

Необхідно також враховувати і ті обставини, що гаметогенез у різних видів риб достатньо специфічний, що необхідно враховувати поряд з тими умовами, які необхідні для проходження кожної фази овогенезу і сперматогенезу.

Успішність проведення технологічних заходів передбачає володіння відповідними знаннями, які розкривають закономірності зміни якості

статевих продуктів. Як і плодючість, якість статевих продуктів виробляється як пристосування до умов життя і змінюється зі зміною цих умов. Так у плітки, за певного режиму живлення, найбільший запас жовтка в ікрі спостерігається у самок у віці п'яти років. За зміни режиму живлення, можна отримати ікру з найбільшим запасом жовтка, як у самок старшого віку, так і в більш молодих риб. В ікрі більш жирних риб, які, зазвичай, є більш плодючими, як правило, міститься дещо менший запас жовтка. З викладеного логічно витікає, що регулюючи режим нагулу, можна регулювати як вік статевого визрівання риб, так і потенційну плодючість.

Відтворення риб в штучних умовах передбачає наявність розмірно-статевої структури популяції. Загальне співвідношення статей у популяції багатьох видів риб близько 1:1, але співвідношення статей у різних вікових і розмірних вікових групах виявляється досить різним. Переважання самців спостерігається у молодших вікових групах, що пов'язано з більш раннім їх статевим досяганням порівняно з самицями, а також більш раннім вступом до складу нерестового стада і меншою тривалістю життя. Камбали Північного моря у своєму складі мають кількість самців у дволітньому віці - 63%, а потім їх кількість поступово зменшується, складаючи у 5-6-річному віці 50-51%, а в 9-річному – менше 13%. Розглядаючи певні нерестові популяції можливо констатувати, що таке явище, як переважання дрібних самців у нерестовій популяції властиво далеко не всім видам риб. У деяких видів сомових самки більш дрібні, ніж самці і їх відсоток вище серед дрібних риб у нерестовій популяції.

За характером співвідношення статей серед особин різних розмірів виділяють три групи. У представників першої групи до яких віднесений океанічний оселедець між самцями і самками не виявлено суттєвої різниці за темпом росту, віком статевого вистигання і тривалістю життя.

Другий тип зміни співвідношення статей з розмірами і віком характерний для осетрових, більшості коропових, багатьох лососевих, окуневих. У риб з цим типом співвідношення статей самці стають статевозрілими раніше самиць і, зазвичай, раніше помирають. У зв'язку з цим у них серед дрібних молодих статевозрілих риб переважають самці, а серед крупних – самиці. Переважання самиць серед крупних риб спостерігається і у риб в межах однієї вікової групи. Така структура популяції, коли самиці виявляються крупнішими самців, забезпечує більшу плодючість стада, оскільки крупні особини відкладають більше ікринок. У той же час завдяки тому, що самці дрібніші самиць, за однієї і тієї ж кормової бази забезпечується висока чисельність популяції за збереження її відтворювальної здатності. У більшості видів цієї групи за нересту з більш крупними самицями нерестять декілька більш дрібних самців.

Третя група риб – це види, у яких самці більш крупніші, ніж самиці, і вони переважають серед риб більш крупних розмірів. При цьому інколи виявляється, що за віком співвідношення статей виявляється оберненим.

Більші розміри і більший вік самців порівняно з самками спостерігається у тих видів риб, у яких самці охороняють ікру, що характерно для сомів, губанів, бичків і деяких інших. У прохідних лососей більші розміри самців очевидно пов'язано з необхідністю подолання високих швидкостей течії протягом більш тривалого часу, що витікає з участю одного самця в нересті з декількома самицями.

У багатьох видів риб поряд з крупними за розмірами самцями, які інколи перевищують розміри самиць, є дрібні карликові форми самців про що сказано вище і типово для лососей. Такі самці у складі популяції в окремих випадках бувають представлені лише карликовими формами, що характерно для глибоководних вудильщиків.

У багатьох прохідних риб у мігруючій частині популяції відсоток самиць буває набагато вищим відсотку самців, що відмічено у багатьох лососей, гольців, аральського вусача. У деякі роки кількість самок досягає 80%. Виходячи з того, що в осіменінні ікри крупних самок приймають участь головним чином карликові самці, на рибних заводах сперма карликових самців також може замінити сперму прохідних самців, що технологічно має певний сенс.

У деяких випадках популяція може бути представлена двома групами риб обох статей – карликовими самцями і самицями і крупними прохідними самцями і самицями. Нерест крупних і карликових риб відбувається одночасно, але прохідні самці лосося після нересту, зазвичай, гинуть, а карликові нерестують декілька разів у житті.

У складі іхтіофауни переважають роздільностатеві види, але для багатьох видів характерним є гермафродитизм. Таке явище притаманне багатьом костистим риbam. Серед гермафродитів є групи функціональних або синхронних і нефункціональних гермафродитів.

У гонадах функціональної групи гермафродитів можна розрізнити яєчникову і сім'яникову частини. В один і той же час в гонадах цих риб можуть знаходитись як зрілі яйця, так і сперма. Між тим у цих риб, зазвичай, самозапліднення не відбувається і кожна особина виконує по чергово то функцію самки, то функцію самця. Вважають, що самозаплідненню в природних умовах заважають, очевидно, якісь не вивчені до цього часу фізіологічні бар'єри.

У риб, які належать до групи не функціональних гермафродитів, в гонаді також можна розрізнити дві частини: яєчникову і сім'яникову. Однак, на відміну від функціональних гермафродитів, у нефункціональних гермафродитів обидві частини не функціонують одночасно. У одних видів риб у молодому віці найбільшого розвитку досягає яєчникова частина, а самцева залишається неактивною і такі особини функціонують як самиці. Після одного або декількох ікрометань яєчник цих риб піддається редукції, овоцити резорбуються, а сім'яник досягає найвищого розвитку, а явище зміни статі носить назву протогинії.

Одночасно у складі іхтіофауни існують види де спостерігається інша закономірність - у молодому віці вони функціонують як самці, а в старших вікових групах трансформуються у самиць. Така зміна статей носить назву протандрії.

У деяких видів риб (*Diplodus annularis*) є як роздільностатеві особини, так і гермафродити, причому процент гермафродитних особин з віком зменшується. Серед чотирічних риб самиць 60%, самців 20%, гермафродитів 20%, а серед шестирічних кількість гермафродитів становить біля 3%.

Існує третя група риб – гермафродити, які у більш молодому віці мають яєчник і вони функціонують як самиці, а через деякий час у них спостерігається реверсія статі і старші вікові групи риб представлені лише самцями. У цих риб спостерігається також протогінія, однак, на відміну від протогінії нефункціональних гермафродитів, у риб з потенційним гермафродитизмом в гонаді самки не виражена сім'яникова частина. Серед овоцитів є лише недиференційовані статеві клітини – гонії, подальший розвиток яких і утворює замість яєчника сім'яник.

Біологічна суть гермафродитизму до кінця ще не встановлена. Між тим немає сумніву в адаптивному значенні цього явища. Протогінію і співвідношення статей, яке зсунуто в бік переважання самок у більш молодому віці плідників риб можна розглядати як пристосування до збільшення швидкості відтворення за край несприятливих умов. Так, у *Monopterus albus*, який вирощується на рисових чеках острова Ява, період розмноження досить короткий. Тому цей вид пристосувався до нестабільних умов на рисових полях. Після сухого періоду відбувається швидке відновлення популяції цих риб завдяки тому, що всі кормові ресурси використовуються в першу чергу для забезпечення процесів життєдіяльності особин, які функціонують як самиці, що і приводить до різкого підвищення чисельності популяції. Особини, які пережили несприятливий період, стають самцями, вони більш крупні, продукують більшу кількість сперми і здатні нерестувати з декількома самицями.

Отже, протогінія – це пристосування, яке забезпечує зростання чисельності популяції завдяки використанню кормових ресурсів водойми особинами, які функціонують як самки. Припускають, що протогінія притаманна тим видам риб, які живуть у водоймах або в біотопах з нестабільними екологічними умовами, або з нестабільною кормовою базою.

Значно рідше зустрічається явище протандрії. Припускають, що воно викликається дефіцитом кормової бази для вистигання самиць у більш молодому віці, але успішно використовується для визрівання самців. Але через деякий час самці, які підросли, перетворюються у крупних і, отже, у більш плодючих самиць.

Важливим позитивом явища гермафродитизму серед риб є й те, що у випадку синхронних гермафродитів забезпечується можливість відновлення популяції навіть за збереження поодиноких особин.

Щодо механізмів зміни статі у риб-гермафродитів, то він до цього часу досконало ще не вивчений. Існують лише припущення про те, що зміна статі відбувається під гормональним впливом. Адже доведено, що стать риб у значній мірі визначається статевими гормонами і будь-який агент чи вплив чинників водного середовища, які ведуть до зниження секреції гормонів, викликає перетворення статі. Реверсія статі може також спостерігатись у риб старших вікових груп у зв'язку із згасанням статевої функції, яке пов'язане з віковими змінами в обміні речовин.

Працюючи в обраній галузі необхідно мати професійну точку зору на пристосувальне значення змін співвідношення статей і механізми регуляції статевої структури популяції.

Статева структура популяції має дуже важливе значення у відтворенні виду або популяції. У риб, як і в інших тварин, виробляються відповідні механізми регуляції статевого складу групи у зв'язку зі змінами умов життєдіяльності, зокрема, зі зміною забезпеченості організму їжею. Оскільки забезпеченість особини їжею тісно пов'язана з чисельністю популяції, то зміни чисельності повинні певною мірою відбиватися на співвідношенні статей в популяції, змінюючи її відтворну здатність. Існують літературні джерела про наявність тісного зв'язку між змінами статей і чисельністю популяції у круглоротих і риб. Зокрема встановлено, що у роки з більшою чисельністю популяції відсоток самців вище відсотку самок прісноводної форми морської міноги та деяких інших видів риб. У малочисельних нерестових групах горбуші самиці протягом багатьох років переважали над самцями, а в роки відносно високої чисельності, навпаки, самців було помітно більше, ніж самиць.

Основними причинами зміни співвідношення статей у риб є забезпеченість їх їжею і, очевидно, її якістю. За кращих умов відгодівлі співвідношення зсувається в бік самок, за гірших – в бік самців. Збільшення кількості самців пов'язують з бідною кормовою базою, недостатньою для визрівання великої кількості самок.

Але у деяких видів риб зниження забезпеченості їжею викликає, навпаки, появу великої кількості дрібних самок, які рано визрівають, і здатні підтримувати високу чисельність навіть за несприятливих екологічних умов. Існує припущення про те, що у деяких випадках зміна співвідношення статей, зокрема у окуня обумовлюється селекцією засобів лову. Однак, все ж таки вважають, що основною причиною цих змін у окуня є різна забезпеченість їжею. За поганих умов живлення виділяються дві форми окуня, які швидко і повільно ростуть, і багаточисельні дрібні тугорослі самиці, які слугують їжею більш крупним самицям.

Існують також дані про те, що кількість самиць в популяції зростає за високих щільностей посадки риб. Виявляється, що і в потомстві риб, які живуть за високих щільностей посадки, самиці можуть за кількістю переважати кількість самців.

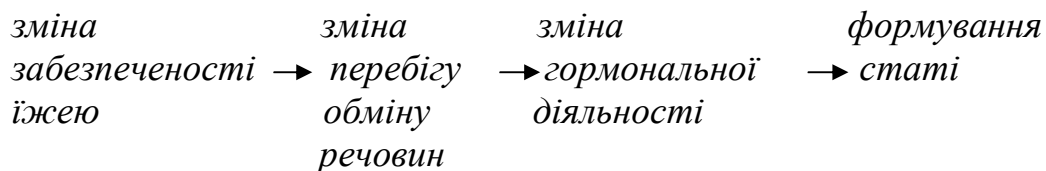
У процесі становлення водосховищ також спостерігається зміна співвідношення статей. В перший рік залиття Можайського водосховища суттєво покращилися умови відгодівлі риби, що викликало прискорення процесу розвитку статевих залоз риби. На другий рік залиття в нерестовий період популяції плітки кількість самців, які визрівають раніше самок, зросла більш ніж удвічі і досягла 59% замість 23,7%, як було раніше.

Інколи створюється ситуація, коли зі зміною щільності популяції змінюється темп статевого визрівання. При цьому, якщо зміни віку статевого визрівання в обох статях носять однаковий характер, тоді співвідношення статей у різних розмірних і вікових категоріях суттєво не змінюється. У випадку, коли темпи статевого формування статей у самців і самиць неоднакові, то це відбивається й на розмірно-статевій структурі популяції. Так, у круглого карася за виключно сприятливих умов росту різниця в часі визрівання самців і самиць нівелюється хоча за звичайних умов самці визрівають дещо раніше самиць, що не виключає одночасного статевого досягання. За цих умов відносна чисельність самців серед молодших вікових груп зменшується, а серед старших, навпаки, – зростає. Співвідношення статей у нерестуючій частині стада може суттєво змінюватися в результаті пропуску самицями нересту за несприятливих екологічних умов чи умов нагулу.

Отже, на зміну забезпеченості їжею популяція реагує зміною співвідношення статей і розмірно-статевій структурі популяції. Ці зміни можуть відбуватися в результаті як трансформації статі у риби, так і різного у часі статевого визрівання самців і самок або пропуску нерестового сезону, зазвичай самицями, за погіршення забезпеченості їжею.

В практичній діяльності існує певний інтерес до співвідношення самиць та самців в природних популяціях і в умовах культивування певних видів риби, що орієнтує на доцільність відносно теоретичної складової способів регуляції статі у риби.

Ученими та практикаками у сфері рибництва нагромаджено значний досвід щодо механізмів та принципів регуляції статевій структурі популяції у риби. Зміна співвідношення статей у популяції відповідно із змінами забезпеченості їжею безперечно вказує на те, що співвідношення регулюється посередництвом зміни перебігу обміну речовин. Основні механізми статі можна відобразити наступною схемою:



Вважають, що це є основним механізмом регуляції статеві структури популяції. Очевидно, що суттєве значення має зміна віку статевого вистигання і максимального віку у зв'язку зі зміною забезпеченості їжею.

З викладеного витікає думка відносно визначення характеру і становлення розвитку тієї чи іншої статі. З цього питання існує декілька точок зору. Так, одні дослідники вважають, що провідна роль належить статевим хромосомам або статевому хроматину, який був знайдений у деяких тварин. Проте, статеві хромосоми вірогідно відомі лише у двох видів риб. Генетичне визначення статі у деяких видів риб автори хромосомної теорії намагаються довести дослідженнями з гібридизації.

Інші дослідники, виходячи з позиції єдності організму і середовища, розглядають статеву структуру і її можливі зміни як пристосувальний процес, який регулюється через обмін речовин і гормональну діяльність організму. У визначенні статі безперечно певну роль відіграє хромосомний комплекс, але не ізольовано, а в системі загального обміну. Отже, стать організму риб формується в процесі розвитку і в результаті взаємодії з середовищем, в результаті перебудови обміну речовин і регуляції гормональної активності.

Значна кількість досліджень присвячена проблемам регуляції статі в потомстві у риб з застосуванням гормональних препаратів. Особливої уваги заслуговують дослідження японського дослідника Ямамото, яким виконані роботи на рисовій риби медаці. Він додавав до корму личинкам рисової риби метилтестостерон, наслідком чого відбувалося перетворення самок у самців. Додаючи до корму естрон або стилбестрол, вчений викликав перетворення самців у самок. Від перетворених риб ним були отримані нащадки.

Введенням у воду тестостерону або естрогену, де знаходилася тільки що запліднена ікра або у воду, де відбувалося запліднення ікри, американський дослідник Барроу отримував в одному випадку самців, а в іншому – самок чавичі.

Деякими дослідниками з метою регуляції статі статевозрілим риbam, які були представлені мечоносцями підшкірно вводили препарати еругону і тестостерону, наслідком чого було перетворення статевозрілих самок у плодючих самців. Живлення риб естрогеном також приводило до зміни співвідношення статей в бік зростання чисельності самок. Дослідженнями також встановлено, що у самців жіночий статевий гормон або викликає утворення змішаної статевої гонади (testis-ova), або гальмує розвиток сім'яника, або подовжує ювенільну жіночу стадію. Статевий гормон, який представлено андрогенними речовинами, може прискорити розвиток сім'яника у самців, але у самиць він викликає або перетворення статі, або гальмує розвиток, або зовсім не викликає впливу.

У цілому гормони суттєво змінюють збалансованість обміну речовин в організмі риб. Проте, ефективність біологічної дії гормонів визначається

дозою препаратів. Помірні дози жіночого статевого гормону викликають перетворення самців гупі у самиць, а високі дози приводять до кастрації. Оскільки забезпеченість їжею залежить не лише від кількості корму, але й від умов його споживання і засвоєння, то через зміну температури, яка впливає на перебіг обміну речовин, вдається впливати на співвідношення статей у риб.

Суттєвий вплив на процеси розвитку і росту риб має температурний чинник. Відомо, що розмноження риб відбувається в певній зоні коливань температури. За оптимальних температур для даного виду риб спостерігається нормальний розвиток ікри. Більш низька, порівняно з оптимальною, температура викликає затримку розвитку і вилуплення ембріонів із оболонок, а більш висока температура приводить до прискореного розвитку і більш раннього викльовування. Шляхом зміни температури вдалося здійснювати регуляцію статі риб. Впливом високої температури на двомісячних мальків *Xiphophorus helleri* вдалося викликати переважання серед отриманої молоді самців, а співвідношення статей було 5:1. Цей факт вчений Теріан пояснює руйнівною дією підвищеної температури на яєчник і перебудовою його в сім'яник. Інші дослідники, вивчаючи вплив температури та деяких інших чинників водного середовища на співвідношення статей, відмічають загальну тенденцію зростання чисельності самиць за інкубації ікри за більш високої температури води.

Певний вплив на співвідношення статей має солоність води. Ліндсей у трьохголкової колюшки за розвитку молоді у прісній воді отримувал співвідношення статей 1:1, а в прісній + морській воді у співвідношенні 1:1 отримано 7 самок і 3 самців, у прісній воді + морській воді у співвідношенні $1/3 + 2/3$ – 3 самки і 6 самців.

Зміна співвідношення статей у потомстві може також викликатись і перезріванням ікри до запліднення. За значного перезрівання яєць кількість самців зростає до 100%. Виявилось, що затримка ікри у порожнині тіла самиці на різну кількість днів викликає у молоді, яка розвивалася з цієї ікри, спочатку деяке переважання самиць, а потім самців. Вважають, що затримка ікри в порожнині тіла самиці на 4-7 днів викликає її дозрівання, тому ця затримка не викликає зростання кількості самців. Перезрівання ікри більше, ніж на 21 день здійснити практично важко, оскільки самиці погано переносять це витримування, наслідком чого є низька запліднюваність ікри. Однак, перезрівання можна отримати швидше, витримуючи самицю за більш високої температури, в недостатній кількості розчиненого у воді кисню.

Мінливість і успадкованість маси і довжини тіла, часу статевого визрівання і плодючості риб, що витікає з попередньої інформації має виключне значення для розуміння процесів та явищ, які значною мірою визначають ефективність використовуваних технологій у рибництві. Для всіх видів риб характерна мінливість швидкості росту. На ріст риб впливає дуже багато генів, оскільки будь-які зміни у будові риб і в функціях тих чи інших

органів може так чи інакше відбитися у першу чергу на споживанні і засвоєнні їжі. Багаточисельні чинники водного середовища, які можуть суттєво змінити інтенсивність і спрямованість метаболічних процесів, а відповідно і швидкість росту риб.

Вплив середовища на ріст риб може бути встановлений ще в період розвитку ооцитів у яєчнику самки; різні ооцити в залежності від розташування в яєчнику можуть отримувати різне забезпечення, тому ростуть з різною швидкістю і накопичують різну кількість поживних речовин. Ще більше значення має неоднаковий ріст ооцитів в момент овуляції. Після овуляції і запліднення середовище викликає додаткову диференціюючу дію на зародки риб, які знаходяться в ікринці. В період інкубації ікри також спостерігаються досить суттєві відмінності у забезпеченості ікринок киснем, у температурному і світловому режимі тощо.

Накладуючись на відмінності, які мають місце до овуляції, ця неоднорідність умов приводить до прискорення розвитку одних і уповільненню розвитку інших ембріонів, результатом чого виявляється зростаюча асинхронність ембріогенезу.

Викльов передличинок в одній і тій же порції ікри, зазвичай, розтягується на багато годин. Спадкоємність часу вилуплення для райдужної форелі невисока, а у сазана коефіцієнт варіації, як правило, не перевищує 5-6%.

Крупні і особливо ті передличинки, які виклюнулися раніше, швидше переходять до самостійного живлення і випереджають за швидкістю росту своїх ровесників. У цьому випадку варіація серед підростаючих мальків збільшується, більше може посилити цю мінливість риб харчова конкуренція.

Дещо пізніше вплив чинників середовища за достатньої кількості їжі починає згладжуватись, що приводить до поступового вторинного зниження показників фенотипової мінливості. У коропа цей процес продовжується тривалий час.

При дослідженні мінливості маси і довжини тіла у риб були встановлені певні закономірності. Розподіл риб всередині однорідної за походженням популяції або генетичної групи виявляється або близьким до нормального, або характеризується більшою чи меншою позитивною асиметрією.

Утримання коропів в умовах полі культури за надто щільних умов, коли корму для всіх видів риб зі схожим спектром живлення не вистачає, інколи стимулює різко асиметричний розподіл. Якщо з такої популяції вилучити найбільш крупних риб, то за збереження і у подальшому харчової конкуренції місце «чемпіонів» швидко займають інші екземпляри. До розтягування варіації у праву сторону приводять переваги у живленні, які отримуються найбільш крупними особинами, які фактично віднімають корм у своїх ровесників. Збільшенню мінливості сприяє позитивна кореляція між вихідними розмірами і швидкістю росту. У риб зі зграйною поведінкою і

свого роду «школами», в яких мальки наслідують один одному і не схильні до агресії в період живлення коефіцієнти варіації маси і довжини тіла зростають не так сильно, – розподіл залишається близьким до нормального. У domestikованих видів риб в результаті селекції накопичуються домінантні гени, які сприяють прискореному росту.

За вирощування одних і тих же нащадків окремо і разом коефіцієнти наслідування вище у випадку сумісного вирощування. Генетичні відмінності зростають в основному внаслідок посилення під впливом харчової конкуренції взаємодії генотипу і середовища.

Швидкість росту риб тісно пов'язана з плодючістю і життєздатністю – головними компонентами племінної цінності або відтворюваності особини. Ознаки, які визначають племінну цінність, тобто здатність залишати достатньо багато чисельне і життєстійке потомство, у всіх тварин характеризуються дуже невисокою спадкоємністю. За всіма такими ознаками безперервно відбувається інтенсивний відбір, створюються складні системи взаємопов'язаних алельних і неалельних генів, підвищується вплив неаддитивної генетичної мінливості, в результаті чого знижується спадкоємність.

Значне прискорення росту найчастіше виявляється зв'язаними з певними дефектами у розвитку статевих залоз, які обумовлюють уповільнення або припинення статевого визрівання. Проте, у більшості випадків вони є спадковими ознаками і накопичення таких «мутацій стерильності» в результаті відбору крупних риб може мати негативний результат в селекційній роботі.

До числа ознак, які безпосередньо визначають племінну цінність риб, відносяться час вистигання плідників і їх плодючість. Спеціальні дослідження показали, що у коропа прискорене визрівання визначається багатьма, переважно домінантними генами, що не виключає наявності аномалій у інших видів риб.

Одночасно доведено, що час вистигання і нересту райдужної форелі у більшій мірі залежить від генотипу, що пропонує матеріал для продовження відповідних досліджень в цьому напрямку.

Встановлення закономірностей розвитку статевих залоз у риб, як представників нижчих хребетних тварин, має велике теоретичне і практичне значення, яке пов'язане з проблемами темпів індивідуального розвитку, системогенезу, етапності розвитку, динаміки популяцій тощо.

Швидкість розвитку репродуктивної системи у риб тісно зв'язана з умовами існування особин, а швидкість настання статевої стиглості впливає на вікову і статеву структуру нерестових популяцій і тим самим відображується на інтенсивність їх відтворення, на стабільність і цінність промислових уловів. Особливо чітко виявляються зміни у розмноженні риб і співвідношенні цінних і малоцінних видів в промислових умовах в результаті реконструкції внутрішніх водойм і господарської діяльності людини.

Вважають, що статева стиглість риб настає з моменту першого розмноження особин і закінчується припиненням функціонування статевих залоз в період старості. Зазвичай, статева стиглість у більшості видів риб настає у період переважаючого вагового приросту над лінійним, при досягненні особинами певного рівня обміну речовин, здатного забезпечити процес розвитку і виметування статевих клітин, багатих запасними поживними речовинами.

Необхідно підкреслити, що теорія етапності розуміється як теорія індивідуального розвитку організмів, етапи і періоди якого незворотні і послідовно змінюють один одного протягом всього онтогенезу – від початку розвитку і до смерті особини. Кожен з етапів характеризується певними морфо- еколого- фізіологічними ознаками розвитку всього організму. У кожного виду послідовність і тривалість окремих етапів і періодів знаходяться у певній кореляції між собою, створюючи тим самим цілісний життєвий цикл.

Дослідженнями Б. В. Кошелєва встановлено, що статеві залози починає функціонувати в різні періоди й етапи індивідуального розвитку. У зв'язку з переміщенням часу першого нересту (статевої зрілості) спостерігаються зміни не лише в тривалості окремих періодів індивідуального розвитку. А саме ювенільного, дорослого організму, старості, але й у співвідношенні швидкостей розвитку всього організму й окремих органів, зокрема, статевих залоз. Тому у цих випадках не виявляються прямі зв'язки між масонакопиченням і лінійним ростом, віком особин і швидкістю розвитку відтворювальної системи за умов існування. Між тим помічено, що у багатьох випадках для розвитку організму в цілому і для росту і розвитку статевих залоз необхідні різні умови. У деяких випадках сприятливі умови для розвитку організму і, зокрема, для нарощування лінійних розмірів і маси тіла є несприятливими для розвитку статевих залоз і навпаки.

Детальне вивчення закономірностей росту у риб дозволило В. В. Васнецову довести пристосувальне значення росту і особливості росту риб протягом всього життя особин за різних умов існування. Він відмічає, що за різних змін умов середовища межі етапів можуть змінюватись, а скоріше всього, очевидно, відбувається переміщення моменту настання статевої зрілості з одного етапу на другий.

Між тим Б. В. Кошелєв вніс деякі доповнення до теорії етапності В. В. Васнецова. Він вважає, що послідовність адаптаціогенезу зв'язана з еволюцією фізіологічних пристосувань організму, а в першу чергу етологія, рівень і характер обміну речовин, а потім з морфологічними змінами, а саме екстер'єр, швидкість розвитку всього організму, різна скоростиглість тощо. Лише з урахуванням специфіки обміну речовин, характеру і рівня метаболізму відображається тісний взаємозв'язок індивідуального розвитку організму з умовами існування особин і процес еволюції онтогенезу.

Продовженням аналізу пристосувального значення росту риб і виявлення зв'язку темпу росту зі швидкістю настання статевої зрілості виявились дослідження з встановлення закономірностей динаміки чисельності риб у зв'язку з забезпеченістю їжею. Узагальнення інформації з вияснення внутрішньовидових закономірностей визрівання і динаміки плодючості у риб. Ю. Є. Лапін і Ю. Г. Юровицький основну увагу приділили динаміці чисельності риб і поясненню саморегуляційного процесу, які базуються на двох основних положеннях:

- Чисельність стада риб знаходиться у відносній відповідності з кормовими ресурсами водойми;
- Статеве вистигання у риб зв'язано не з віком, а у більшій мірі з розмірами і масою тіла, тобто з темпом лінійного росту і масонакопичення.

Пряма залежність вистигання від віку характерна лише для популяцій, а не для виду в цілому. Автори показали чотири форми зв'язків між темпом росту і швидкістю статевого вистигання: 1 швидкий ріст і прискорене вистигання; 2 повільний ріст і уповільнене вистигання; 3 швидкий ріст і уповільнене вистигання; 4 повільний ріст і прискорене вистигання. При цьому відмічається, що зменшення кормності водойми до деяких меж викликає зменшення їхньої маси популяції в її попередньому якісному стані. Зниження кормності водойм нижче деякої межі викликає вже якісну зміну особин: вони стають більш дрібними, вистигання у них відбувається вже у іншому співвідношенні з ростом. Свідченням цього явища є багаточисельні спостереження щодо біології карликових форм і різних видів риб, що характерно для плітки, карася, ляща, форелі тощо. Вивчення різних форм, які населяють одну й ту ж водойму, показує, що за низького темпу росту у карликових форм спостерігається більш раннє настання статевої стиглості. При цьому самки повільноростучих форм характеризуються високою відносною плодючістю і високою відтворювальною здатністю, порівняно із особинами із середнім темпом росту в даних популяціях. Багаточисельні дані про настання статевої стиглості у одного й того ж виду риб у різних водоймах переконливо показують, що настання статевої зрілості може відбуватися за самої різної довжини і у різному віці.

У зв'язку з різним віком настання статевої зрілості змінюється структура нерестової частини популяції, змінюється також тривалість життя особин, що суттєво впливає на швидкість відтворення окремих популяцій.

Ці закономірності у зміні тривалості розвитку статевих залоз і швидкості настання статевої стиглості є однією з форм пристосування організму до різних умов оточуючого середовища.

Заслуговує на увагу аналіз показників росту у зв'язку з початком функціонування відтворювальної системи у окремих видів риб з раннім, середнім і пізнім настанням статевої стиглості. У всіх випадках відмічені відносно низькі показники приросту маси порівняно з довжиною риби. По мірі розвитку особин відбувається зниження темпу росту риби в довжину, що

спостерігається при аналізі змін абсолютних і ще більш чітких показників приросту довжини риби порівняно з динамікою зміни її маси. Абсолютна і відносна маса особин з віком поступово зростає і в момент, коли приріст маси, виражений у відсотках, переважає над лінійним відносним приростом риби, як правило, починає функціонувати відтворювальна система у риби.

У різних водоймах у риби, об'єктом досліджень слугував лящ, спостерігається різна інтенсивність валового приросту і швидкість падіння приросту довжини, внаслідок чого відбувається зміна часу, тобто віку, коли приріст маси починає переважати над лінійним. В процесі досліджень встановлено, що у південних водоймах тривалість цього періоду достатньо мала. За значного лінійного приросту риби протягом першого року у подальшому відбувається швидке падіння приросту довжини тіла порівняно з інтенсивним збільшенням її маси. Швидке падіння лінійного приросту особин з досить раннім і швидким зростанням її маси зв'язано з скороспілістю, з раннім досягненням особинами даної популяції термінів першого нересту. Повільне падіння лінійного приросту риби з поступовим і незначним збільшенням відносного приросту її маси зв'язано з пізніми термінами настання статевої стиглості, яка відбувається у віці 6-7 років (оз. Ільмень). На північній межі ареалу ляща (Сямозеро) не дивлячись на досить високі показники абсолютного приросту маси риби, відносний приріст як довжини, так і маси порівняно невеликий, а переважання нарощування маси над лінійним ростом у ляща спостерігається досить пізно і складає 8-9 років. У той же час відмічено перший нерест, тобто відбувається настання статевої зрілості у особин ляща у розглядаємих популяціях.

Аналіз деяких біологічних показників росту у риби з ранніми термінами статевої стиглості, але з одночасним вистиганням самців і самиць показує, що швидкий темп приросту довжини протягом перших років життя різко знижується після настання статевої стиглості, а приріст маси особин досить швидко починає переважати над лінійним, що погоджується з періодом настання термінів першого розмноження.

При порівнянні показників росту самиць і самців бичка-кругляка в Азовському морі і відсоткового співвідношення вікових груп в промислових уловах виявилось, що не дивлячись на більш високий темп росту самців, статева стиглість у них настає на один рік пізніше, ніж у самиць. За різного віку настання статевої стиглості у самиць у віці двох років і самців на один рік пізніше, у них виявлена різниця як у розмірах, так і в темпі валового приросту і швидкості падіння лінійного росту особин. У зв'язку з відміченими особливостями в рості і віці статевозрілих самців і самиць спостерігається різночасовий підхід до місць розмноження одновікових особин однієї статі, де відбувається промисловий інтенсивний лов бичка-кругляка. Цим визначається неоднакове значення окремих вікових груп в особливостях процесу, а саме - відціджуючи зняряддя лову вилучають зі стада 74% швидкоростучих самців і біля 64% самиць дворічного віку.

Аналіз літературних джерел щодо специфіки росту риб переконливо свідчить про те, що у багатьох випадках швидкість статевого вистигання не має прямого зв'язку ні з віком, ні з довжиною, ні з масою особини. Однак, очевидно, для окремих популяцій за відносно стабільної кормової бази та екологічних умов існування може спостерігатись пряма залежність між темпом росту і часом першого ікрометання. Лише за відносно стабільних умов середовища для особин даної популяції умови розвитку можуть виявитись сприятливими для вагового і лінійного росту, а також для розвитку відтворювальної системи.

Узагальнення багаторічних матеріалів досліджень щодо існуючих в природі співвідношень між темпом росту особин і швидкістю досягнення термінів першого ікрометання показано, що лише в деяких випадках спостерігається пряма залежність між темпом росту риби і швидкістю настання статевої стиглості. Якщо зростає темп росту, то відбувається досить раннє визрівання особин, а якщо темп росту падає, то відбувається більш пізнє настання статевої стиглості риб. Однак у багатьох випадках, не дивлячись на високий темп розвитку особин, спостерігається пізнє вистигання самців і самиць, а за низького темпу росту самок і самців, навпаки, спостерігається у них більш раннє настання статевої стиглості. Різний темп росту з неоднаковою швидкістю настання статевої стиглості можна виявити у самців і самиць різних видів риб. У більшості випадків темп росту самиць і самців однаковий і настання статевої зрілості спостерігається у них в одному віці. У деяких випадках темп росту самиць і самців може бути різним. Інколи може спостерігатись високий темп росту самиць за раннього настання статевої стиглості порівняно з самцями, у яких може бути низький темп росту і пізнє вистигання. У ряді випадків за високого темпу розвитку самців їх статева зрілість настає у більш пізньому віці, ніж у самиць, у яких, не дивлячись на низький темп росту, реєструється раннє настання статевої стиглості.

Отже, існування прямого зв'язку між темпом росту і настанням статевої стиглості у риб спостерігається лише у тих випадках, коли умови існування популяцій відносно стабільні, не виходять за межі звичайних для даного виду і є сприятливими як для розвитку всього організму і, зокрема, для лінійного і вагового росту особин, так і для темпу розвитку відтворювальної системи. За інших екологічних умов, які досить часто значно відхиляються від типових, що спостерігається під впливом господарської діяльності людини і зміни зв'язків, які історично склались між організмом і водним середовищем у ряду прісноводних видів риб, прямий зв'язок між темпом росту і швидкістю статевої зрілості може порушуватись. Тоді на перший план в якості однієї з форм адаптації популяції виступає зворотній зв'язок між цим процесами, коли особини визрівають швидше за низького темпу росту. Подібного роду зв'язки відмічені у видів з різною екологією і, зокрема, з розмноженням, і є своєрідними формами

адаптаціогенезу. За глибоких і незворотних змін умов існування, а також на межах поширення виду, у різних екологічних форм і за статевого диморфізму спостерігається неодноразовість у розвитку окремих органів, і, зокрема, відтворювальної системи, що, безперечно, зв'язано із зміною обміну речовин у самок і самців і є пристосуванням особин, екологічних форм і популяцій до різних умов існування.

Виходячи з розглянутої концепції складові статевої стиглості і вистигання статевих продуктів мають безпосереднє теоретичне і практичне значення. Розробка заходів, спрямованих на підвищення рибопродуктивності водойм шляхом управління рибничими процесами вимагає глибоких знань життєвого циклу промислово цінних видів риб. Методи управління в основному базуються на оптимізації процесів розмноження риб.

Відомо, що розмноження – це ланка життєвого циклу риб, яка забезпечує у взаємодії з іншими ланками відтворення популяції і збереження виду. Для кожного виду риб характерні свої специфічні особливості розмноження, які обумовлені адаптацією риб до певних екологічних умов розмноження і розвитку молоді, яка дає поповнення, необхідне для збереження виду і підтримання його чисельності. Поняття розмноження включає і розвиток статевих залоз, нерест, запліднення, ембріональний і постембріональний розвиток.

Промислово цінні види риб, які населяють певні водойми, є, зазвичай, різностатеві. Статеві залози самок називаються яєчниками, у них утворюються зрілі статеві клітини – яйця (ікринки). Статеві залози самців називаються сім'яниками, у них утворюються зрілі чоловічі статеві клітини – сперматозоїди.

Статева стиглість у окремих видів риб настає у різному віці. Час настання статевої стиглості у одного й того ж виду може бути також різним. Він варіює не лише у різних популяцій одного й того ж виду, але й у риб однієї популяції, природного ареалу.

Це явище розглядають як адаптацію організму риб до умов середовища з метою найбільшого забезпечення відтворення виду.

Більшість корошових, окуневих і лососевих риб досягають статевої зрілості у віці 2-4-х років. У деяких видів риб період розвитку статевих клітин затягується на більш тривалий період. Осетрові стають статевозрілими у віці 6-12 років, при цьому статеві стиглість у самців, зазвичай, настає на 1-2 роки раніше, ніж у самиць.

Розвиток статевих клітин може прискорюватись або уповільнюватись під впливом чинників водного середовища, а у деяких випадках навіть призупинятись. Лящ, який населяє наші південні водойми, стає в масі статевозрілим на 3-4 році життя. У водоймах центральних водоймі він визріває на 4-5-му році життя. У північних водоймах з порівняно низькою річною температурою статеві стиглість у ляща настає на 5-7-му році.

Аналогічна швидкість вистигання статевих клітин спостерігається і в інших видів риб і це не явище а закономірність.

Встановлено, що низькі температури призупиняють кінцеві стадії визрівання статевих продуктів у осетрових риб. Недостатнє живлення риб стримує вистигання статевих продуктів. Між тим фізіологічно повноцінне живлення, яке повністю забезпечує організм в поживних речовинах, прискорює їх вистигання. Зменшення чисельності популяції риби під впливом промислу приводить до підвищення забезпеченості їжею, а це відображується на прискоренні статевого вистигання особин.

Зсуви у часі настання статевої стиглості у риб можуть відбуватися під дією чинників зовнішнього середовища не лише у різних популяцій одного й того ж виду, але й у однієї і тієї ж популяції, волзька білуга, досягає статевої стиглості у віці від 10 до 18 років.

Розвиток жіночих статевих клітин (оогенез) і чоловічих статевих клітин (сперматогенез) є досить тривалим і складним процесом. Кожна статеві клітина, перш ніж вона повністю визріє, повинна обов'язково пройти у своєму розвитку відповідні стадії. При цьому розрізняють дві складові: – період до досягнення статевої стиглості, починаючи від виникнення первинних статевих клітин і закінчуючи утворенням зрілих статевих продуктів; – періодичне вистигання певної частини статевих продуктів протягом між – нерестового періоду після досягнення статевої стиглості.

Перший період є більш тривалим, порівняно з другим, і у різних видів риб він займає неоднаковий час. Періодичне ж визрівання статевих продуктів у статевозрілих особин вимагає меншого часу, але знову ж-таки тривалість його у різних видів неоднакова. Сазан, лящ, судак і багато інших видів риб розмножуються, зазвичай, щорічно, а осетрові риби лише через 3-5 років, а окремі особини лише через 9 років, виключенням є тихоокеанські лососі, які після розмноження гинуть.

Стадії стиглості статевих залоз можна визначити за допомогою розроблених для кожної групи риб так званих шкал стиглості, які відображають специфічні особливості процесу визрівання статевих продуктів лише у даної групи риб.

О. Ф. Скакун, Н. А. Буцкол розробили дві універсальні шкали для наших промислових груп риб. Перша шкала відображає загальний хід визрівання статевих продуктів у самиць, а друга – у самців. Ці шкали дозволяють визначити стадії стиглості статевих залоз за їх зовнішнім виглядом і гістологічною будовою. На основі цих двох шкал розроблена єдина універсальна шкала зрілості статевих залоз самок і самців.

Попередня інформація, яка викладена у відповідному розділі переконливо свідчить про умовну універсальність розглядаемого процесу, але у різних видів риб, на фоні загальної закономірності простежуються відповідні видоспецифічні особливості, що необхідно враховувати при формуванні ремонтно – маточних стад.

Попередня інформація переконливо свідчить про наявність відповідного зв'язку між швидкістю настання статевої стиглості з умовами існування, віковою структурою і динамікою чисельності популяцій.

Відомо, що зарегулювання стоку рік, створення водойм – охолоджувачів ТЕС, здійснення заходів з акліматизації гідробіонтів тощо приводить до значних змін у фауні внутрішніх водойм, які проявляються у зміні видового складу фауни риб, їх морфо-фізіологічних характеристик, швидкості росту та настання статевої стиглості. Наслідком всіх цих заходів та змін є поява у водоймах карликових форм і риб-«гігантів» з різною швидкістю розвитку репродуктивної системи.

Існує безліч факторів переміщення термінів настання статевої стиглості на різні етапи і періоди індивідуального розвитку організму. Детально описані випадки того, що самці лосося нерідко стають статевозрілими в річці, не виходячи в море. Вони можуть мати зрілі статеві продукти за довжини всього 10 см, не переходячи в період дорослого організму. Між тим, самиці такої ж довжини, які населяють ту ж річку, мають зовсім недорозвинені яєчники.

Самці прохідних видів риб, що рано розвиваються і не покидають нерестових рік, суттєво відрізняються від дорослих прохідних самців не лише розмірами, а й цілою низкою морфологічних ознак. У далекосхідних лососів не виростають і не викривляються челюсті, не виростають крупні зуби, окрас тіла зберігає схожість з пестрятками, становлячись лише дещо яскравішим. У них майже не змінюються покриття тіла і не спостерігається типової картини дегенерації кишківника, як це має місце у прохідних самців. Не дивлячись на затримку у розвитку всього організму карликових самців у них десь на стадії пестрятки починає функціонувати відтворювальна система, тобто відбувається зміщення статевої стиглості на більш ранній період індивідуального розвитку.

Аналогічні зміни у розвиткові відтворювальної системи спостерігається і в інших видів риб. Не дивлячись на уповільнений темп росту і затримку в розвитку на більш ранніх етапах онтогенезу, у тугорослого карася спостерігається відносно швидкий розвиток відтворювальної системи. Деякі зміщення початку функціонування відтворювальної системи на більш ранні етапи індивідуального розвитку є одним із способів пристосування особин даного виду до різних умов існування. У ляща, який населяє південні райони, статева зрілість настає у ранньому віці за своєрідного екстер'єру плідників порівняно з особинами в популяціях, що населяють водойми поблизу північної зони ареалу цього виду. За великої довжини тіла крупні і високотілі лящі північних водойм досягають статевої зрілості у 9-10-ти річному віці, а статева зрілість у ляща, який населяє південні водойми настає у віці дволітньому віці за довжини тіла всього 5,5см. Порівняльний аналіз форми тіла на ранніх етапах розвитку ляща з формою тіла карликового ляща переконливо свідчить про те, що у карликової форми відбулася затримка в

розвиткові екстер'єру на ранніх етапах онтогенезу. Не дивлячись на розвиток відтворювальної системи у карликової форми відбувається у швидкому темпі і особини досить рано починають розмножуватися, це явище спостерігається у віці 2-3 роки, але тривалість життя особин у таких популяцій скорочується до 5-6 років.

Отже, початок функціонування відтворювальної системи у риб може спостерігатися на різних етапах і періодах індивідуального розвитку. Природно, що у таких випадках буде мати місце нерівномірна швидкість розвитку організму і репродуктивної системи, а час настання статевої стиглості у особин різних популяцій не буде зв'язаний ні з віком, ні з довжиною, ні з формою тіла. Ці закономірності різночасовості розвитку відтворювальної системи і форми тіла протягом окремих етапів і періодів індивідуального розвитку є одним із шляхів адаптації організму до різних умов існування, тобто шляхом розширення ареалу даного виду.

Відомий вчений І. І. Шмальгаузен (1935) відмічав, що процес росту не можна собі уявити ізольованим від розвитку, а організм, що розвивається, не зв'язаним з тим середовищем, в якому відбувається процес. Характер розвитку і росту є специфічним для кожного виду, а потенційні можливості зміни розвитку і росту за зміни умов існування мають різну варіабельність і проявляються у різній формі. Вивчаючи особливості росту риб, які населяють різні географічні широти, М. Расс відмічав, що специфіка й розвиток навіть у близькородинних видів безпосередньо зв'язана з різною тривалістю проходження окремих фаз і стадій протягом індивідуального розвитку. Вивчаючи процеси онто- і філогенезу О. М. Северцов вказував, зокрема, на відносно пізні закладання репродуктивної системи у ссавців, пояснюючи це тим, що функціонування органів відтворювальної системи, яка передбачає відтворення нащадків і піклування про них батьків, повинно настати у той період індивідуального життя особин, коли за сумою біологічних умов батьки досягають повної сили і здатні прогодувати і захистити підростаючих нащадків.

У ікромечущих видів риб, всі стадії розвитку яких відбуваються у водному середовищі, онтогенез, а також гонадо- і гаметогенез у більшій мірі, ніж у теплокровних, зв'язані з тими або іншими абіотичними чинниками, оскільки у них інтенсивність процесів обміну речовин і діяльність залоз внутрішньої секреції залежить, від тієї чи іншої температури води та інших чинників. Тому і нейрогуморальна регуляторна система є наче б «відкритою системою», діяльність якої знаходиться у більшій залежності від безпосереднього впливу умов існування, ніж у гомойотермних тварин. Основні біохімічні та фізіологічні процеси, які зв'язані з розвитком, ростом, обміном речовин і розмноженням риб, узагальнюються і контролюються у більшій чи меншій мірі гормонами. Однак, ендокринний контроль риб, які розмножуються щорічно, повинен у значній мірі відрізнитися від ендокринного контролю у ссавців, які мають досить складний статевий цикл.

Існує інформація про те, що до цього часу жоден дослідник не зміг добитися тривалого росту ооцитів у пойкилотермних тварин від первинних овоцитів до повністю розвиненої яйцеклітини за допомогою фолікул-стимулюючого гормону. Порівняно з іншими хребетними тваринами у риб розвивається значна кількість статевих клітин. Коефіцієнт зрілості, який характеризується відношенням маси статевих клітин до маси тіла, що виражене у відсотках, становить у різних видів риб перед ікрометанням у середньому біля 20%. У овоцитах, що розвиваються, накопичується велика кількість поживних речовин. У видів з осінньо-зимовими термінами накопичення поживних речовин в овоцитах, процес гаметогенезу і, зокрема, період інтенсивного вітелогенезу, має тривалий проміжок часу, який визначається шістьма місяцями. Вказані особливості розвитку статевих клітин у риб, зв'язані з накопиченням значної кількості поживних речовин в овоцитах, що розвиваються, з великою плодючістю, з тривалим періодом вітелогенезу, адекватно умовам існування, а саме впливу пресу хижаків, холонокровності, морфо-екологічними особливостями всіх періодів онтогенезу тощо. Тривалість перебігу окремих етапів і періодів онтогенезу, різночасовість розвитку органів, систем органів і всього організму в цілому тісно зв'язані екологією окремих видів в цілому і з багатьма екологічними чинниками, які впливають на характер перебігу цих процесів.

Встановлено, що багато факторів середовища абіотичних та біотичних складових можуть впливати на специфіку й інтенсивність обміну речовин як у самиць, так і у самців, зміна якого, у свою чергу, приводить до зміни корелятивних співвідношень в темпі розвитку окремих органів, впливає на екстер'єрні особливості особин у зв'язку з різночасовістю розвитку організму, його масонакопичення і лінійного росту зі швидкістю розвитку окремих органів і в першу чергу статевих залоз.

Отже, початок функціонування відтворювальної системи у риб переміщується на різні етапи й періоди онтогенезу і є одним із способів адаптації особин до різних умов існування. Початок функціонування статевої залози, тобто часу першого нересту риб, спостерігається, зазвичай, на початку періоду дорослого організму або статева стиглість може зміщуватися на більш ранні або більш пізні етапи і періоди індивідуального розвитку. Інколи статеві залози починає функціонувати у особин вже в мальковий період. У деяких випадках відбувається затримка у темпі розвитку гонад, а початок функціонування відтворювальної системи, тобто перше розмноження особин спостерігається в середині періоду дорослого організму, і на кінець, статеві зрілість може наставати досить пізно. Слід зазначити, що у особин з пізнім настанням статевої стиглості значно подовжується тривалість життя плідників у популяціях, порівняно з самицями і самцями з ранньою статевою стиглістю, з раннім досягненням термінів першого нересту.

Таким чином, у більшості випадків у різних популяцій видів риб з широким ареалом відсутні прямі зв'язки між темпом росту і віком особин, із швидкістю розвитку і початком функціонування відтворювальної системи. Зазвичай, у більшості риб спостерігається інтенсивний лінійний приріст в ювенільний період, а інтенсивний приріст маси – в період дорослого організму. В період переважання відносного приросту маси особин по відношенню до їх довжини, коли відбувається начебто «перехрест» цих величин, настає статева стиглість у риб, тобто спостерігається перший нерест. Між тим біологічні показники росту риб піддаються великим змінам як у окремих видів, які населяють різні зони ареалу, а саме в центрі і на його південній і північній межах, так і у різних екологічних форм. Все це приводить у ряді випадків до неодночасності і розходження в швидкості росту маси тіла і лінійного росту, темпі розвитку репродуктивної системи. Темп розвитку відтворювальної системи у риб тісним чином зв'язаний з рівнем і характером метаболізму в особин у зв'язку з різними умовами існування.

Зміна в характері і рівні обміну речовин викликає ту чи іншу різночасовість у розвитку всього організму – його росту, формі тіла, і швидкості настання статевої стиглості, яка зв'язується з початком функціонування статевих залоз, тобто з першим нерестом.

Зміна швидкості розвитку відтворювальної системи і часу досягнення статевої стиглості зв'язано з різночасовістю розвитку всього організму і окремих органів. Тому початок функціонування статевих залоз може бути приурочено до того або іншого етапу і періоду індивідуального розвитку.

При цьому всі зміни є реакцією організму на зміну умов існування і одним із способів адаптації особин до різних умов середовища. Віку статевого визрівання присутня різна індивідуальна мінливість. У окремих популяцій за зміни умов існування відсоток визріваючих самиць, які відносяться до різних поколінь, має дещо змінюватися, тобто спостерігається різна швидкість настання статевої стиглості. У ранніх вікових груп, що у деяких випадках суттєво впливає на структуру всього нерестового стада, значно змінюючи величину поповнення і залишку. Всі ці зміни швидкості настання статевої стиглості у особин і окремих популяціях за відносно стабільних умов їх існування має певний розмах варіабельності і спостерігається пряма залежність статевої стиглості від умов існування, яка зв'язана, досить часто, з темпом росту особин, то у виду в цілому зміни у термінах настання статевої стиглості мають більш складний характер, який зв'язаний із специфікою розвитку всього організму і відтворювальної системи. Зміни у тривалості розвитку статевих залоз у самок зв'язані з подовженням або скороченням термінів проходження II стадії стиглості яєчників, періоду протоплазматичного розвитку овоцитів, кінцеві фази якого характеризуються овоцитами у фазі одношарового фолікула. Прискорення або уповільнення швидкості розвитку статевих залоз у самиць, які досягли

терміну першого нересту, припадає в основному на період перивітелогенезу. У зв'язку з різним темпом досягнення термінів статевої стиглості змінюється і структура популяцій: за раннього настання статевої стиглості нерестова частина популяції складається з молодших вікових груп, граничний вік життя у таких популяціях невеликий. У більшості випадків це другий тип нерестової популяції, коли залишок менше поповнення. За пізнього настання статевої стиглості у особин нерестова частина популяції складається з великої кількості різновікових поколінь – це третій тип нерестової популяції, коли залишок переважає над поповненням. Особини у таких популяціях приймають участь у розмноженні багато разів протягом всього життя. Граничний вік життя плідників у таких популяціях досить великий. Природно, що швидкість відтворення популяцій з раннім терміном настання статевої стиглості у особин з коротким віковим рядом нерестової частини популяції і тривалим життям особин, значно вище, ніж у популяцій з пізнім терміном настання статевої стиглості у особин, з розтягненим і великовіковим складом плідників у статевозрілій частині популяції, з відносно тривалим періодом життя особин в таких популяціях. У зв'язку з глибокими і незворотними змінами умов існування, популяції першого типу виявляються менш вразливими і досить швидко відновлюють свою чисельність.

Популяція другого типу, не дивлячись на велику стійкість до короткочасних змін умов існування, дуже важко і протягом тривалого часу відновлюють свою чисельність за тривалих несприятливих умов існування, і у тому числі необхідних для перебігу всіх ланок репродуктивного циклу.

Особливості розвитку ооцитів у риб до настання термінів першого ікрометання – теоретична складова яка значною мірою визначає технологію відтворення в штучних умовах, що є вагомою складовою рибництва.

В іхтіологічній літературі досить поширена інформація про різний час настання у риб статевої стиглості. Зміни у тривалості проходження стадії стиглості статевих залоз у самиць в період досягнення термінів першого нересту припадає на початкові стадії розвитку гонад (I і II). Відомо також і те, що тривалість ювенального періоду досить різна не лише у різних видів риб, але вона достатньо схильна до стійких змін у одного і того ж виду, поширеного у водоймах різних широт з різним гідрологічним режимом. У зв'язку з цим серед прісноводних костистих риб можна виділити скороспілі і пізньоспілі популяції певних видів. Виходячи з цього в інтересах рибництва тривалість цього процесу можна змінити.

Вважають, що управління онтогенезом у риб в рибогосподарських цілях, очевидно, буде полягати у створенні оптимальних умов для кожної фази розвитку, а також у зміні режиму розвитку, у прискоренні або, навпаки, уповільненні його, збільшенні або, навпаки, скороченні тривалості тієї чи іншої фази, а звідси і в зміні типу і характеру всього життєвого циклу.

Отже, вивчення специфіки перебігу стадій стиглості статевих залоз і особливостей розвитку ооцитів у риб в період настання часу першого ікрометання має не лише велике теоретичне, але й практичне значення.

Дослідженнями Б. В. Кошелева встановлено, що у різних видів риб у зв'язку зі зміною умов існування спостерігаються значні зміни у тривалості проходження періоду протоплазматичного росту ооцитів. Ці фази стиглості овоцитів характерні для II стадії стиглості статевих залоз. Саме в цей період розвитку статевих клітин відбуваються найбільш суттєві зміни в ядерно-плазмових співвідношеннях в овоциті, що розвивається. Ці зміни є попередниками наступного періоду, зв'язаного з накопиченням поживних речовин в овоцитах.

В процесі ово- і сперматогенезу є різні періоди, протягом яких можуть відбуватися тривалі затримки у розвитку статевих залоз у самців і самиць. Затримки у розвитку статевих клітин у самиць відмічалось після анатомічної диференціації гонад, що характеризувалося завершенням формування яйценосних пластинок, в яких овоцити знаходилися на різних фазах стиглості періоду протоплазматичного росту. Саме в цей період у самиць лососевих можливі тривалі затримки у розвитку відтворювальної системи, які припадають на період превітеллогенезу аж до початку трофоплазматичного росту ооцитів. У самців лососевих риб розглянуті затримки можуть відбуватися в той період розвитку гонад, котрий характеризується збільшенням числа статевих клітин у сім'янику і продовжується анатомічною диференціацією, а саме формуванням ампул до цитологічної диференціації сім'яника.

Тривалі зміни у статевих циклах у риб припадають на період протоплазматичного росту ооцитів як у особин за досягнення термінів першого ікрометання, так і у плідників в період дорослого організму.

Зміни у швидкості розвитку гонад, які пов'язані з тривалістю перебігу фази протоплазматичного росту ооцитів (превітеллогенезу), приводять до збільшення або зниження часу віку настання статевої стиглості, тобто до утворення швидкоспілих або пізньоспілих форм.

Різна швидкість настання статевої стиглості має великий вплив на вікову структуру популяції, змінюючи співвідношення поповнення і залишку, початок розмноження особин, тривалість життя, кількість статевих циклів, а це, у свою чергу, без сумніву, змінює (збільшує чи зменшує) швидкість відтворення окремих популяцій. Порівняльний аналіз специфіки перебігу окремих стадій стиглості статевих залоз у риб, які досягли термінів першого нересту і розмножуються повторно, показав, що найбільш тривалі зміни у тривалості періоду протоплазматичного росту, а це II стадія стиглості статевих залоз, відмічені у період досягнення термінів першого нересту. У плідників, які розмножуються другий, третій і наступні рази, ці зміни у тривалості перебігу періоду протоплазматичного росту піддаються менш значним коливанням. Взагалі тривалість II стадії стиглості гонад у самок, що

розмножуються повторно, значно скорочена порівняно з II стадією у особин в період досягнення термінів першого ікрометання.

Для забезпечення нормального і ритмічного функціонування відтворювальної системи також необхідні певні енергетичні резерви в організмі, які б могли бути своєчасно мобілізовані для накопичення значної кількості запасних поживних речовин в овоцитах, що розвиваються. Особиною в період досягнення термінів першого ікрометання для накопичення резервних поживних речовин необхідно значно більше часу, ніж дорослим плідникам з режимом розмноження, який вже сформувався та встановився раніше. Тому у особин одного й того ж виду, які населяють водойми різних широт в межах ареалу, спостерігаються більш суттєві зміни у тривалості II стадії стиглості статевих залоз, або іншими словами тривалості періоду превітеллогенезу у ювенальних особин, у яких розглядаєма стадія розтягується на декілька років, ніж у плідників за повторних статевих циклів. Тривалість II стадії у певних видів риб за щорічного нересту зростає на один або декілька місяців.

Якісні та кількісні критерії обміну речовин в організмі риб безсумнівно впливають на ріст та розвиток. Виходячи з цього суттєвий інтерес викликає зв'язок обміну речовин зі швидкістю розвитку статевих залоз у риб.

Розвиток статевої залози – це процес, перебіг якого відбувається у єдності зовнішнього і внутрішнього, який залежить як від попереднього стану, так і від тих умов, у яких знаходиться організм у процесі вистигання статевих залоз, розвиток яких нерозривно зв'язаний з загальним обміном організму.

У зв'язку з цим при розробленні теоретичних аспектів рибицтва велика увага приділяється дослідженню обміну речовин, встановленню взаємозв'язків між специфікою обміну речовин у риб та встановленню взаємозв'язків між специфікою обміну речовин і початком функціонування репродуктивної системи. Виявлена залежність між плодючістю і швидкістю розвитку яєчників, відмічена фізіологічна неоднорідність окремих поколінь, яка впливає на темп вистигання особин в популяціях, встановлено тісний взаємозв'язок між віком плідників і якістю статевих продуктів, а також зареєстрована специфіка обміну речовин у окремих видів і своєрідність характеру метаболізму у риб з різною біологією у зв'язку з розвитком статевих залоз. Всі ці та інші дослідження розширюють нашу уяву щодо фізіологічних механізмів зміни швидкості і послідовності перебігу окремих етапів у розвитку риб і темпі розвитку окремих органів протягом всього онтогенезу.

Слід зазначити, що у риб період накопичення запасних поживних речовин в овоцитах є досить тривалим і напруженим періодом у розвитку статевої залози і особин в цілому, оскільки з ікрою в період нересту «втрачається» біля 25% маси тіла, що об'єктивно - маса статевих залоз відносно маси тіла становить біля 15-25%. Якщо в статевих клітинах, що

розвиваються, як правило, протягом тривалого часу, який складає біля 4-6 місяців, накопичується велика кількість запасних поживних речовин, то природно, що для здійснення процесу вітелогенезу необхідні великі енергетичні витрати з боку материнського організму. У зв'язку з цим в організмі повинні бути відповідні резерви, які б могли бути спрямовані на розвиток великої кількості ооцитів у статевій залозі, особливо у особин в період досягнення термінів першого ікрометання. У деяких видів риб, в міру надходження поживних речовин, відбувається паралельний розвиток всього організму, що супроводжується збільшенням маси та лінійних розмірів статевих залоз. Одночасно в яйцеклітинах відбувається інтенсивне накопичення поживних речовин. У інших видів риб спочатку відбувається інтенсивний лінійний і особливо ріст маси самиць, і лише після накопичення певних енергетичних резервів починається досить швидкий розвиток ооцитів, яке зв'язане з проходженням періоду трофоплазматичного росту. Якщо за якихось причин знижується рівень і швидкість обміну речовин, то не відбувається накопичення резервних речовин в овоцитах, які розвиваються, і спостерігається затримка в їх розвитку на фазах превітелогенезу. Однак великих енергетичних витрат вимагає не лише розвиток овоцитів, але й сам процес розмноження особливо у видів, які починають переднерестову міграцію далеко від місць ікрометання. У цьому плані досить цікавими є спостереження за нерестом морського менька самиці якого після ікрометання деякий час знаходяться у стані спокою, потім починається період інтенсивної годівлі, а через деякий час вони знову виметують чергову порцію стиглих ікринок. На відміну від видів риб з асинхронним ростом ооцитів і порційним типом ікрометання, у морського менька тривалий нерестовий період забезпечується не одночасною, а переривистою овуляцією якоїсь частки ооцитів, яка синхронно розвивається і які знаходяться на завершальних і однакових фазах періоду вітелогенезу.

Отже, всі зміни умов існування тісним чином зв'язані зі зміною фізіологічного стані особин і у першу чергу, зі зміною обміну речовин, що є пристосуванням організму до різних умов існування. Ці закономірності дають змогу зрозуміти зміни, які відбуваються у швидкості розвитку окремих органів в онтогенезі, розвиток яких може інколи відбуватися з різною швидкістю, змінюючи процес системогенезу.

Багатовіковий досвід людства відносно взаємозв'язку між якістю плідників і нащадків загальновідомий. Одночасно з цим характер впливу і механізм процесу вимагає певного тлумачення і теоретичного обґрунтування.

У процесі формування промислового стада риб та розроблення методів штучного відтворення цінних видів риб досить важливим є питання щодо взаємозв'язку між якістю батьків і якістю отриманих від них нащадків, а також питання щодо впливу їх життєстійкості на формування наступного покоління риби. Існує інформація щодо впливу віку плідників на якість нащадків, згідно якої від середньовікових плідників отримують кращих за

якістю нащадків. Поряд з цим відомо, що самки форелі, які характеризуються високим рівнем обміну речовин, продукують нащадків також з найкращими показниками метаболічних процесів і інтенсивним ростом, особливо на ранніх етапах життя.

Між тим експериментально доведено, що личинки тарані і ляща з більшою швидкістю ембріонального розвитку характеризувались більш низькою життестійкістю. Це пов'язують з тим, що швидкість розвитку до певної міри характеризує швидкість обміну речовин у ембріонів і загальні процеси життєдіяльності, які визначають якість даного потомства. Тому зрозумілим стає те, що у личинок, які не отримують їжі ззовні, тривалість життя буде в загальному меншою у тих, які характеризувались підвищеною швидкістю розвитку. Для самиці чотирирічної тарані, які характеризувались найбільш інтенсивним ростом, голодуючі личинки виявились найменш життестійкими, а у самиці ляща семирічного віку з модальним приростом виявились найменш життестійкими личинки. Припускають, що ці зв'язки можна розуміти так, що чотирирічні самиці тарані із швидким ростом і семирічні самиці ляща з середнім ростом характеризувались найкращим обміном речовин, який і передали своїм нащадкам. Однак останні завдяки інтенсивному обміну речовин і розвивались, і закінчували своє існування за умов голодування значно швидше, ніж личинки, які отримали у спадок гірший обмін.

Особливої уваги заслуговують дані щодо впливу вмісту жиру у м'язах і на внутрішніх органах риб на життестійкість личинок. Виявилось, що у самок ляща із збільшенням кількості жиру у м'язах і на внутрішніх органах життестійкість личинок, які живились, в середньому зростала. У тарані, навпаки життестійкість личинок від самиць з відносно більшим вмістом жиру у м'язах і на внутрішніх органах була меншою. Однак звертає увагу той факт, що вміст жиру у самиць ляща перевищував у 3-4 рази, ніж у тарані. Це свідчить, що жировий обмін у цих видів риб відбувається по-різному. Вважають, про те, що самці ляща на період розмноження необхідно мати більше запасного жиру, ніж самці тарані. Тому, очевидно, вміст жиру у ляща у більшій мірі відображує конституціональні властивості самиць, а звідси і життестійкість личинок у них позитивно зв'язана з кількістю жиру у самиць. На відміну від ляща у самиць тарані великий залишок жиру після вітелогенезу і зимівлі може означати, очевидно, порушення жирового обміну, що може свідчити про гірші конституційні властивості самиці, тому і життестійкість личинок від таких самиць виявилась низькою.

Вивчення впливу віку на якість нащадків показало, що вік самиць впливає на ступінь заплідненості ікри і виживаність ембріонів. Найкращий результат дають самиці у розквіті життєвих сил, у стиглому віці (чотирьох - шістирічного віку), гірший – молоді самиці трьохрічного віку і найгірший – старі самиці семи - восьми років. Вік самців також впливає на запліднюваність ікри і виживаність ембріонів, але цей вплив не дуже

великий. Між тим виявлено, що запліднення ікри і виживаність ембріонів у зрілових самців чотирьох - п'яти років краще, ніж у молодих двох - трьох років і старих у віці шести - семи років.

За різного віку підбору плідників з метою штучного осіміння з подальшим заплідненням ікри найкращий результат з запліднення ікри і виживаності ембріонів дає поєднання статевостиглих самиць і самців між собою, найгірший - поєднання старих плідників з молодими і між собою. Застосування зрілових плідників у поєднанні з молодими і старшими плідниками покращує результат запліднення ікри і виживаності ембріонів порівняно з найгіршими поєднаннями.

Між тим доведено, що за різних вікових поєднань плідників по мірі розвитку нащадків відносна сила впливу віку плідників на виживаність нащадків в дослідних умовах поступово слабшала за відносного зростання впливу чинників середовища.

В ланцюгу робіт з розведення риб вагомою складовою є об'єктивне прогнозування впливу швидкості росту плідників на виживаність і чисельність нащадків у риб.

У більшості видів риб показники якості ікринок із збільшенням швидкості росту і плодючості самок знижуються. Між тим розмірам, масі і жирності ікринок надається виключно важливе вирішальне значення для виживання поколінь риб, оскільки вони визначають величину запасу поживної речовини в найбільш вирішальний період життя поколінь - період змішаного живлення личинок. У зв'язку з цим важливим є зв'язок між цими показниками якості ікринок і виживаністю нащадків.

Експериментальним шляхом встановлено, що тривалий період виживання голодуючих личинок, виведених із крупних і більш важких ікринок не завжди свідчить про те, що такі ікринки є найбільш високоякісними. Тривалість життя голодуючих личинок незалежно від розмірів ікринок, з яких вони отримані, зв'язана негативним зв'язком з інтенсивністю обміну речовин. Скоріш гинуть ті з них, які мають кращий обмін, тому без їжі вони швидше витрачають запаси енергетичних речовин в тілі. Личинки, які швидше гинули за голодування, можуть виявитися за умов нормального живлення більш високоякісними, ніж ті, що тривалий час живуть без їжі.

Значно більш тісний взаємозв'язок встановлено між виживаністю личинок тарані і ляща і вмістом загального азоту, вуглеводів, кальцію і жиру в ікринках. Тривалість життя голодуючих личинок обох видів риб по мірі збільшення вмісту загального азоту в ікринках значно знижувалась, а із збільшенням вмісту вуглеводів і кальцію - в загальному зростала.

Аналогічний зв'язок із вмістом жиру в ікринках за характером був майже такий. У личинок, які жились, виживаність була найвищою за середнього вмісту в ікринках загального азоту, вуглеводів і жиру. Такий же

зв'язок виявляється у виживаності личинок тарані з вмістом кальцію, а у ляща з зростанням кальцію виживаність дещо збільшувалась.

Про значення розмірів ікринок для виживання риб на ранніх етапах розвитку в літературі існують різні точки зору. Проте не виключено, що у деяких дослідах, які показали кращу виживаність нащадків із крупних ікринок, останні були отримані від зріловікових самок, які, як відомо, дають кращих нащадків. Інші автори, які вивчали вплив віку плідників на виживаність нащадків у риб, вважають, що величина ікринок не може слугувати показником їх життєздатності. Остання на думку цих вчених залежить від більш глибоких властивостей і не лише (і, може бути, не стільки) від величини запасу енергетичних і пластичних речовин в ікринці, але й від біохімічних і фізіологічних процесів, які забезпечують обмін і морфогенезу ембріону, що розвивається. А величина, маса і жирність ікринок є лише слабким відображенням цих властивостей. Виключенням можуть бути лише випадки, які досить характерні, коли вони забезпечують гідростатичні властивості пелагічних ікринок певних видів риб.

Надавати вирішальне значення масі і жирності ікринок у виживанні покоління, яке визначається в період змішаного живлення, значить не визнавати адаптивне значення швидкості росту плідників і величини плодючості. Адже логічним є те, що збільшення швидкості росту самок і разом з нею зростання їх плодючості є адаптивною відповіддю на покращення умов існування популяцій, які повинні вести до збільшення чисельності, а відповідно і до поліпшення якості статевих продуктів і зростання життєстійкості нащадків. Проте, як показують експериментальні дослідження у багатьох видів риб із збільшенням росту і плодючості зменшується і величина, і маса, і жирність ікринок, а разом з цим – і тривалість життя личинок за голодування. Тобто, якщо ці якості ікринок дійсно мають велике значення для виживання нащадків, то у даному випадку їх зміни повинні вести не до збільшення, а до зменшення його чисельності. В дійсності ж із зростанням швидкості росту плідників і їх плодючості відбувається одночасно і покращення якості статевих продуктів і збільшення життєстійкості нащадків.

Це пояснюється багатьма факторами і перш за все, необхідно відмітити, що фізіологічні властивості плідників передаються нащадкам. Встановлено, що самки осетра, форелі, коропа, ляща, тарані, маринки та інших, які характеризуються кращим обміном демонстрували більшу життєздатність і виживаність. Разом з тим виявилось, що інтенсивність обміну може зростати із збільшенням приросту тіла. Адже на коропі показано, що швидкість росту самиць також передається нащадкам. Багаторічний відбір кращої молоді райдужної форелі від кращих за ростом, плодючістю і якістю статевих продуктів плідників привів до суттєвого зростання швидкості росту риб і прискорення вистигання, збільшенню плодючості і виживаності.

Розглянемо більш детально питання щодо впливу швидкості росту плідників риб на виживаність їх нащадків на ранніх етапах постембріонального розвитку. З цього приводу існує досить широка інформація, отримана на багатьох видах риб. Ікра від тугорослої самки ляща виявилась більш чутливою до високої температури в період інкубації і дала більш високий відхід, ніж ікра, отримана від самиць з гарним ростом. Спеціальними дослідженнями на тарані встановлено, що із зростанням приросту самиць виживаність личинок, які живились, збільшувалась, а тривалість життя голодуючих, навпаки – зменшилась, що пов'язано з кращим обміном речовин.

Самиці судака віком від 3 до 5 років, які мали більший розмір, дали зародків з кращою виживаністю і з більшою інтенсивністю росту, ніж тугорослі самиці того ж віку.

Узагальнюючи ці та інші багаточисельні дані, вчені дійшли висновку про те, що виживаність мальків, які народились від швидкоростучих самок, вище, ніж від тугорослих самиць.

Важливим є також питання щодо існування взаємозв'язку між швидкістю росту плідників і чисельністю їх нащадків. У цілому виявилось, що плідники, які характеризувались більш високим ростом, давали загалом і більше нащадків.

Питання для самоперевірки до розділу 6

1. Особливості нерестових процесів у різних видів риб.
2. Внутрішньопопуляційна диференціація риб.
3. Еколого-фізіологічні основи управління статевим циклами.
4. Співвідношення статей у риб різних видів та її мінливість.
5. Закономірності розвитку статевих залоз риб.
6. Кореляція між темпом росту особин і швидкістю досягнення статевої зрілості.
7. Оцінка якості статевих продуктів.

7. ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРИРОДНОГО ТА ШТУЧНОГО ВІДТВОРЕННЯ РИБ

На відміну від теплокровних диких та домашніх тварин і птахів, розведення риб досить специфічне, що обумовлено їх видовою різноманітністю, яка поєднується з виключно високою значимістю абіотичних, біотичних і антропогенних факторів. При цьому перша і друга група факторів можуть впливати на риб безпосередньо, а третя група – виробничі фактори, можуть діяти як безпосередньо так і опосередковано через зміни кількісних і як наслідок, якісних характеристик умов існування, розмноження та розведення риб. Нажаль об'єктивна реальність свідчить про

те, що інтенсивність впливу антропогенних факторів зберігає тенденцію підвищення, що обумовлено нарощенням господарської діяльності людини у регіональних і планетарних масштабах. Змінюється гідрологічні режими, фізико – хімічні показники континентальних і морських вод, що об'єктивно негативно впливає на видовий склад, чисельність і біомасу гідробіонтів і зокрема риб.

При цьому необхідно враховувати той факт, що критерії екологічної пластичності певного виду риб, необхідно диференціювати в зв'язку з відповідним життєвим циклами. При такому підході стає наочним, що процес розмноження риб характеризується достатньо вузькою екологічною пластичністю і є виключно консервативним, що типово для переважної більшості цінних видів риб. Розглянута біологічна особливість знаходить своє фактичне відображення в динаміці чисельності популяцій риб, коли порушується екологія розмноження, і як наслідок в окремі роки з'являються маловрожайні покоління. Так, випадіння певних видів риб із промислу відбувається протягом досить тривалого часу. Після чого їде ряд низьковрожайних поколінь молоді, причому кожне наступне покоління нижче урожайності попереднього. За умов збереження такої тенденції в часі і просторі перспектива достатньо негативна, а саме повне припинення розмноження і зникнення виду не тільки з промислу, а і складу іхтіофауни відповідної акваторії.

За таких умов рибогосподарське значення акваторії може бути збережено за умови обґрунтованих робіт по реакліматизації у поєднанні з раціональною експлуатацією водойми за принципом пасовищної аквакультури, що знайшло своє втілення в практиці сучасного світового рибництва.

Проте, згадана практика збереження рибогосподарського значення водойм, змогло стати реальністю тільки тому, що були розроблені теоретичні основи штучного риборозведення і вирощування життєстійкого рибопосадкового матеріалу який використовується в якості інтродуцентів для цілеспрямованого формування іхтіофауни природних і штучних акваторій за умови збереження туводної іхтіофауни.

Повертаючись до специфічних особливостей розмноження кожного виду доцільно розглянути цей процес в адаптаційному плані. Специфічність або видоспецифічні особливості цього процесу не що інше, як пристосування до певних умов розмноження і розвитку молоді, забезпечуючих циклічність поповнення, що необхідно для збереження виду і підтримання чисельності його популяцій в ареалі.

Чисельність поповнення, його якісні параметри залежать від якості нерестової популяції, умов ембріогенезу і раннього постембріогенезу.

Розмноження риб має свої специфічні особливості, характерні для водних тварин і обумовлені життям у воді, що необхідно враховувати при розведенні. Одночасно з цим, на відміну від теплокровних тварин, що

мешкають у воді, у абсолютної більшості риб запліднення яйцеклітин проходить поза межами материнського організму, а саме в зовнішньому середовищі. Яйцеклітини і сперматозоїди до настання запліднення певний час знаходяться у воді, поза особинами – плідниками, де і проходить проникнення сперматозоїдів в яйцеклітину і формування зиготи, що і свідчить про факт запліднення.

Виходячи з викладеного зрозуміло, що фактори середовища безпосередньо впливають на процес розмноження в природних умовах, маючи провідне значення в процесі розведення риб. При цьому доцільно пам'ятати, що нерест є виключно ваговою складовою відтворення, але це своєрідний фінал, якому передують процес формування відтворної системи. Тривалість цього процесу і якість статевих продуктів залежить не тільки від видоспецифічних особливостей, тут вагоме значення набувають абіотичні і біотичні фактори середовища, рівень їх залежності від антропогенних факторів.

Для одержання повноцінних статевих продуктів, які формуються у відповідних статевих залозах, необхідно володіти інформацією відносно процесу, який протікає в статевих залозах до досягнення статевої стиглості.

I стадія – статевозрілі (ювенальні) молоді особини. Статеві залози мають вигляд тонких прозорих тяжів, які прилягають до стінок порожнини тіла. Статеві клітини самиць можуть бути представлені оогоніями, або молодими овоцитами періоду протоплазматичного росту, статеві клітини самців представлені сперматогоніями.

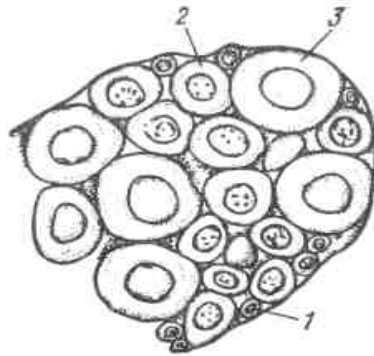
Овогонії, або первинні статеві клітини самиць утворюються із зачаткового епітелія протягом всього життя. Ці клітини округлої форми і невеликих розмірів, що не дає можливості виявити їх візуально. Для цього виготовляють гістологічні препарати і при великому збільшенні розглядають під мікроскопом. Вони прозорі, мають відносно крупне ядро, оточене тонким шаром протоплазми (рис.7.1, 7.2).

Овогонії розвиваються і діляться, що веде до збільшення їх кількості. Цей період в розвитку статевих клітин отримав назву періоду поділу овогоній. Після цього частина овогоній припиняють процес поділу, проходить період перетворень в ядрі (так званого сенаптенного шляху) і починають збільшуватись в розмірах (ріст). Статеві клітини періоду росту мають назву овоцитів. Ріст молодих овоцитів відбувається за рахунок збільшення кількості протоплазми — цей період їх розвитку називають періодом протоплазматичного.

Сперматогонії — первинні статеві клітини самців, які утворюються із перитонеального епітелію. Вони присутні у самців в будь-який період року і на будь-якій стадії статевого циклу. Це найбільші клітини в сім'яниках, для них характерна округла форма і відносно крупне ядро, оточене товстим шаром цитоплазми.

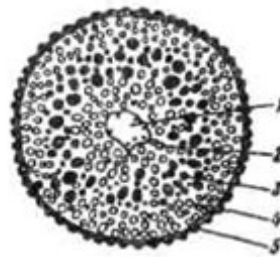


а

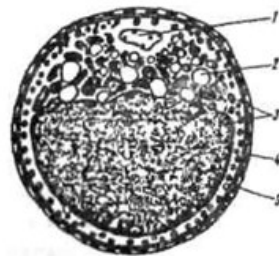


б

Рис. 7.1 - Ділянки яєчників I (а) і II (б) стадії зрілості:
 1 - овогонії; 2 - ооцити початку протоплазматичного росту; 3 - ооцити кінця протоплазматичного росту



а



б

Рис. 7.2. - Ооцити з яєчників III (а) і IV (б) стадії зрілості: 1 - ядро; 2 - каплі жиру 3 – жовток, 4 вакуолі; 5 - оболонка ооцита

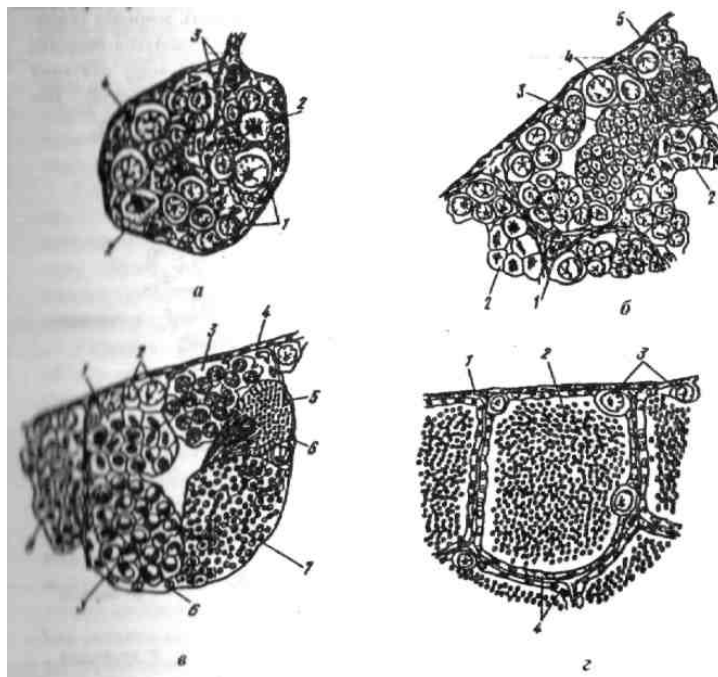


Рис. 7.3 - Поперечний розріз судин сім'яників на різних стадіях зрілості (а - I; б - II; в - III; г - IV стадії): 1 – Кровоносна судина з еритроцитами; 2 - сперматогонія; 3 - поділ сперматогонії; 4 – оболонка сім'яника; 5 - циста з сперматоцитами I порядку; б - циста із зрілими сперматоцитами; 7 - сперматозоїди; 8 - циста із сперматидами; 9 - циста з поділеними сперматоцитами II порядку; 10 - фолікулярний епітелій.

II стадія — дозріваючі особини або особини, в яких проходить розвиток статевих продуктів після нересту. Яєчники прозорі, практично безбарвні. Вздовж проходить велика кровоносна судина, що має відгалуження. В яєчниках деяких риб, зокрема в осетрових, наявна значна кількість жирової тканини. Під час розгляду яєчників при збільшенні добре розрізняються овоцити періоду протоплазматичного росту, які складають основну масу статевих клітин. Значна кількість овоцитів проходить кінцеві фази цього періоду. Вони мають відносно великі розміри за рахунок збільшення ядра і об'єму цитоплазми (3.4).

Окремі овоцити закінчили протоплазматичний ріст і їх уже можна розрізнити неозброєним оком. Навколо овоцитів проходить закладка шару фолікулярних клітин, які утворюються із зародкового епітелія яєчників. Це початок формування фолікулярної оболонки. Паралельно з овоцитами, що пройшли період протоплазматичного росту, (в яєчниках є також овогонії і овоцити початкових фаз періоду малого росту. Ці статеві клітини виступають як резервний фонд, який може бути використаний організмом самок поліциклічних риб (багаторазово нерестуючі на протязі життя) після майбутнього нересту в черговому циклі дозрівання статевих продуктів.

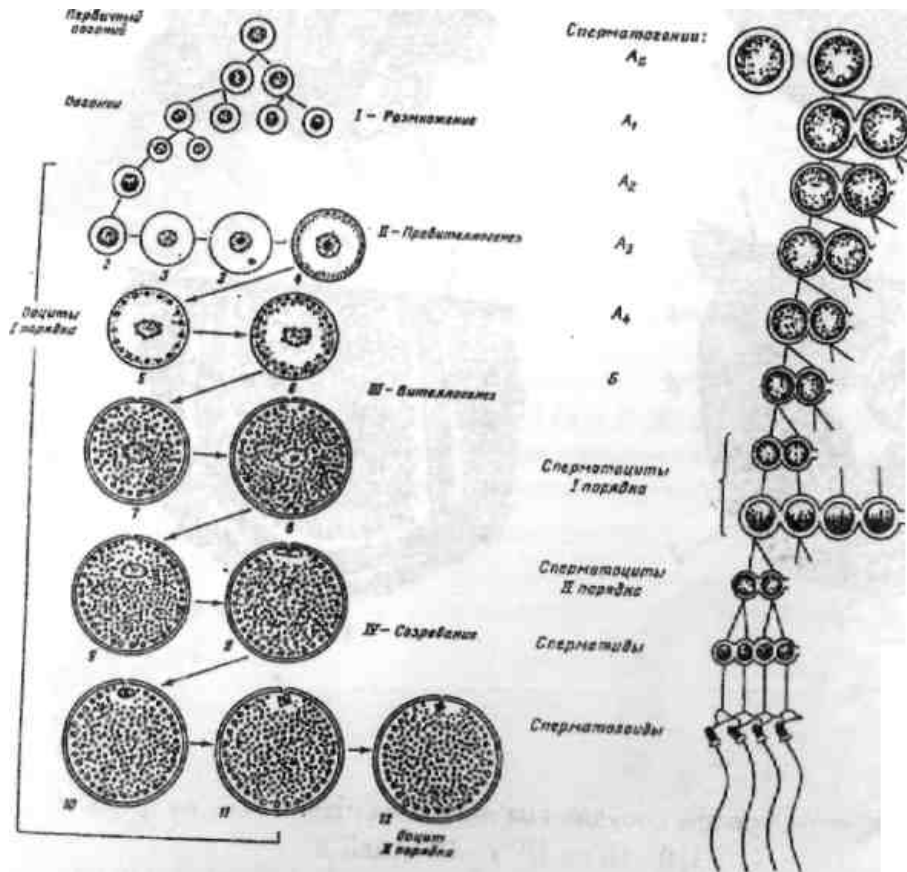


Рис. – 7.4. – Схема овогенезу і сперматогенезу

Сім'яники представлені округлими тяжами або тонкими нитками сіруватого або біло-рожевого кольору. У прохідних оселедців, лососів та у деяких інших через сильний розвиток кровоносних судин сім'яники можуть набувати різних відтінків від рожевого до багряно-червоного. Статеві клітини самців представлені сперматогоніями в стані розмноження.

Сперматогонії декілька разів поділяються, при цьому збільшується їх кількість і зменшуються розміри. Таким чином з кожної початкової крупної сперматогонії формується група більш дрібних сперматогоній, що мають спільну оболонку. Ці групи статевих клітин мають назву цист. Розмноження сперматогоній приводить до збільшення розмірів сім'яника, що супроводжується його помутнінням і втратою прозорості.

III стадія — статеві залози добре розвинені. Яєчники заповнюють половину об'єму черевної порожнини і містять овоцити, видимі неозброєним оком. Овоцити збільшують свої розміри за рахунок збільшення об'єму протоплазми і в результаті накопичення трофічних речовин, представлених зернами (гранулами) жовтка і краплинами жиру. Цей період розвитку овоцитів має назву періоду трофоплазматичного, або великого росту. Завершення періоду росту характеризується тим, що овоцити досягають розмірів, які в багато десятків разів перевищують початкові розміри овогоній. Овоцити при цьому втрачають прозорість, мутніють і набувають за рахунок жирових крапель

і гранул жовтка забарвлення від світло-жовтого з різними відтінками до яскраво-жовтогарячого, що приводить до загальної зміни кольору яєчників. У осетрових завдяки акумуляції у верхньому шарі цитоплазми дрібних гранул бурувато-чорного пігменту овоцити набувають характерне для них темне забарвлення. Крім крапель жиру і гранул жовтка в овоцитах костистих риб з'являються вакуолі, що містять речовини вуглеводної природи.

На цій стадії проходить формування оболонки овоциту. Спочатку утворюються мікролійки на поверхні овоциту, у основи яких формується тонкий шар гомогенного не маючого структури матеріалу, безпосередньо контактуючого з поверхнею овоциту і на деякій відстані від фолікулярних клітин. При збільшенні накопичення жовткових включень в овоциті формується додатковий шар, що складається із пучків трубчастих структурних елементів. Він розміщується безпосередньо між тонким гомогенним шаром і поверхнею цитоплазми. Після цього внутрішній структурний шар переходить в гомогенний зовнішній і обидва шари утворюють єдину оболонку. У осетрових, кети, салаки, окуня, атлантичних і тихоокеанських оселедців, деяких інших видів риб ця оболонка складається з двох шарів, зовнішнього і внутрішнього. У багатьох інших видів вона, як правило, має тільки один шар. Оболонка пронизана канальцями, в яких лежать ворсинки овоциту. Під мікроскопом на оболонці овоциту видно характерну радіальну почерканість, що утворена найтоншими порами канальців, що і лежить в основі назви — радіально-почеркана оболонка (*zona radiata*). Сама оболонка представлена міжклітинною речовиною, яка пронизана радіальними канальцями, в яких проходять мікроворсинки овоциту. Таким чином овоцит зі сформованою *zona radiata* оточений фолікулярними клітинами, які утворюють фолікулярну оболонку, або фолікулу. Зовнішня поверхня фолікули вкрита сполучною оболонкою. Над *zona radiata* в овоциті ряду видів риб формується ще зовнішня оболонка, яка буває представлена одним шаром гомогенної або ворсинчастої будови. При цьому у різних видів риб відстежуються специфічні особливості. Плітка має ворсисту зовнішню оболонку, у осетрових на поверхні *zona radiata* утворюється друга оболонка, яка складається із радіально розташованих стовпчиків (щільниковий шар). Таку оболонку називають ніздрюватою, драглистою або щільниковою. Для ряду риб характерне утворення наростів на *zona radiata* у вигляді гребенів і ниток. У одних видів риб ці нарости розташовані рівномірно по всій *zona radiata*, а в інших вони розміщуються на локальних ділянках. Особливості будови оболонок овоцитів різних видів риб обумовлені адаптацією ікринки до умов ембріогенезу, які виробились в процесі філогенезу. Так у риб, ікра яких розвивається в товщі води, можливість механічного травмування мінімальна і потрібне максимальне полегшення ікринок для доброї їх плавучості, овоцити мають дуже просту будову оболонок, представлених лише *zona radiata*, або додаткове покриття зверху дуже тонким гомогенним шаром. У риб, які відкладають ікру на ґрунт і занурені рослини, де вірогідність механічного пошкодження досить висока, овоцити мають *zona*

radiata і зовнішню оболонку, якщо ж її немає, то на zona radiata існують нарости. Коли яйцеклітина попадає у воду, зовнішня оболонка або нарости набухають, стають клейкими і виступають в якості специфічного органу, який забезпечує фіксацію ікри на субстраті.

Очевидно, що для третьої стадії стиглості яєчників характерна наявність овоцитів періоду трофоплазматичного росту. Поряд з цим в яєчниках поліциклічних риб присутні статеві клітини резервного фонду, представлені овоцитами і овоцитами періоду протоплазматичного росту.

Сім'яники третьої стадії стиглості значно збільшуються в об'ємі, стають щільними і тугими. На початку стадії їх колір рожево-сірий, а в кінці жовтувато-білий. Сім'яні каналні заповнені цистами і статевими клітинами. Сперматогонії, пройшовши період розмноження на другій стадії стиглості сім'яників, вступають в період росту і трансформуються в сперматоцити першого порядку. Спостерігається деяке збільшення розмірів цих клітин, що супроводжується складними ядерними перетвореннями, які відіграють досить значну роль в спадковості. Після цього чоловічі статеві клітини вступають в період досягання і двічі послідовно діляться. Наслідком поділу є утворення із кожного сперматозоїда першого порядку двох сперматозоїдів другого порядку, а потім чотирьох сперматозоїдів, які відрізняються від початкових меншими розмірами, відносно великим ядром, яке оточене найтонкішим шаром цитоплазми. В наслідок двократного поділу кількість хромосом в сперматидях зменшується в два рази, що тісно пов'язане зі спадковістю. Сперматиди, що утворились, вступають в період формування і поступово перетворюються в зрілі сперматозоїди. Форма головки сперматозоїдів у різних видів риб не однакова. У більшості костистих риб форма головки сперматозоїда кульовидна, яйцевидна, жолудеподібна, у осетрових і у деяких інших видів форма головки паличковидна (рис.7.5).

Основна маса головки сперматозоїда представлена ядром, у осетрових в передній частині головки знаходиться невелике утворення — акросома, формою нагадуючи шапочку, у інших видів аналогічне утворення відсутнє. До задньої частини голівки прилягає середня частина сперматозоїда, в утворенні якої беруть участь клітинний центр, мітохондрії і сперматиди. Середня частина, в свою чергу, переходить в хвіст, утворений основною ниткою, яка оточена шаром цитоплазми, і вкритий на поверхні плазматичною мембраною. Хвіст забезпечує рухові функції сперматозоїда. Після завершення процесу утворення в цистах сперматозоїдів оболонка цист руйнується, і вони вільно лежать в сім'яному каналні. Сперматозоїди нерухомі в сперматальній рідині і набувають здатності руху тільки при контакті з водою. Це найменші клітини із усіх вихідних статевих клітин, що продукуються сім'яниками.

Підсумовуючи викладене, необхідно акцентувати увагу на тому, що в сім'яниках третьої стадії стиглості спочатку є сперматогонії, сперматоцити першого і другого порядків та сперматиди, а при завершенні стадії з'являються окремі групи зрілих сперматозоїдів.

IV стадія — ікринки великі, практично повністю досягли відповідних розмірів і маси і займають більшу частину порожнини тіла. Колір яєчників у різних видів варіює в широких межах. Звичайно він жовто-жовтогарячий, а в осетрових риб сірий, або практично чорний, що пов'язано зі ступенем пігментації овоцитів. Навіть у самок одного виду риб колір яєчників може бути різним. В яєчниках є овоцити, які закінчили трофоплазматичний ріст і готові до овуляції при ікрометанні в період нересту. В яєчниках розглядаємої стадії деяких видів риб поряд з цими статевими клітинами є також овогонії і овоцити протоплазматичного росту, що складають своєрідний резервний фонд.

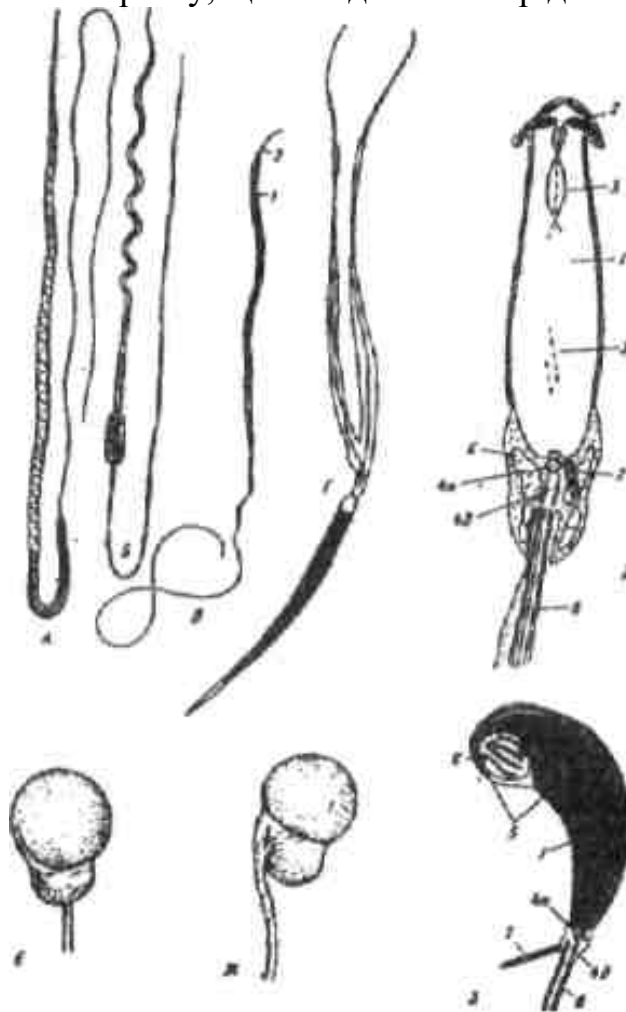


Рис.7.5 - Сперматозоїди риб:

А - акули (*Spinax niger*); Б - шиповатого скату (*Raja clavata*); В - латимерії; Г - мрогоптеруса (*P. aethiopicus*); Д - севрюги (*A. Stellatus*); Е - псевдорозбори (*mlorasbora parva*); Ж - глазчатого гірчака (*Rhodeus ocellatus*); З - австралійського угря (*Anguilla australis*);

1. головка; 2 — акросома; 3 - внутрішньоядерний канал з акросомними нитками; 4 - центріольярний апарат (4 п- проксимальна, 4 д - дистальна центріолі); 5 - субфібрили; 6 - мітохондрії (мітохондральне тільце); 7 - придатокцентріонального апарату; 8 – джгутик

Овоцити, які закінчили трофоплазматичний ріст і досягли характерних розмірів для ікринок даного виду риб, вступають в період досягання, а саме період, що завершує розвиток статевих клітин. Характерною діагностичною ознакою цього явища є зміщення ядра овоцита до мікропіле. Костисті риби мають одне мікропіле, в осетрових мікропіле декілька. Мікропіле являє собою канал, який пронизує *zona radiata*, а також драглисту оболонку, якщо вона є в овоцита. Цей канал має форму лікоподібного заглиблення на поверхні оболонки (оболонок), яке закінчується коротким кінцевим каналцем, що відкривається в цитоплазму в середині *zona radiata*. Зміщення ядра в овоциті приводить до полярності розміщення ядра і жовтка, на одному полюсі — анімальному — ядро і основна маса цитоплазми, на другому — вегетативному — жовток. В подальшому повне або часткове злиття жовтка з жиром надає прозорості овоцитам (рис.7.6).

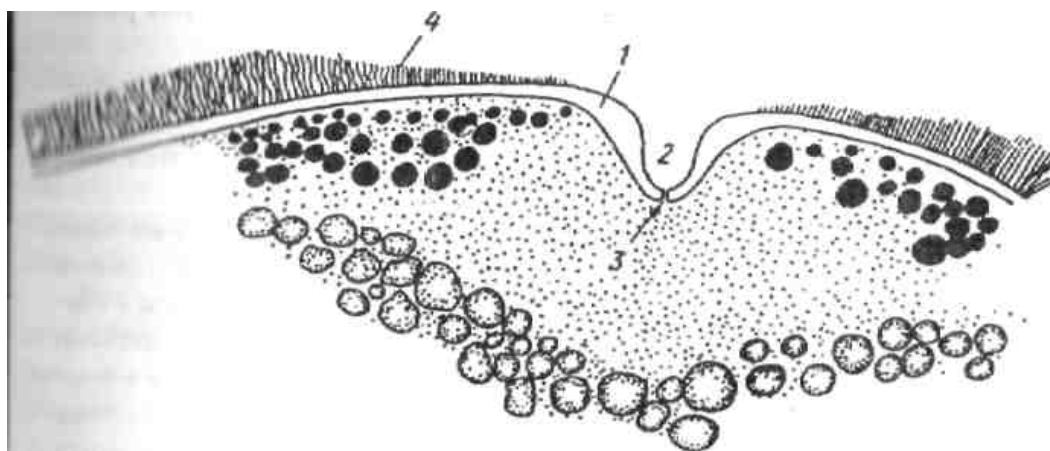


Рис. 7.6. - Мікропіле зрілого овоциту великоротого буфало:
1 - воронка овоциту; 2 - воронка мікропіле; 3 - каналець мікропіле; 4 - хоріон.

Сім'яники на четвертій стадії зрілості досягають найбільшої величини, набувають молочно-білий колір, і в них завершується сперматогенез. В сім'яних каналцях статевих залоз містяться зрілі сперматозоїди, що вийшли з цист. При цьому в сім'яниках зберігається запасний фонд статевих клітин, представлених сперматогоніями. При пальпуванні черевця риби із геніального отвору з'являються краплини сперми, що мають консистенцію густої сметани.

V стадія — *статеві продукти текучі і йде нерест риб*. При обережному пальпуванні черевця риби ікра і сперма вільно витікають із геніального отвору. Цією стадією завершується процес підготовки овоцитів до запліднення. В овоцитів осетрових риб ядерця ядра розчиняються, а його оболонка набуває складчастості на вегетативній стороні, через яку каріоплазма частково виходить в цитоплазму. В цій частині овоциту утворюється велика лакуна, яка заповнена матеріалом, що не містить жовткових гранул. Ядро стрімко скорочується в розмірі, плазма в значній мірі змішується з цитоплазмою, а незначна її частина представлена острівцями, що збереглися і які створюють

своєрідну розлогу сітку. Після завершення цього процесу — оболонка ядра розчиняється і розпочинається мейотичний поділ. Процес завершується звільненням овоцитів від фолікулярної і сполучнотканинної оболонок. Фолікули розриваються, і овоцити у більшості видів риб випадають в порожнину яєчників, а в лососевих і осетрових, котрі мають незамкнені яєчники — в порожнину тіла.

Розрив фолікул і вихід в порожнину яєчників або тіла (овуляція) у одних видів риб протікає синхронно, а в інших розтягнутий в часі. Фолікули, що лопнули, залишаються в яєчниках, де з часом вони резорбуються. В яєчниках поліциклічних риб окрім тріснувших фолікул містяться статеві клітини резервного фонду.

На п'ятій стадії стиглості в сім'яниках утворюється сім'яна рідина, яка розбавляє концентрацію сперматозоїдів і викликає їх вільне витікання. Сперма має консистенцію молока або рідкої сметани, сім'яники м'які, і по мірі витікання сперми їх розмір зменшується.

Стадія VI - II — відображує післянерестовий стан статевих залоз, яйцеклітини і сперматозоїди, виведені в процесі нересту. В цей період яєчники мають невеликі розміри, характеризуються дряблістю і запаленнями. Типовим є багряно-червоний колір, викликаний крововиливами, пов'язаними з розривами фолікул. Спорожнілі фолікули і окремі зрілі ікринки, що залишились в яєчниках не виведеними, в процесі нересту резорбуються. Для поліциклічних риб характерна наявність в яєчниках резерву, представленого недозрілими статевими клітинами. Таке явище не спостерігається у моноциклічних риб, нерестуючих тільки раз в житті. Склад статевих клітин, що утворюють резервний фонд поліциклічних видів риб, поданий структурами, які відповідають другій стадії стиглості яєчників. Таким чином, черговий цикл в цьому випадку починається з другої стадії стиглості яєчників (рис.7.7).

Зрозуміло, що за умов нормального проходження відповідних стадій статевої стиглості залоз будуть отримані високоякісні статеві продукти.

При цьому виключне значення набувають абіотичні фактори середовища, особливо його окремі параметри, які забезпечують в природних умовах нормальне живлення, а в штучних умовах цей процес може корегуватися кормами.

Розглядаючи еколого – фізіологічні основи природного та штучного відтворення риб необхідно наголосити на тому, що в основі лежить біологія розмноження, яка дуже складна, видоспецифічна і має нейрогуморальний характер. При цьому існують дві функціональні складові – наявність статевостиглих самиць і самців з одного боку і відповідність умов для нересту, які передбачають суму факторів абіотичного і біотичного походження.

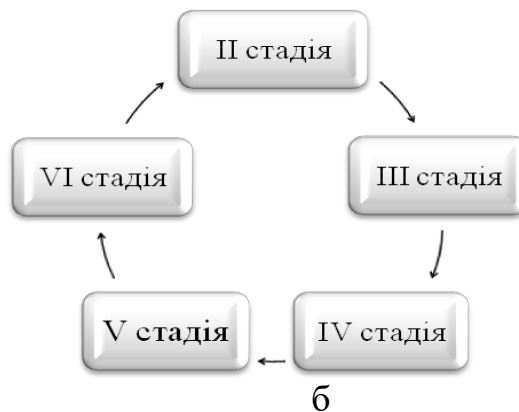
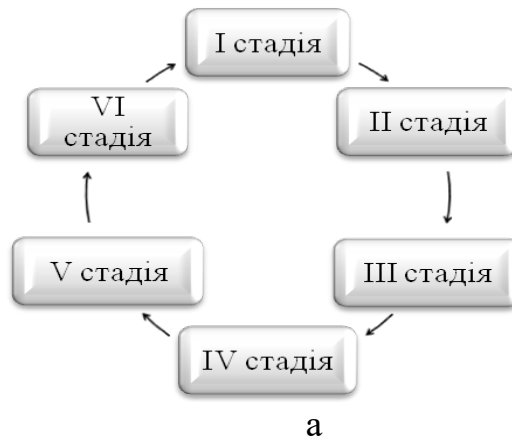


Рис. 7.7. – Стадії розвитку статевих залоз риб
 а – моноциклічних та першонерестуючих; б – поліциклічних та багатократнонерестуючих риб.

В складі іхтіофауни є види які віднесені до еврибіонтів, саме вони переважно легко адаптуються до різних умов відтворення, але переважна більшість цінних об'єктів з господарських позицій є стенобіонтами, вони легко втрачають здатність до відтворення на фоні зміни абіотичних і біотичних факторів середовища.

В цьому зв'язку історія питання полягає в тому, що фахівці з давніх давен, в процесі доместикації різних видів риб зіткнулися з ситуацією різного рівня здатності до відтворення в штучних умовах, що було важливим при виборі видів, які доцільно і можливо культивувати.

Протягом тривалого часу фахівці спрямовували свої зусилля на створення умов максимально наближених до природних з метою отримання ефекту відтворення в штучних умовах. На цьому зв'язку були досягненні певні успіхи, але для багатьох бажаних видів риб проблема залишилася далекою від вирішення, що знайшло своє відображення в концепції екологічних методів витримування плідників для забезпечення статевої стиглості. Тривалі дослідження ефективності екологічних методів стимуляції і досягання статевих залоз показало обмеженість цього напрямку, а у роботі з певними видами риб повну непридатність в умовах рибних господарств.

В 30 – 40 роках ХХ століття сумісні зусилля фахівців в галузі фізіології, іхтіології, рибництва дозволили суттєво розширити уявлення відносно механізму нересту риб в природних умовах, що відкрило нові можливості для культивування риб в режимі аквакультури.

Сутність цього механізму полягає в тому, що плідники певних видів риб, які мають статеві залози у завершеній ІV стадії стиглості при настанні нерестових температур в природних умовах починають рух у напрямку нерестовищ. На цьому шляху поступово відбувається перехід з ІV стадії в V стадію стиглості. Але завершеність цієї стадії відбувається безумовно тільки на нерестовищах за умови наявності всіх відповідних факторів абіотичного і біотичного походження.

Сума відповідних факторів за якісними і кількісними характеристиками сприймається органами чуття риб, які передають відповідні сигнали у головний мозок де вони досягають критичної маси і примушують головний мозок впливати на відповідну залозу внутрішньої секреції. Під дією відповідного сигналу головного мозку гіпофіз, який і є цією залозою, виділяє або викидає у кров попередньо напрацьований гонадотропний гормон. Гонадотропний гормон рухаючись у складі крові досягає статевих залоз статевостиглих особин, що забезпечує перехід від завершеної ІV в V стадію стиглості. Наочним критерієм цього явища є вільне витікання відповідно ікри і молок, що при їх безпосередньому контакті забезпечує процес осімінення.

Безпосередньо після осімінення сперматозоїди активовані водою проникають в яйцеклітину, утворюється зигота – початок ембріогенезу.

В штучних умовах утримання ряд видів – стенобіонтів можуть не досягати завершеної ІV стадії стиглості, а ряд видів досягає цієї стадії, що залежить від умов утримання. Поряд з цим перехід у V стадію достатньо проблематичний і не кожний вид демонструє таку здатність. Використання максимальної можливості екологізації умов утримання в режимі аквакультури не дає відповідних гарантій по ряду видів риб, а певні види практично не реагують на такі заходи, перехід з завершеної ІV стадії стиглості в V стадію не відбувається, що виключає можливість отримання повноцінних статевих продуктів.

Відсутність можливості нересту в природних умовах відповідних видів риб полягає в тому, що органи чуття не мають можливості отримати відповідне подразнення, в головний мозок не поступають відповідні сигнали і він не віддає своєрідну команду гіпофізу. У свою чергу гіпофіз, як залоза внутрішньої секреції, залишається пасивним, не викидає в кров гонадотропний гормон, який насичуючи кров впливає на перехід статевих залоз з завершеної ІV в V стадію стиглості. Ікра і молоки не виштовхуються в зовнішнє середовище, що виключає можливість відтворення в штучних умовах.

Засвоєння попередньо пропонуємої інформації дозволяє констатувати – без відповідної концентрації гонадотропного гормону гіпофізу у крові риб

перехід статевих продуктів із завершеної IV стадії стиглості в V стадію стиглості, коли статеві продукти вільно витікають у зовнішнє середовище принципово не є можливим.

Концептуальний розгляд об'єктивно існуючого механізму нересту приводить до висновку – для забезпечення ефекту відтворення необхідно досягти оптимальної концентрації гонадотропного гормону гіпофізу у складі крові статевозрілих особин що дозволяє перевести завершену IV стадію стиглості статевих залоз в V стадію стиглості, яка забезпечує вільне витікання у зовнішнє середовище статевих продуктів. У свою чергу їхній контакт між собою розглядається як осімінення, за умови якого виникає вірогідність потенційного запліднення, що у свою чергу вимагає відповідних умов і демонструє різну ефективність.

Керуючись викладеним були запропоновані, так звані гіпофізарні ін'єкції препаратами природного походження, отриманих від статевозрілих особин певного виду, вилученого з природних умов. Рухаючись по цьому шляху прийшли до можливості використання препарату від інших видів риб. Як в першому так і в другому варіантах гормон гіпофізу можна отримувати виключно у статевозрілих особин і бажано у преднерестовий період.

Розглядаючи можливість отримання ефекту нересту в штучних умовах і спираючись на тенденцію екологізації умов отримання плідників у преднерестовий період в режимі культивування, цей метод отримав назву екологічного. Об'єктивна оцінка цього методу свідчить про суттєву його обмеженість, що є перепорою на шляху до промислового використання.

Розглядаючи можливість отримання ефекту нересту в штучних умовах за рахунок штучного введення препарату гіпофізу і потрапляння його в кров статевостиглих особин далеко не у всіх випадках, не у всіх видів риб спостерігався позитивний результат.

Для риб, як для пойкилотермних тварин, спусковим механізмом для початку переднерестової, яка переходить у нерестову міграцію є температура води. Для теплолюбивих видів риб, з весняно – літнім нерестом, це підвищення температури води і наближення її до нерестових температур. Для холодолюбивих видів риб, з осінньо – зимовим нерестом, це зниження температури води і наближення до нерестових температур.

При відповідності термічного режиму вимогам виду, за наявності ряду інших абіотичних факторів, в межах норм для виду, дія штучно введенного гонадотропного гормону гіпофізу адекватна і забезпечує перехід статевих залоз в V стадію стиглості.

Таким чином зрозуміло, ефект дії гонадотропного гормону гіпофізу при штучному введенні забезпечує позитивний ефект виключно за наявності певних (часткових, але необхідних) абіотичних параметрів середовища серед яких домінує температура води.

Виходячи з запропонованої інформації зрозуміло, що ефективність фізіологічної складової може дати позитивний ефект виключно за умов

відповідності певних абіотичних параметрів середовища.

Саме тому вважаємо, що існуючий термін комбінований метод доцільно замінити на еколого – фізіологічний метод стимуляції переходу статевих залоз риб з IV в V з метою отримання статевих продуктів високої якості в штучних умовах.

Сьогодні поряд з гонадотропним гормоном природного походження широко розповсюджені синтезовані препарати аналогічної дії. Таке розповсюдження стимуляторів дозволило використовувати оптимальні для відповідних видів риб, а сам метод отримав широке розповсюдження у практиці сучасного рибництва.

В практичній роботі по розведенню риб важливими складовими є знання теорії запліднення у риб, вибіркості запліднення, впливу якості спермій на формування потомства, особливостей підбору плідників для забезпечення одержання якісного потомства, вплив віку плідників на якісні показники розведення.

Розглядаючи теорію запліднення риб, доцільно запропонувати коротку історичну інформацію, що проливає світло на еволюцію поглядів, які пов'язані з розумінням самої суті запліднення.

Тут необхідно відзначити, що у вісімнадцятому столітті вчені не мали чіткого уявлення про те, як розмножуються тварини, що мешкають у воді. Навіть найвидатніші натуралісти того часу помилялись відносно ролі сперматозоїдів в заплідненні яйцеклітини, вважали їх сторонньою, несуттєво важливою частиною статевих клітин самців.

В своїх працях С.Л.Якобі вирішив встановити, чи не відкладають риби ікру, яка вже була раніше запліднена в результаті парування, аналогічно з птахами, які відкладають запліднені яйця. Для відповіді на це запитання він, працюючи з фореллю, утримував самок і самців роздільно, що дозволило зібрати ікру, відкладену самками при відсутності самців. Цю ікру переносили у воду, де були створені всі необхідні умови для нормального розвитку заплідненої ікри. Проте неодноразове повторення цього експерименту на протязі декількох років не дало отримати нащадків із ікри, яку брали від самок у відсутності самців. Це дозволило досліднику переконатися в тому, що запліднення у риб відбувається поза материнським організмом. Це на сьогодні абсолютно очевидне явище в свій час було вирішальним у визначенні шляхів підходу до вирішення проблеми штучного рибозведення.

Отримавши якісно нову інформацію, значення якої важко переоцінити, С.Л.Якобі продовжив дослідження, спрямувавши свої зусилля на встановлення місць і особливостей запліднення у риб в природних умовах.

Багато років спостерігаючи за природним відтворенням форелі, дослідник установив, що в листопаді-лютому самці і самки збираються в гзраї і локалізуються на мілководних ділянках струмків. Для місць концентрації форелі характерні швидка течія і вистелене гравієм дно струмка. При цьому особини двох статей, штовхаючи черевцями гравій, роблять в ньому

заглиблення, куди самки відкладають ікру, а самці виділяють молочко, «так як в кожній каплі сім'я міститься багато сот «анімалькулей» (сперматозоїдів), то вода такого струмка в тих місцях і в час, коли нерестують форелі, наповнені ними. Звідси не дивно, що в кожне яйце проникає анімалькуль і запліднює його». Виклавши свої думки таким чином, С.Л.Якобі не залишив нащадкам сумніву відносно того, що він об'єктивно висловив і чітко уявив суть процесу запліднення ікри риб в природних умовах. Більш того, досягнуті результати привели його до оригінальної думки відтворити процес запліднення риб в посудині з водою, де в результаті змішування ікри і молочка відбувалось запліднення.

Отримані результати фактично стали одним із способів штучного осіменіння ікри, який забезпечує при інших рівних умовах високий відсоток заплідненості і успішно використовується до цього часу.

Окрилений результатами досліджень С.Л.Якобі розширив масштаби робіт. Працюючи з молочком і ікрою лососів, інших риб, він супроводжував експерименти багаторазовими повторами, проте незмінно здобувались аналогічні результати, що виключало сумніви відносно їх достовірності. Таким чином, в штучних умовах був відтворений процес, що відбувається в природних умовах, чим була доведена принципова можливість штучного осіменіння ікри риб, яке в подальшому забезпечує запліднення.

Теоретичні дослідження видатних натуралістів дев'ятнадцятого століття мали виключне значення в галузі пізнань процесу запліднення, заклавши основи сучасної ембріології. В цьому зв'язку, узагальнення провідних вчених— «всіляке дозріле яйце, яке прийшло в контакт з сім'яною рідиною тварини того ж виду, запліднюється, і в результаті відбувається розвиток зародка, якщо яйце знаходиться в сприятливих умовах» є проникливим. Розвиваючи і узагальнюючи раніше сформульовану концепцію, К.М.Бер пише: «В усякому випадку ясно, що всі яйця, які призначені природою для запліднення і розвитку поза материнським тілом, дуже легко можуть бути запліднені штучним шляхом». Очевидну зацікавленість і зауваження має КМ.Бер про те, що термін «штучне запліднення» застосовується вченими в значенні штучного нанесення рідини чоловічих статевих залоз на яйце, обминаючи статевий акт. Таким чином очевидно, що існує принципова різниця між осіменінням і заплідненням, незалежно від того, чи явище проходить в природних чи штучних умовах.

В усякому випадку осіменіння може бути як природним, так і штучним, а запліднення — тільки природним.

В зв'язку з заплідненням ікри риб в штучних умовах велику зацікавленість представляють спостереження відомих фахівців в галузі штучного розведення риб, які в процесі роботи по штучному розведенню миньків емпіричним шляхом встановив, що незапліднена ікра відрізняється від заплідненої рихлістю, помутнінням і втратою клейкості, але це не позначається

на її розмірах. Це спостереження підтвердило інформацію і надало практичному риборозведенню критерії якості ікри.

Видатний рибовод В.П. Врасський, починаючи з 1854 року, присвятивши своє життя актуальним проблемам риборозведення, поряд з виключно значними фундаментальними дослідженнями, також багато зробив в галузі штучного розведення риб, об'єктивно оцінивши його практичне значення, поставив собі завдання «щоб там не сталося розкрити таємниці і удосконалити прийоми штучного запліднення». Не менш цікаві його практичні висновки, що не втратили актуальності і на сьогодні, відносно здатності ікринок бути заплідненими. «Якщо при витискуванні ікри не виходить разом з нею кров і вона виходить легко, то можна бути впевненими, що виходить цілком зріла, нормально відокремлена від яєчника ікра, і якщо ще не всі ікринки дозріли, то незрілі не вийдуть». В.П. Врасський рахував, «що необхідно приписувати невдачу в заплідненні якій-небудь іншій причині», а не тому, що самки віддають ікру, яка не повністю дозріла.

Підсумовуючи свої дослідження і існуючі на той час в спеціальній літературі матеріали, В.П. Врасський пише, що ікра лежить в порожнині черева в нейтральному (не активному) стані і що нейтральний стан ікри зараз же по виході її звідти у воду припиняється; тут з нею відбуваються самі очевидні зміни: вона починає всмоктувати в себе воду, через що розбухає її зовнішня оболонка і стає значно товщою і твердішою... Коли закінчилося це всмоктування, живчики не можуть проникнути в яйце...». В зв'язку з можливістю запліднення дослідник пише, що сперматозоїди можуть знаходитися в сім'яниках, за певних умов, досить тривалий час, «але... будучи вийняті із риби і змішані з водою, в перші миттєвості після змішування, хоча вони і чинять під мікроскопом самий бадьорий рух, але він скоро до того ослаблюється, що вже по закінченні 1-2 хвилин тільки в деяких із них помітні судорожні, так би мовити, передсмертні рухи, які ще досить довго продовжуються».

Дійшовши до висновку про те, що ефективний процес запліднення можливий тільки при умові мінімального проміжку в часі між попаданням у воду яйцеклітин, сперматозоїдів і їх контакту між собою, В.П. Врасський пише «...я пересвідчився, що чим більшим був проміжок часу між випусканням ікри і молочка у воду і змішування їх між собою, тим менше ікринок запліднювалось».

Дослідження В.П. Врасського мали величезне теоретичне значення і внесли великий вклад не тільки в пізнання принципів запліднення риб, але і заклали основи сучасного риборозведення. Значна частина встановлених ним принципів покладена в основу сучасних методів штучного розведення багатьох видів риб.

В зв'язку з загальною проблемою розведення риб необхідно зауважити, що в сучасній рибогосподарській літературі спостерігаються випадки подвійного уявлення і тлумачення суті деяких термінів, а в окремих

публікаціях ми стикаємось навіть з помилковою трактовкою спеціальних термінів. В цьому плані це, в першу чергу, стосується таких понять, як осіменіння і запліднення, що зумовлює необхідність їх розтлумачення, інакше різко погіршується наступне сприйняття матеріалів даного розділу.

Осіменіння — це стикання, контакт сперми з ікрою (сперматозоїда з яйцеклітиною). Суть цього процесу залишається незмінною, вона не залежить від того, чи сперму виділяє самець на ікру, яка викинута самкою в умовах природної водойми, чи рибовод в умовах штучного риборозведення забезпечує контакт яйцеклітини і сперматозоїдів. Таким чином осіменіння може бути натуральним і штучним.

Запліднення — це злиття жіночих і чоловічих статевих клітин, що дає початок новій якості — зиготі, яка в свою чергу дає початок новому життю. Цей процес не може бути штучним. Це природний процес, суть якого зводиться до наступного: сперматозоїд через мікропіле проникає всередину яйцеклітини, де проходить злиття чоловічих і жіночих статевих клітин. В результаті цього утворюється зигота, яка несе в собі чоловічий і жіночий початок. Вона шляхом складних поділів в процесі ембріогенезу перетворюється в багатоклітинний зародок, або ембріон.

Потрапивши у воду, ікринки досить швидко втрачають здатність до запліднення. Для більшості видів риб цей період не перевищує 2-3 хвилин, а іноді і того менше. Для сперміїв риб характерна відсутність виявленого таксису, або іншими словами вони не здатні до активного пошуку яйцеклітин. Ефективність стикання сперміїв з яйцеклітинами обумовлена не їх індивідуальною активністю, а чисельністю і рухливістю. При контакті з водою рухова активність сперміїв стрімко зростає, максимум спостерігається через 50-150 секунд, а потім поступово знижується. В.А.Амінева і А.А.Яржомбек пропонують фізіологічне бачення процесу запліднення. Такий підхід, на нашу думку, дозволяє значно краще сприймати дане явище і буде сприяти розширенню загальноприйнятого уявлення дещо нетрадиційно.

За свій короткий період життя сперматозоїд може подолати відстань, що не перевищує 20-100 його власних довжин, тобто не більше 1 сантиметру. Як відомо, процес проникнення сперматозоїда в яйцеклітину здійснюється через мікропіле — характерний отвір в зовнішній оболонці, що має лійковидну форму.

Поряд з мікропіле для ікри костистих риб типова наявність великої кількості дрібних пор, пронизуючих її наскрізь. На розрізі ці пори сприймаються як покреслення, тому оболонка ікринки має і іншу назву — промениста оболонка. Пори променистої оболонки легко проникні для молекул води, але виключають проникнення макромолекул. Перивітеліновий простір в ікри утворюється незалежно від запліднення. Вода проникає під оболонку ікри і викликає набухання кортикальних (коркових) альвеол, особливих пухирців, заповнених колоїдом. Альвеоли розриваються, колоїд набухає і збільшується в об'ємі, розтягуючи еластичну в цей час променисту оболонку. Під нею

утворюється перивітеліновий простір, функціонально захищаючий зародок від механічних пошкоджень. Утворившись, перивітеліновий простір дає можливість проникнення сперматозоїда, а звідси і запліднення.

Ікра, яка овулювала, може деякий час зберігати здатність до запліднення, якщо її тримати прямо в тілі виловленої риби або в оваріальній рідині. Ікра форелей і лососів може зберегти здатність до запліднення декілька діб при нульовій температурі, ікра сигових і корошових — декілька годин.

З цього можна зробити висновок, що для абсолютної більшості представників іхтіофауни осіменіння і запліднення ікри відбувається у воді, поза материнським організмом. Така форма осіменіння і запліднення отримала назву зовнішнього, що знайшло відповідне відображення в спеціальній літературі. Проте деякі види риб характеризуються внутрішнім осіменінням і заплідненням. Цей процес проходить усередині материнського організму. При цьому в самців таких видів риб є спеціальні парувальні органи, які в найпростішому вигляді представлені анальною папілою. Самці у акул і скатів мають спеціальний апарат — птеригоподій, який сформувався із крайніх внутрішніх променів черевних плавців. Ці промені, збільшуючись в розмірах, утворюють на кожному із плавців масивний виріст, на внутрішній стороні якого є жолобок. При спарюванні самець складає обидва вирости разом і уводить їх в клоаку самки.

Серед костистих риб є достатня кількість живородящих видів, зокрема в ряду корошовидних. Для цих видів риб характерна наявність видозмінених променів анального плавника (частіше третього і четвертого), які перетворені в досить складний копулятивний орган — гоноподій. У сома трахіхоріетеса відразу після внутрішнього запліднення відбувається викидання запліднених ікринок. Внутрішнє запліднення у деяких родів морських окунів також виключає внутрішньоутробний розвиток. Сперма цих риб зберігається в порожнині тіла самки до дозрівання яйцеклітин. Напевно, в даному випадку, внутрішнє запліднення сприяє заплідненню більшої маси ікри. Після запліднення, через короткий проміжок часу, проходить викид ікри в зовнішнє середовище, де відбувається подальший розвиток нащадків.

Таким чином очевидно, що сучасна іхтіофауна, сформована в процесі філогенезу, представлена досить великою видовою різноманітністю і характеризується величезною варіабільністю зовнішньої і внутрішньої будови, а також систем і органів певних видів, їх адаптацією до умов існування, що суттєво відбилось і на розмноженні риб.

Доцільно зробити висновок, що запліднення — це природний процес, але необхідною умовою запліднення і утворення зиготи є проникнення сперматозоїда в яйцеклітину, що можливо лише при безпосередньому контакті сперматозоїда і яйцеклітини. Це положення є загальним і не залежить від способу осіменіння. Воно правильне для зовнішнього і внутрішнього осіменіння, для натурального розмноження в природних умовах і для

штучного розведення риб. Знання загальних закономірностей запліднення і його видоспецифічних особливостей стосовно окремих систематичних груп дозволяє не тільки усвідомлено підходити до оптимізації технології штучного розведення риб, але і різко поліпшувати умови відтворення цінних видів риб в природних і штучних водоймах, що виключно важливо для рибогосподарських водойм в умовах зростання антропогенного впливу.

Виходячи з викладеного доцільно навести диференціювання сперматозоїдів залежно від враховуваних критеріїв, основою яких є концентрація сперматозоїдів в 1 мм^3 . поряд з цим оцінюють тривалість руху сперміїв за наявною систематикою:

бал 5 – всі спермії рухливі, рух поступальний, рухливість дуже висока;

бал 4 – чітко виражені поступальні рухи, окремі спермії мають зигзагоподібні, коливальні рухи;

бал 3 – зигзагоподібні рухи переважають над поступальними, окремі спермії нерухомі;

бал 2 – поступальні рухи майже відсутні, є лише коливальні, окремі екземпляри демонструють коливальні рухи, зрідка зустрічаються зигзагоподібні, до 75 % сперміїв нерухомі;

бал 1 – всі спермії нерухомі.

Оцінюючи сперму звертають увагу на консистенцію, забарвлення, відсутність частин екскрементів, зайвої рідини, крові, що суттєво знижує термін зберігання та запліднюючу здатність.

Сперма різних видів риб зберігає рухливість, а з цього здатність запліднювати, протягом різного терміну. При правильному зберіганні сперми, вона не втрачає здатності запліднювати декілька днів.

Зрозуміло, що вибірковість запліднення існує, вона залежить від якісних характеристик сперматозоїдів. При цьому з урахуванням здатності ікри до запліднення необхідно акцентувати увагу на всіх особливостях батьків. Особини, які вперше досягли статевої стиглості, переважно демонструють сперму не дуже високої якості, що не виключає не високої якості сперми для плідників старших вікових груп. Узагальнюючи це положення необхідно акцентувати увагу на тому, що висока якість сперматозоїдів, за рівних факторів середовища і здатність до осіменіння яйцеклітин, типова для плідників середньовікових груп, на яких базуються штучні відтворювальні комплекси та нерестові популяції в природних умовах.

Одним з головних показників якості плідників є якість нащадків. Саме виходячи з цього постулату зрозуміло, що якість статевих продуктів, а безпосередньо сперматозоїдів, безумовно впливає на формування якісних і кількісних, екстер'єрних та інтер'єрних показників. При цьому необхідно враховувати і жіночу складову, яка в значній мірі корегує і може нівелювати вплив чоловічої статі.

Відповідно до тематики доцільно привести народну говірку, яка

безумовно належить фахівцям – «Від поганого семені не чекай доброго племені». Виходячи з цього ефективність запліднення, його безумовна вибірковість пов'язані з якістю сперматозоїдів, що орієнтує на сумнівність процесу в природних і трансформованих акваторіях і жорсткій штучний відбір з урахуванням віку статевозрілих особин при формуванні ремонтно – маточних стад відповідних рибних господарств.

Розглядаючи проблему підбору плідників для уявлення і формування відповідного світогляду необхідно пов'язати між собою фактично взаємопов'язані теоретично – технологічні заходи, а саме методи відбору та підбору.

Успіх селекції залежить від правильності оцінки риб при відборі їх для відтворення. Потомство відібраної риби повинні повторити показники батьків чи переважати їх. Таким чином, відбір є рушійною силою поліпшення спадкових якостей тварин. Ефективність відбору визначається величиною мінливості, спадковості та інтенсивності відбору. При малій мінливості селекціонер може просто не знайти у стаді особин, які б відповідали його вимогам. Дуже значна мінливість також небажана, оскільки, проявляючись у кожному наступному поколінні, зумовлює підвищену величину регресії, тобто повернення до середніх показників популяції у нащадків тварин, які були попередньо відібрані за тією чи іншою бажаною ознакою. Чим вища спадковість, тим ймовірніший прогноз генотипу племінної риби при відборі.

В залежності від способу оцінки відібраних особин розрізняють два основних методи відбору: масовий та індивідуальний.

Масовий відбір - є основним методом селекції риб. При цьому оцінку і підбір здійснюють за масою тіла, екстер'єром та іншими ознаками, тобто їх фенотипом, передбачаючи, що « добрі » фенотипи мають і « добрі » генотипи. На плем'я залишають особин, які найповніше задовольняють бажаний тип, а інших вибраковують. Ознаки при відборі можуть бути найрізноманітнішими, а їх вибір залежить від мети селекції.

Основна перевага масового відбору полягає у його відносній простоті, що робить його доступним не тільки для фахівців, але і для досвідчених практиків. Селекціонер працює з чисельним матеріалом, що дає змогу досягати високої, достатньої ефективності. Проте оцінка за фенотипом при масовому відборі має певні вади, вона не дозволяє достовірно робити висновок про генетичну цінність відібраної особини. Це можна здійснити лише при індивідуальному відборі.

Індивідуальний відбір. Ґрунтується на оцінці фенотипу найближчих родичів. Опосередковане значення фенотипу родичів відібраної особини дає можливість визначити її генетичну цінність і тому відбір індивідуальний називають за генотипом. У селекції тварин, де досягнуті найвищі показники, використовують три типи індивідуального відбору: відбір за походженням, сімейний відбір і відбір за якістю нащадків.

При відборі за походженням враховують продуктивність родичів, що потребує систематичних записів, родоводу риб. При сімейній селекції нащадки від різних пар чи невеликих груп плідників вирощують в максимально ідентичних умовах. Потім визначають якість цих сімейств і вибирають кращі з них для подальшого вирощування та розведення. Оцінюють сімейства за середніми величинами, розрахованими для кожної сім'ї. Завдання сімейної селекції та індивідуального відбору дещо різняться між собою, оскільки у першому випадку кращі сім'ї, а в другому - кращих плідників. Вважається за бажане об'єднання цих двох форм відбору в єдиний процес, що значно підвищує швидкість досягнення мети і загальний ефект.

Не треба протиставляти одне одному - застосування індивідуального відбору не знижує ролі масового відбору. Виходячи з відомих наукових концепцій доцільно впровадити комбінований відбір, який полягає у послідовному проведенні в одному поколінні сімейної селекції, масового та індивідуального відборів.

Відбір за нащадками. Найефективніший метод індивідуального відбору, який дозволяє отримати об'єктивну характеристику відносно якості плідників. У даному випадку оцінюваних плідників (самицю чи самця) парують із кількома плідниками іншої статі і за продуктивністю нащадків роблять висновок про племінну цінність плідника.

Результати дослідів щодо оцінки плідників залежать від фізіологічного стану риб, маси тіла, вгодованості. Більш крупні й вгодовані плідники дають кращих нащадків. При цьому батьківський і материнський ефекти особливо сильно проявляються у нащадків на ранніх стадіях розвитку: у коропа вплив самців проявляється в основному до досягнення нащадками віку 1-2 міс, вплив самиць - до кінця першого року вирощування. Фенотипове значення ознаки, за якою роблять висновок про племінну цінність тварин, залежить певною мірою від поєднання спадкових факторів та умов середовища. Взаємодія «генотип-середовище» особливо сильно виражена в ознаках із низькою спадковістю, зокрема ріст і виживаність. У риб особливо сильний вплив на результати оцінки відносної цінності різних груп може мати, наприклад, різна щільність, посадки при вирощуванні.

При цьому виключне значення має низка умов, або технологічні параметри фону, на якому відбувається селекція. Технологія виробництва при селекції риб повинна бути подібною до технології потенційного товарного рибництва. Інакше у племінних господарствах формуватимуться типи риб, не придатних для товарних господарств, що, на великий жаль, має місце, нівелюючи зусилля селекціонерів.

Відбір за однією й тією ж ознакою, але у різних умовах сприяє створенню особин, які суттєво різняться між собою за своїми спадковими якостями.

Зазначені вимоги до умов вирощування селекціонованого матеріалу поширюються лише на період, що передує основному відбору, наприклад,

при селекції коропа за масою тіла - до досягнення рибами дворічного віку. В подальшому основним завданням стає вирощування фізіологічно повноцінних плідників, що досягається за рахунок оптимізації умов; створення оптимального фізико-хімічного режиму, розрідженої посадки, годівлі високоякісними комбікормами, на фоні добре розвинутої природної кормової бази. Вирощені в таких умовах плідники можуть повною мірою проявити свої спадкові відмінності за репродуктивними властивостями (швидкість, статевого дозрівання, плодючість), що дає змогу вести відбір і за цими важливими ознаками.

Суттєвим моментом при організації масового відбору і оцінки плідників за якістю нащадків є стандартизація умов середовища; щільність посадки, годівля, тривалість вирощування. Допустимо як спільне, так і роздільне вирощування риб, при цьому необхідна не менш як триразова повторність дослідів. При сумісному вирощуванні риб різних ліній, сімейств і груп необхідно вирівняти посадкову середню масу. Якщо це неможливо, треба визначити поправочний коефіцієнт і внести відповідні нормативи в одержані прирости. Піддослідні групи риб повинні бути поміченими, таким чином, який гарантує їх від перемішування на дослідний період.

В основі всіх існуючих форм відбору покладено принцип використання генетичної мінливості. Ефект відбору за полігенними ознаками визначається і основними показниками: спадковістю ознаки, за якою ведеться відбір, і селекційним диференціалом.

Ефективність селекції визначається значною мірою застосуванням раціональних систем вирощування ремонтного молодняка. Система вирощування молоді риб повинна забезпечити нормальний ріст і розвиток організму, сприяти достатньо повній реалізації генотипу.

Методи підбору. Мета підбору полягає у складанні батьківських пар для одержання нащадків з бажаними властивостями. Підбір завершує всю попередню роботу по вирощуванню, виявленню господарської і племінної цінності підбору кращих особин для їх розмноження. Підбір - це синтез, у результаті якого селекціонер намагається найдоцільніше поєднати у нащадків основні бажані ознаки самців і самиць, відібраних для відтворення.

Підбір плідників заснований на відмінностях у ступені вираженості у спарюваних особин бажаних якостей. Парування самців і самок, які різняться між собою за ступенем вираженості ознаки, одержало назву *різнорідного (гетерогенного) підбору*. Основна мета його визначається концепцією про те, що гірше з кращим дає краще. Підбір може бути гетерогенним або гомогенним за віком, екстер'єром, екологічними умовами, в яких вирощувались спаровані особини. Всі ці фактори слід враховувати при підборі, але головними, що визначають доцільність підбору, є показники продуктивності плідників і можливість поліпшення їх при даному поєднанні.

Однорідний (гомогенний) підбір полягає в тому, що самці і самки при підборі подібні між собою за ступенем вираженості даної ознаки. Цей

прийом дає змогу надійно відтворити в потомстві ознаки породи, тип та індивідуальні продуктивні якості батьків, зумовлює підвищення успадкування ознак.

Залежно від диференційованості підбору і від кількості спарованих самок і самців розрізняються підбір індивідуальний та груповий.

Індивідуальний підбір. Застосовують у спеціалізованих, племінних господарствах, де добре поставлений облік індивідуальних якостей плідників його здійснюють фахівці високої кваліфікації. При його використанні слід визначити, яку самиць і з яким самцем доцільно парувати, щоб в очікуваному потомстві одержати нові якості.

Груповий підбір. Одержав значне розповсюдження, його все ширше використовують у тваринництві, в тому числі і в рибництві. У спеціалізованих племінних господарствах основним методом удосконалення тварин стає робота з лініями і сімействами, іншими спорідненими групами.

Лінія ведеться за самцями, бо максимальний відбір, особливо у малоплідних тварин, можливий лише серед самців, без збитків для чисельності тварин, яких розводять. Найважливіше завдання селекціонера, який працює з лінією, полягає у збереженні цінних і рідкісних генетичних комбінацій родоначальника лінії.

Мета розведення за лініями - розвиток і закріплення у нащадків цінних особливостей кращих тварин для одержання наступного покоління із стійкою спадковістю, використання якого забезпечить швидше удосконалення стада чи породи. Зробити це можливо не лише жорстким відбором особин більш подібних до родоначальника, а й помірним інбридінгом. Застосування інбридінгу дає можливість використовувати одержану цінну генетичну комбінацію для створення більш чи менш однорідних груп. Тому при підборі необхідно враховувати притаманні цим групам властивості. Знання спадкових особливостей спорідненої групи є більш надійною основою для підбору і прогнозу його результатів.

Слід мати також на увазі, що в процесі індивідуального розвитку спостерігаються закономірні зміни морфологічних, фізіологічних, біохімічних та інших особливостей організму, причому час і порядок прояву цих змін в онтогенезі визначаються спадковістю організму. При одновіковому і різновіковому підборі плідників коропа якість потомства і вихід товарної продукції залежать і від віку риби. Використання у відтворенні крайніх вікових груп (тих, які нерестяться вперше і старших) приводить до одержання потомків з пониженою життєздатністю.

Поряд з викладеним достатньо цікавим в теоретичному і практичному плані є біологічне значення різноякісності стад риб. ця особливість виступає в якості основи підбору плідників та технологічних складових, що суттєво у практичному рибництві.

Формування високопродуктивних маточних стад передбачає обов'язкову наявність в їхньому складі високого рівня гетерогенності, яка є

біологічною основою удосконалення та прогресу на шляху доместикації, формування порідних груп та порід. З метою забезпечення цієї умови в процесі селекційно – племінної роботи фахівець постійно працюючи над забезпеченням оптимального співвідношення статевих та вікових груп, приділяє прискіпливу увагу питанням гетерогенності за відповідними ознаками, виходячи із бажаності її забезпечення і накопичення.

Виконуючи технологічні операції в процесі осімінення ікри підбирають самиць і самців користуючись відповідними параметрами гетерогенності. В практичному плані реалізація сформованої концепції зводиться до того, що для отримання високоякісної молоді здатної демонструвати високу життєстійкість та продуктивні якості необхідно на всіх технологічних операціях, починаючи з відтворення і завершуючи наступною генерацією плідників, орієнтуватися на створення стада плідників з різноякісними позитивними особливостями, які кореспондуються з якісними ознаками, забезпечуючи відповідну спадковість.

Створення і тривала робота, яка використовувалася на протязі багатьох років, була орієнтована на оптимальну якісну структуру самиць і самців у стаді плідників і базувалася на вимозі так званого «прилиття крові». При цьому мається на увазі залучення аналогічних плідників з інших господарств, інших регіонів, виловлених з природних акваторій.

В практичному рибництві господарства обмінюються плідниками, але зручніше обмінюватися спермою відповідних плідників, або заплідненою ікрою, що не вимагає суттєвих витрат на транспортування плідників і пов'язані з цим травматизація та відхід особин в процесі транспортування.

З попередніх спеціальних дисциплін, в першу чергу з курсу «Розведення риб» загальновідомо, що еколого – фізіологічні аспекти біотехніки штучного і природного відтворення базуються на однаковій нейро – гуморальній основі. Поряд з цим ефект досягається в природних умовах без втручання людини, а в штучних умовах на фоні відсутності відповідних екологічних передумов, людина втручається в цей процес активно, але втручання має природний, за своїм походженням і дією характер.

Запропоноване теоретичне обґрунтування має принциповий характер, фактично є підґрунтям сучасних уявлень про процеси, які пов'язані з відтворенням в природних, трансформованих і штучних умовах.

Виходячи з викладеного є бажаним короткий огляд еколого – фізіологічних аспектів біотехніки штучного і природного відтворення риб. Ефективність відтворення, як і сам факт відтворення можуть бути різними, відтворення взагалі може не відбутися, що у свою чергу залежить від багатьох факторів зовнішнього середовища з якими тісно пов'язані фізіолого – біохімічні процеси плідників і особливо чітко простежуються у пойкилотермних тварин до яких належать риби.

Штучне відтворення або розведення риб передбачає застосування відповідної біотехніки, яка у свою чергу базується на проведенні ряду

послідовних технологічних операцій. При цьому розрізняють загальну технологію, яка не несе в собі видоспецифічних особливостей відповідних видів риби і спеціальна технологія штучного відтворення конкретних видів риби.

Еколого-фізіологічні аспекти біотехніки розведення і розмноження риби передбачають наявність відповідних факторів середовища з одного боку і наявності статевозрілих особин з другого боку, що орієнтує на певні положення.

Зрозуміло, що в природних умовах коли відсутність негативного впливу людини забезпечується збереженням біологічної норми, розмноження протікає на загальному позитивному фоні. Відносно природної динаміки факторів середовища, то в переважній більшості випадків особини видів адаптовані до таких явищ в процесі філогенезу.

В штучних умовах, стикаючись з проблемою розведення, виникає необхідність штучно формувати, в припустимих межах, екологічних параметрів середовища, що дозволяє успішно працювати з видами, які невибагливі до умов нересту і переважно є еврибіонтами. Працюючи з видами риби, які віднесені до стенобіонтів, управління екологічними параметрами середовища, в межах можливостей, не забезпечує досягнення ефективного розмноження, що спонукає до використання фізіологічно активних препаратів відповідного спрямування.

Сприйняття попередньої інформації дозволяє безпосередньо перейти до загальних технологічних процесів, які пов'язані з розведенням риби.

- Наявність статевозрілих самців і самиць, які можуть бути безпосередньо в межах підприємства або заготовлюватися в природних (трансформованих) акваторіях.
- Переднерестове утримання плідників в умовах максимально наближених до природних.
- При досягненні переднерестових температур для конкретного виду висадити нерест, попередньо забезпечивши наявність відповідного субстрату. Види, які демонструють певну вибагливість до умов нересту, їх забезпечення не є реальним в штучних умовах, доцільно використовувати фізіологічно активні препарати гонадотропної дії.
- Керуючись видоспецифічними особливостями, динамікою температури води, через певний період після інектування отримують статеві продукти.
- Залежно від особливостей виду здійснюють осіменіння одним з існуючих способів і створюють умови для ефективного запліднення.
- Залежно від особливостей виду, типу інкубаційних апаратів, необхідності запліднення ікри її завантажують в інкубаційні апарати в яких протікає ембріогенез.
- Збір і витримування перед личинок або вільних ембріонів до переходу на личинкову стадію розвитку.

- Пересадка личинок у штучні і природні акваторії, що залежить від цільового призначення.

За наявності всіх рівних факторів в умовах природного і штучного нересту його ефективність і якісні характеристики потомства безумовно залежать від дотримання біотехніки штучного відтворення і умов природного нересту, умов попереднього нагулу плідників, якісних характеристик плідників, їх статевих продуктів. На цьому фоні практика зіткається з показниками, які суттєво відхиляються від нормативних по наступних параметрах: запліднюваність ікри, вихід вільних ембріонів, передумовою якого є концентрація сперматозоїдів, термін їх контакту з ікрою, не може бути виключений і людський фактор.

Для плідників, які приймають участь у нересті, особливо для видів з весняно – літнім нерестом, виключного значення набуває вгодованість і жирність. Ця вимога базується на тому, що в переважній більшості випадків в період зимівлі плідники не харчуються і активно втрачають запаси жиру в зимовий період. При відсутності відповідних жирових запасів, які накопичуються літом, в період нагулу, плідники виснажуються, хворіють і не здатні продукувати високоякісні яйцеклітини і сперматозоїди, що орієнтує на створення відповідних умов для плідників і період інтенсивного нагулу.

Аналіз процесу еколого – фізіологічних основ природного і штучного відтворення риб переконливо свідчить про те, що поряд з об'єктивними передумовами біологічного характеру важливою складовою є оператор – фахівець від якого залежить безпосередньо виконання технологічних операцій.

Статеві продукти високої якості можуть бути зіпсовані недбалим відношенням при їх одержанні, зберіганні, використанні. Саме ін'єктування вимагає певної кваліфікації, яке виключає травмування риби і одночасно виключає витікання препарату у зовнішнє середовище після ін'єкції.

Особливу увагу необхідно приділяти безпосередньо роботі з плідниками, використовуючи для цього відповідний інвентар і мати відповідні навички.

Плідник – продукт тривалої людської праці протягом багатьох років, його збереження та участь в багатьох нерестових кампаніях свідчить про професіоналізм фахівця, який з ним працює, свідчення свідомого дотримання біотехніки штучного розведення риб не тільки за формальними ознаками, а одночасно з турботою про перспективу.

Питання для самоперевірки до розділу 7

1. Вплив різних факторів середовища на розмноження риб.
2. Особливості овогенезу у риб.
3. Особливості сперматогенезу у риб.
4. Специфіка дозрівання статевих продуктів у риб різних екологічних груп.

5. Методи управління плодючістю риб.
6. Види відбору плідників за різними показниками.
7. Еколого-фізіологічні аспекти біотехніки розведення і розмноження риб.
8. Загальна технологічна схема розведення риб у неволі.

8. ЕТАПНІСТЬ РОЗВИТКУ РИБ І ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У РИБНИЦТВІ

Забезпечення високої рентабельності виробництва рибної продукції вимагає глибоких знань закономірностей розвитку об'єктів рибництва а також базується на розумінні біологічних особливостей об'єктів розведення в різні періоди їх життя. Не менш важливим є також глибоке розуміння всіх без винятку технологічних процесів, особливо штучного відтворення, зокрема екологічних умов утримання плідників, стимуляції і досягання, отримання статевих продуктів, осіміння і запліднення ікри, її інкубації, витримування вільних ембріонів, вирощування життєстійкої молоді тощо.

На сьогоднішній день найбільш розробленою теорією, яка висвітлює основні закономірності розвитку і базується на уяві єдності організму і водного середовища і на пристосувальному характері процесу розвитку, вважають теорію етапності розвитку, яка була створена В.В. Васнецовим в 40-50-х роках минулого століття і до цього часу не втратила свого значення. Він показав, що весь розвиток риби являє собою послідовна низка етапів, кожен з яких відрізняється особливостями будови, фізіології і екології риби. Створена теорія базується на морфо-фізіолого-екологічному аналізі певного інтервалу розвитку риби майже всіх систем органів. В.В. Васнецовим та його учнями вивчались не лише форма, а й функція тіла і плавців, шкіряних органів чуття, ротового і глоткового апарату та травної системи на послідовних стадіях розвитку. За стадію розвитку приймали кожен момент розвитку риб. Оскільки найбільш показовим критерієм був постійно зростаючий ріст риби, то вивчались личинки розміром через кожну десятку частку міліметра. Стосовно змін екології риб автори реєстрували у ембріонів відношення їх до розчинного у воді кисню, яке виражається у особливостях будови кровоносної системи і руху ембріона, у личинок і старших періодів розвитку – це перш за все зміна живлення а також зміна якості харчових об'єктів, або їх відносних розмірів. Про деякі особливості судили шляхом вивчення анатомічної будови риби, так, наприклад, верхній рот за відповідної будови плавців слугував показником живлення біля поверхні води, нижній рот і певна форма тіла – про живлення біля дна водойм. Такий методологічний і методичний підхід і системна послідовність досліджень дозволили досить чітко спостерігати зміни у розвитку риб.

Щоб проілюструвати, що являють собою етапи розвитку, можна навести такий приклад. Виключившись із оболонки, зародки фітофільних

риб, зокрема, ляща, починають плавати і підвішуватись до підводної рослинності. Вони живуть у цей час вже поза оболонки, їх екологія суттєво змінилась. Це є новим етапом у їх життєдіяльності порівняно з етапом розвитку, який відбувається в процесі розвитку ембріона всередині оболонки. Між тим ембріони ростуть і розвиваються, поступово використовуючи власний жовток. Але в ньому на цьому недостатньо поживних речовин для інтенсивного розвитку і росту організму, тому виникає необхідність у податковому живленні зовнішньою їжею. З метою забезпечення нею передличинки відриваються від рослинного субстрату, починають плавати, переслідуючи здобич у вигляді дрібних планктонних організмів, ловити її і перетравлювати. Цей новий етап в біології риб (з моменту початку живлення зовнішньою їжею називають личинкою) іменується етапом змішаного живлення, оскільки личинки поряд з власним жовтком споживають і зовнішню їжу.

Але у подальшому власний жовток личинками використаний повністю і вони переходять виключно на зовнішній (екзогенний) тип живлення, починаючи тим самим новий етап – чисто зовнішнього живлення. Автори досліджень підкреслюють, що кожній особливості біології відповідає і відповідна будова, а отже, і функція риби.

На межах етапів розвитку за переходів від одного етапу розвитку до другого, які відбуваються стрибкоподібно, з'являються зачатки нових органів і нові функції змінених органів. Так, у деяких коропових риб зачатки черевних плавців виникають при переході від шостого личинкового етапу розвитку до сьомого. При цьому ці зачатки несуть нову функцію балансирів. Протягом етапу розвитку зачатки – балансиру поступово збільшуються і укріплюються спочатку мезенхімними, а потім окостеніваючими променями, у зв'язку з тим, що риба інтенсивно росте і їй потрібні вже більш сильні балансири. У момент переходу на новий етап розвитку вони змінюють свою функцію, набуваючи здатність активного руху.

Звертає увагу й те, що групи етапів розвитку які об'єднуються загальним пристосуванням, становлять періоди розвитку. У зв'язку з цим відмічають ембріональний, личинковий, мальковий період і період статевої стиглості у риб. Характерним етапом ембріонального періоду розвитку і одночасно загальним є те, що органами дихання слугують кровоносні судини, які розташовані на жовтку, на тілі ембріона, інколи і на плавцях. При переході на личинковий період виникає зяброве дихання, але зберігаються лише залишки попередньої системи дихання. Для всіх етапів личинкового періоду загальним є те, що органами руху слугують плавцеві складки, а малькового – те, що за наявності багатьох рис будови дорослої риби відсутня ще статеві стиглість, і на кінець, виникає низка особливостей, які характеризують етапи періоду статевої стиглості, у першу чергу, статеві стиглість.

Слід зазначити, що В.В. Васнецов основну увагу зосередив на переходах від одного етапу до іншого етапу розвитку, на стрибкоподібності цих переходів. Між тим всі ті процеси, які відбуваються протягом всього етапу він назвав інтервалом розвитку, протягом якого відбувається лише повільні, поступові, майже непомітні зміни. Проте теорія етапності продовжувалась поглиблюватись і розвиватись послідовниками В.В. Васнецова. С.Г. Крижанівський встановив, що протягом кожного моменту розвитку, тобто на кожній стадії розвитку відбувається як кількісні, так і якісні зміни, і тим самим всі передумови для переходу на новий етап розвитку створюються на попередньому етапі розвитку, що підтверджує концепцію про єдність організму і середовища. Дійсно, кожен момент обміну речовин викликає і кількісні, і якісні зміни. Слід пам'ятати й про те, що ріст, який нерозривно зв'язаний з розвитком організму, становить його кількісну сторону, є результатом цього обміну. Він також є і поступовим, і стрибкоподібним саме тому, що є результатом кожного моменту обміну речовин.

В якості підтвердження наголошуємо на тому, що споживання кожної частки власного жовтка є, навіть у незначній кількості зміна навіть форми тварини, а також зміна розміру і маси змінюють і відношення організму з водним середовищем. Таку ж картину можна уявити і по відношенню до кожної функції тварини.

Виходячи з цього найбільший інтерес мають питання, які стосуються пояснення змін, що відбуваються в процесі розвитку організму.

Більш детальними дослідженнями виявлено, що протягом етапу поступово, послідовно накопичуються кількісні і якісні зміни будови, а отже, і функції тваринного організму і тим самим найдрібніші зміни відношень з оточуючим середовищем. Накопичення цих змін продовжується до певної межі. Але по досягненню певної міри здійснюється перехід до нової якості відношення з середовищем, перехід на новий етап розвитку, що підтверджує філософську концепцію відносно переходу кількості в якість. Щодо такого підходу цих змін досить оригінально висловився С.Г. Крижанівський, який сказав, що «... останні, зміни, які обумовлюють виникнення нової якості і перехід на наступний етап розвитку, можуть бути незначними як крапля, що переповнює чашу».

Послідовно змінюються і етапи розвитку, які складають періоди розвитку. За досягнення певної межі цих змін, здійснюється перехід до нового, більш крупного, ніж перехід від етапу до етапу розвитку, зміни якості екології тварин – перехід до нового періоду розвитку. Так, наприклад, здійснюється перехід від личинкового до малькового, від малькового періоду до періоду статевої зрілості тощо.

У розвитку загальної теорії етапності позитивну роль зіграла теорія екологічних груп риб С.Г. Крижанівського, яка дозволила усвідомити пристосувальний характер різних етапів у представників різних видів риб та

представників різних екологічних груп риб число етапів розвитку, які складають періоди розвитку, виявились різними. Так, у щуки виявлено лише три личинкових етапи розвитку, у літофітів – чотири, у фітофілів – шість. У літофільних лососевих риб личинковий період розвитку по суті може розглядатись як довготривалий етап змішаного живлення власним жовтком і зовнішньою їжею. У фітофільних корошових риб цей етап є досить коротким – протягом майже всього личинкового періоду молодь живиться зовнішньою їжею. У лососевих риб виявлено нерестовий етап розвитку, який характеризується перебудовою системи адаптації цих риб, зв'язаної з виходом на нові, сприятливі для розмноження ділянки водойми.

В природі спостерігається велике різноманіття пристосувань ембріонів риб до дихання, вони змінюються в онтогенезі і суттєво відрізняються потреби різних видів в кисні. Існують дані щодо закономірної зміни функції дихання на зародкових етапах розвитку у декількох видів риб, представників різних екологічних груп.

Встановлено також, що середні розміри риб на кожному етапі розвитку коливаються в певному діапазоні, який є специфічним для кожного виду. Однак за значних змін екологічних умов риба більш пізніх етапів розвитку може бути більш дрібною, ніж риба більш ранніх етапів. Тому недостатнім є характеристика етапу лише розміром риб, необхідним є проведення більш глибоких і детальних досліджень з метою зібрання інформації для різносторонньої характеристики етапів розвитку.

Тривалість етапів розвитку залежить від середовища, зокрема, від наявності необхідної їжі, хімічного складу води, її температури та інших умов розвитку. Тому у різних місцях ареалу однієї риби молодь певного виду може виявитись на різних етапах розвитку.

Факти розходження термінів, розмірів і морфологічних особливостей за зміни етапів розвитку у одного й того ж виду за різних умов не протирічить теорії етапності розвитку, а лише підкреслює пристосувальний характер процесу розвитку організму.

Виходячи з викладеного доцільно розглянути періоди і етапи розвитку риб.

Теоретичні основи етапності розвитку риб, які були розроблені В. В. Васнецовим, зводяться до того, що протягом різних періодів онтогенезу розвиток риб відбувається не лише поступово і безперервно, але і переривчасто, стрибкоподібно. При цьому відбуваються різкі зміни в будові систем органів, перебіг яких відбувається досить швидко, інколи протягом декількох годин і навіть хвилин. Ці морфологічні зміни нерозривно зв'язані із змінами біологічних особливостей риб. Між такими стрибкоподібними змінами відбувається поступовий ріст і, інколи ледве помітні кількісні зміни. Всі ці зміни відбуваються в певних межах, тому вони не змінюють основної якості, яка характеризує даний інтервал розвитку риби. Тобто якісні особливості організму і його відношення з зовнішнім середовищем

зберігаються незмінними. Такі інтервали відносної стабільності у розвитку риб між двома стрибкоподібними змінами називаються етапами.

У свою чергу кожен етап розвитку риб характеризується певними особливостями будови організму, біологічними особливостями і вимогами до умов зовнішнього середовища. За відсутності необхідних умов риби затримуються на тому чи іншому етапі. При цьому вони уповільнюють або повністю припиняють ріст і гинуть.

Спираючись на теоретичне підґрунтя, розвиток риб за теорією В. В. Васнецова відбувається і поступово, і переривчасто (стрибкоподібно) і розпадається на низку слідуючих один за одним етапів, протягом яких відбувається ріст і поступові зміни, але не відбувається яких-небудь принципових змін в будові, фізіології або біології організму риби. Розвиток риб є послідовна зміна пристосувань їх організму до зовнішнього середовища протягом певних етапів.

Перебіг певних етапів у різних видів риб відбувається неоднаково, вони мають різну тривалість і досить часто свої специфічні особливості. Цей висновок досить важливий для розроблення біотехніки штучного розведення риб. Він вказує на необхідність вивчення біологічних і екологічних особливостей етапів розвитку кожного виду риб, який є об'єктом штучного розведення.

Періоди і етапи розвитку риб характеризуються певними морфологічними змінами, що вимагає ретельного вивчення морфофізіологічних закономірностей раннього онтогенезу риб.

Відомо, що чисельність популяції у значній мірі визначаються особливостями раннього онтогенезу риб. Тому одним із найважливіших аспектів щодо розроблення заходів з подальшого розвитку рибного господарства важливим є встановлення закономірностей продуктивності угруповань або окремих популяцій риб та знання морфофізіологічних особливостей їх індивідуального розвитку.

Дослідженнями В.В. Васнецова, С.Г. Крижанівського, Л.П. Рижкова встановлено, що конкретним інтервалом розвитку риб є етап, протягом якого відбувається ріст і поступові якісні зміни, які створюють необхідні передумови для переходу на нові етапи протягом досить короткого часу, але як сказано вище, стрибкоподібно. Дослідженнями було також доведено існування періодичності змін швидкості диференцировки організмів. Так, зокрема, виявлено, що посилення темпу і зростання числа диференцировок, зазвичай, спостерігається в період переходу від одного етапу розвитку до другого, тобто у так звану перехідну стадію, а їх послаблення відбувається в продовж кожного етапу. Розглядаючи онтогенез особин певного виду, а це явище загальне, розрізняють чотири періоди – ембріональний, личинковий, мальковий і статевозрілий, які характеризуються певними морфологічними, екологічними і фізіологічними особливостями. Так, ембріональний період характеризується тим, що ембріон знаходиться в оболонці яйця, личинковий

період являє собою личинку з ендогенним, змішаним і суто зовнішнім живленням до появи центральних пластинок луски. Мальковий період розпочинається з утворення перших склеритів на лусці до настання статевостиглості, а статевостиглий період починається з моменту настання статевої стиглості й триває до завершення життєвого циклу. Кожен з цих періодів поділяється на ряд етапів з певними морфофізіологічними і біохімічними особливостями.

Кількість етапів у різних видів риб може бути неоднакова і залежить від їх біології. Так, наприклад, у лососей личинковий період виявлено сім етапів, у севанської форелі – вісім, що обумовлено біологічними особливостями цих видів.

Кожен з етапів у свою чергу поділяється на стадії, яка являє собою конкретну характеристику певного морфологічного і фізіологічного стану організму риб. Виходячи з цього, перехідну стадію можна розглядати як завершуючий кожен етап, яка забезпечує в результаті складних морфофізіологічних перетворень перехід на нові наступні етапи розвитку.

Спеціальними еколого – фізіологічними і біохімічними дослідженнями встановлено, що більшості видів риб в процесі онтогенезу властиві періодичні зміни фізіологічних і біохімічних процесів, зокрема, інтенсивності споживання кисню, тобто газообміну, які тісно зв'язані з морфологічними перетвореннями організму. Сутність цього явища в ранньому онтогенезі полягає у значному зростанні його величини в період перехідних стадій, і його зменшенні протягом всіх етапів розвитку. Кожному етапу розвитку властиві конкретні межі і середні рівні газообміну. Характерною особливістю також є зростання інтенсивності споживання кисню від моменту запліднення ікри й до початку живлення личинок з наступним його уповільненням за подальшого розвитку молоді риб.

Поряд з цим виявлена закономірна періодичність змін лінійного росту і накопичення маси риб, що визначається і діагностується досить чітким зростанням на початку кожного етапу розвитку з наступним уповільненням протягом етапів з мінімумом на перехідній стадії. Не дивлячись на деяке уповільнення швидкості росту організмів протягом етапів, кожному етапу розвитку властиві конкретні межі змін і середні величини швидкості, які обумовлені морфофізіологічними особливостями організмів протягом даного періоду розвитку, видоспецифічними особливостями риб.

Загальною закономірністю є те, що кожний якісно новий етап розвитку починається із значного зростання швидкості росту і потім також демонструє уповільнення. У той же час на початку етапу інтенсивність газообміну відносно стабілізується на рівні, характерному для відповідного етапу. Його величина в 1,5-3,0 рази нижче, ніж в період перехідної стадії. Протягом етапу темп диференцировок незначний. Під кінець етапу як швидкість росту, так і інтенсивність газообміну досягає максимальних величин, але темп диференцировок може дещо зростати. У цілому організм у цей час

підготовлений до переходу на новий етап розвитку. В результаті морфофізіологічних і біохімічних перетворень під час перехідної стадії відбуваються якісні зміни в організмі, який переходить на якісно новий етап. Перехідна стадія розпочинається з різкого зростання інтенсивності споживання кисню, який забезпечує необхідні енергетичні можливості для морфологічних та інших перетворень. За досягнення максимального рівня дихання інтенсивно зростає темп диференцировки. У цей час лінійний і ваговий ріст організму досягає свого мінімуму. Всі енергетичні можливості організму спрямовані на швидке забезпечення перехідної стадії, протягом якої зареєстровано недостатньо стійка його взаємодія з оточуючим середовищем. Під кінець перехідної стадії інтенсивність газообміну і темп диференціації уповільнюються і до початку етапу відносно стабілізуються, а швидкість росту організму зростає. Зміни, які відбуваються протягом етапу розвитку і в період перехідної стадії, представлені на рисунку 8.1.

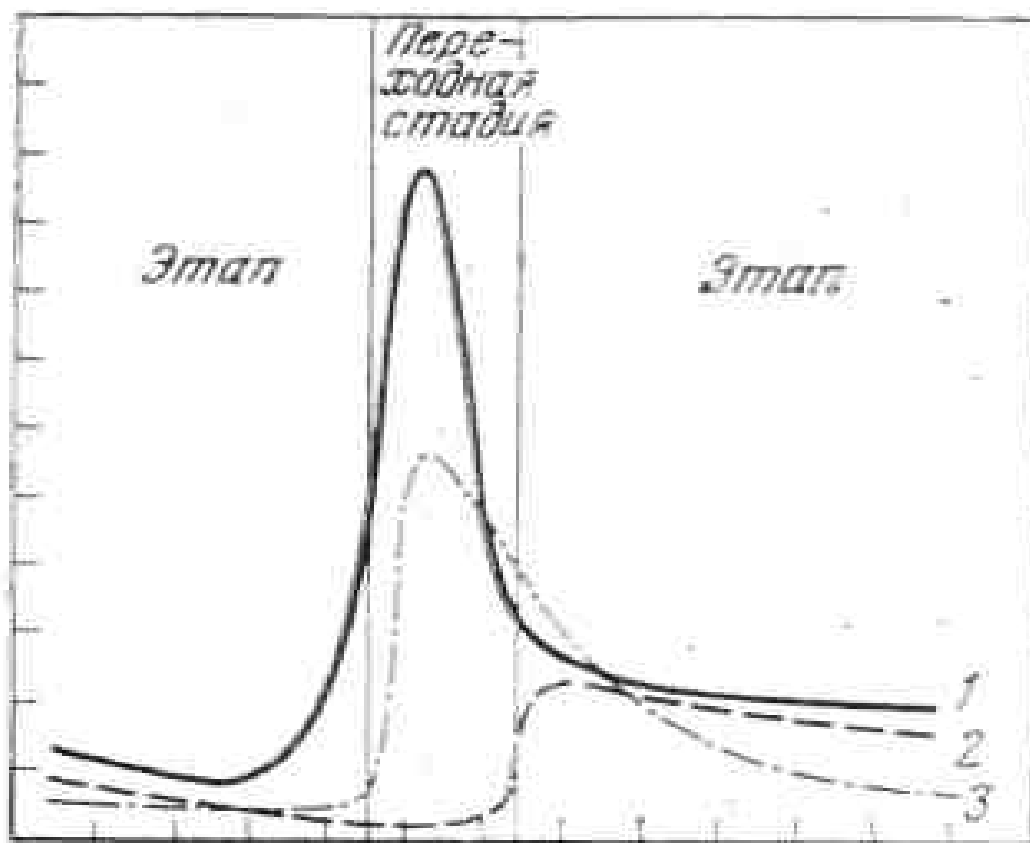


Рис. 8.1 Зміна швидкості росту і інтенсивності газообміну за переходу на нові етапи розвитку (за Рижков Л.П., 1984)
1 – інтенсивність газообміну; 2 – швидкість росту; 3 – темп диференціації.

Поглиблене вивчення періодичності перебігу процесів диференціації організму, швидкості росту і інтенсивності газообміну має не лише

теоретичний інтерес, але й практичне значення для вивчення продуктивності біологічних систем і раціонального використання їх продукції за умов організації досліджень на якісно новому енергетичному рівні.

У процесі розвитку риб до досягнення статевої стиглості встановлено зростання абсолютних показників пластичного і функціонального обміну. Це може бути обумовлено загальним зростанням маси тіла риб, яке вимагає в процесі розвитку підвищення потреб енергетичних ресурсів як для побудови тіла організму, так і для здійснення основних процесів життєдіяльності. Загальною закономірністю для більшості прісноводних риб є суттєве зростання швидкості функціонального обміну порівняно з пластичним. Зміни величин функціонального і пластичного обміну тісно взаємозв'язані як між собою так і з інтенсивністю процесів морфогенезу, оскільки відомо, що найбільш інтенсивно морфологічні перетворення відбуваються в період переходу від одного етапу розвитку до другого – під час перехідної стадії.

Встановлено, що при переході на новий етап розвитку відбувається різке і, як правило, значне зростання використання трансформованої енергії їжі на функціональний обмін, який забезпечує необхідною енергією морфологічні перетворення, свідченням чого є зростання темпу диференцировок і морфологічних змін.

Біологічна доцільність збільшення енергетичних витрат на функціональний обмін полягає в необхідності якнайшвидшого забезпечення переходу організму в якісно новий стан і тим самим ліквідації деякої нерівноваги, яка виникла між організмом і середовищем в кінці попереднього етапу. Після переходу на новий етап розвитку інтенсивність функціонального обміну знижується, а величина пластичного обміну зростає. Тобто в цей період відбувається перерозподіл загальної енергії їжі на різні процеси обміну речовин, які мають в кожний конкретний момент найбільш важливе значення для розвитку і росту організму. У деяких випадках відбувається одночасне збільшення абсолютних показників функціонального і пластичного обміну на початку нового етапу розвитку, що може бути пов'язано з значними ускладненнями структури організму і досить суттєвими змінами їх біології. Так, на етапі розвитку початку змішаного живлення зростання функціонального обміну може бути пов'язано із збільшенням витрат енергії організму на пошук їжі, її захоплення, перетравлювання тощо.

Протягом кожного окремого етапу розвитку пластичний обмін, зазвичай, переважає над функціональним, величина якого до кінця етапу знижується. Ця закономірність посилюється можливим вичерпуванням можливостей як морфологічних, так і функціональних конкретного етапу розвитку організму. Тому виникає необхідність нових морфологічних і біохімічних перетворень для переходу організму на наступний етап розвитку.

Поряд з розглядом загальних закономірностей раннього онтогенезу риб в умовах господарської діяльності виключне значення має ембріональний і личинковий періоди розвитку, що орієнтує на доцільність окремого розгляду.

Запліднена ікринка – це вже ембріон, який розвивається проходячи низку певних етапів розвитку. На етапі запліднення після проникнення сперматозоїда в ікринку спостерігаються складні перетворення і переміщення її вмістимого. Через 12-15 хв. після осіменіння ікринки деяких видів риб (коропових, осетрових) стають клейкими, які легко приклеюються до субстрату. Оболонки ікринок набрякають у воді, стають прозорими і міцними. Ікринки значно збільшуються у розмірах. Питома маса ікринок зменшується. Перивітелліновий простір заповнюється рідиною. Поверхневий шар цитоплазми зміщується у напрямку до протилежного боку анімального полюса. Цей етап закінчується злиттям (поєднанням) жіночого і чоловічого пронуклеусів. Перехід до наступного етапу розвитку – етапу дроблення – починається з моменту появи на ікринках першої борозни, яка утворює два бластомери. На цьому етапі кожна ікринка послідовно ділиться на все більшу кількість бластомерів, а в кінці його досягає стадії бластули. Далі зародок вступає на новий етап розвитку – етап гастрюляції, за якого починають формуватися тіло зародка і його жовтковий мішок. На наступному етапі розвитку зародка відбувається нейруляція. У зародка утворюється нервова трубка, яка являє собою зачаток нервової системи.

У подальшому у ембріона змінюється форма тіла, обособлюється хвостовий відділ, формуються відділи головного мозку, закладаються органи чуття і залози викльовування. У ембріона починають формуватися травна і видільна системи, утворюються серце і кровоносні судини, закладаються зяброві кишені, з'являється зачаток печінки, утворюються м'язові волокна, клітини крові і починається вакуолізація клітин хорди. Тіло ембріона розчленовується на окремі сегменти і на ньому з'являється плавцева складка.

Ембріон, який пройшов низку етапів розвитку, вже має функціонуюче серце і кровообіг, а також нервову систему і відповідає на зовнішні подразнення. У цей час міцність оболонок ікринок послаблюється під дією ферментів вилуплення і ембріони звільняються від них. Ембріональний період закінчується на етапі, за якого передличинки, які вилупились, завершують свій розвиток і стають личинками.

З першого етапу свого розвитку ембріон вступає в тісний контакт з оточуючим середовищем. Значний вплив на розвиток ембріона (ембріогенез) має температура води, її газовий режим, рН, солоність, осмотичний тиск та освітленість. У кожного виду риб ембріогенез відбувається у певних температурних межах. При цьому розрізняють температурний оптимум, температурний поріг і температурний максимум. Температура, за якої ембріогенез відбувається нормально, називається температурним оптимумом. Підвищення температури прискорює процеси ембріогенезу, а зниження – уповільнює цей процес.

Температура, нижче якої ембріогенез не відбувається, називається температурним порогом. Однак порогова температура не приводить до загибелі зародків за впливу протягом обмеженого впливу часу. За

відновлення оптимальної температури ембріогенез відновлюється і відбувається нормально. Температура, вище якої ембріогенез припиняється і ембріон гине, називається температурним максимумом. Знання температурних меж, в яких відбувається нормальний ембріогенез, важливо не лише для більш точного прогнозування майбутньої рибопродуктивності, але й для правильного ведення процесу інкубації ікри за штучного риборозведення.

Не менш важливу роль на процес формування ембріона має і газовий режим. За відсутності кисню у воді зародок гине від задухи. Знижений вміст кисню у крові уповільнює розвиток ембріона. Якщо ж недостатність кисню проявляється за підвищеної температури (порівняно з оптимумом), то розвиток ембріона відбувається не нормально, що приводить до утворення потворних особин, а у подальшому – до їх загибелі. Подібне явище спостерігається і за високих концентрацій CO₂, які можуть бути за інкубації великої кількості ікри і у невеликому об'ємі непротічної води. У цьому випадку CO₂ зсовує активну реакцію середовища в кислий бік і порушує газовий обмін в клітинах зародка.

Відношення ембріонів до температури, газового режиму, солоності, світла, механічних впливів на окремих стадіях етапів розвитку неоднакове. Одні стадії більш чутливі до різких змін абіотичних умов середовища, що приводить до збільшення кількості потворних ембріонів і їх загибелі, інші – менш чутливі. Підвищена чутливість до різких змін водного середовища проявляється на стадіях перших етапів (запліднення-гаструляція) і на етапі перед викльовом.

Отже, інкубацію ікри можна проводити лише в таких умовах, за яких фактори зовнішнього середовища забезпечують нормальний перебіг ембріогенезу. За цих умов зародок добре росте і розвивається, використовуючи поживні речовини жовтка.

Ембріон, що виклюнувся, або так звана передличинка, перший час веде пасивний спосіб життя. Вона живиться за рахунок поживних речовин, які містяться в жовтковому мішку, який являє собою тимчасовий орган. Жовтковий мішок є також провізорним органом дихання передличинки. По мірі росту передличинки жовтковий мішок поступово зменшується. Невдовзі до кінцевої його резорбції закінчується ембріональний і починається личинковий період розвитку. Передличинка стає личинкою, котра переходить на змішаний тип живлення. На цьому етапі розвитку личинка використовує поживні речовини, які містяться у жовтковому мішку, і споживають їжу із зовнішнього середовища.

Жовтковий мішок у личинки недовзі повністю резорбується і вона повністю переходить на зовнішнє живлення. Личинка росте, розвивається і через деякий час перетворюється у малька, який за зовнішнім виглядом нічим не відрізняється від дорослої риби.

Тривалість личинкового періоду розвитку, як і ембріонального, у різних видів риб неоднакова – від декількох діб до місяця. У кожного виду риб вона зростає або зменшується в залежності від температури води та інших чинників абіотичних і біотичних умов середовища.

Знаючи етапи розвитку риб, можна вивчити шляхи і функціональні механізми перетворення популяцій прохідних, напівпровідних і прісноводних риб у сучасних умовах комплексного використання водних біоресурсів на основі виявлення максимальних можливостей пристосованості цих риб до змін, які відбуваються у водному середовищі.

Запаси жовткового мішку витрачаються перед личинками з різною швидкістю, що значною мірою залежить від температури оточуючого середовища. В цьому зв'язку доцільно мати відповідне уявлення відносно впливу температури на ріст і використання жовтка в ранньому онтогенезі риб.

Зазвичай, в іхтіології ріст ембріона і динаміку використання жовтка в ембріональний період визначають традиційними методами, зокрема, шляхом вимірювання довжини, маси ембріонів, маси жовтка. У деяких випадках здійснюють розрахунок об'єму ембріона і жовтка або площ їх проекцій.

Між тим існує визначення Ф.Р.Хейса про те, що ріст ембріона – це, перш за все, утворення і накопичення в його тканинах білка, яке є підґрунтям зростання його маси і лінійних параметрів.

Дослідженнями Г.Г. Новікова та Н.Д. Куфтіною встановлено, що ріст білкової маси ембріонів тріски, пінагора, благородного лосося на перших етапах ембріогенезу за різних температурних умов мінімальний, що пояснюється низьким рівнем білкового синтезу в бластодермі. Цю думку поділяють Нейфах А.А., Тимофеева М.А. базуючись на відповідних дослідженнях.

Деяке зростання білкової маси починається з етапу гастрюляції (у тріски і пінагора), а у лосося – з етапу органогенезу. У подальшому швидкість білкового росту зростає, у тому числі і з підвищенням температури води. Спеціальними дослідженнями встановлено, що чим вище температура розвитку, тим вище швидкість білкового росту протягом доби. Але в момент виходу ембріона із оболонки величина його білкової маси з підвищенням температури знижується.

Роботами науковців показано, що з підвищенням температури тривалість розвитку ембріона скорочується у більшій мірі, ніж зростає швидкість росту білка. Саме цей взаємозв'язок може бути однією з причин зменшення кінцевих розмірів зародків в момент їх виходу із оболонки за більш високих температур. Це свідчить про те, що нормальний розвиток ембріона відбувається за оптимальних температурних умов, а порушення динаміки розвитку може розглядатись як вихід температури за межі оптимальних величин.

Дослідження показали, що, процес розвитку ембріона і його життєдіяльність здійснюється виключно за рахунок запасних речовин жовтка, основним компонентом якого є білкові речовини Нейфах А.А., Тимофеева М.Я.

На відміну криволінійного характеру росту тіла зародка, швидкість якого по мірі росту змінюється, процес резорбції білкових речовин у жовтку відбувається з постійною швидкістю і має вигляд прямолінійної залежності. Враховуючи ці закономірності, автори досліджень дійшли висновку про те, що процеси регуляції швидкості росту білкової маси тіла зародків і резорбції запасних білків жовтка можливо мають відносну незалежність.

Слід зазначити, що швидкість резорбції запасних речовин, як і швидкість росту ембріону, з підвищенням температури зростає. При цьому також виявлено, що характер резорбції білкових речовин жовтка погоджується з активністю протеолітичних ферментів, які здійснюють розщеплення білкових молекул жовтка. У нормі активність кислих протеаз залишається незмінною протягом розвитку ембріону, проте з підвищенням температури води вона зростає відповідно швидкість резорбції жовтка.

Не дивлячись на те, що з підвищенням температури розвитку швидкість резорбції білка в жовтку зростає, загальна кількість білка, резорбованого за період розвитку ембріона під оболонкою, навпаки, зменшується. Тобто величина залишкового білка в жовтку на вихідних стадіях розвитку знаходиться в прямій залежності від температури.

Наслідком непропорційних змін швидкостей резорбції білка в жовтку, з одного боку, і тривалості розвитку ембріону, з другого за підвищених температур є те, що зародки, що розвиваються за цих температур, виходять з оболонки менших розмірів і з більшим запасом білка в жовтку. Це може свідчити про порушення процесів ембріонального розвитку риб за дії підвищених температур.

Заслуговують на увагу дослідження, пов'язані з вивченням динаміки вмісту білка в жовтку в процесі розвитку ембріона, яка встановлюється шляхом вивчення зміни білка в цілій ікринці. Ця динаміка визначається, з одного боку, масштабами резорбції білка в жовтку, а з іншого – ростом білкової маси зародка. Дослідженнями Мороза І.Е. та Лукина В.П. показано, що на початку розвитку, коли ріст ембріона мінімальний, вміст білка визначається лише резорбцією білка в жовтку. З початком інтенсивного білкового росту вміст білка в ікринці зменшується і в кінці ембріонального розвитку стабілізується.

Наукові розробки у складі авторів Новикова Г.Г. та Куфтин Н.Д. свідчать, що у цілому використання білка жовтка в процесах розвитку ембріона коливається в межах 10-40 % і залежить від виду риб і температури води. В процесі розвитку ембріона пінагора, тріски і лосося під оболонкою резорбується біля 30-40 % білка, але на ріст безпосередньо ембріона використовується 40-80 % резорбованого білка у тріски і пінагора, а у

лососей – лише від 20 до 30 %. Це свідчить про те, що масштаби білкового росту ембріонів на одиницю вихідної білкової маси, ікри в процесі розвитку під оболонкою у тріски і пінагора в 2-3 рази вище ніж у благородного лосося.

Білок, який залишається, у значній мірі використовується організмом після виходу ембріона з оболонки. Тому у риб з дрібною ікрою і невеликою кількістю запасних речовин до початку екзогенного живлення використовуються практично всі запасні речовини жовткового мішка. Саме тому передличинки цих видів риб не можуть голодувати протягом тривалого періоду на відміну від передличинок лососевих риб, які мають у жовтковому мішку більшу кількість резервних речовин у яких після викльовування реалізується біля 70-80 % запасного білка.

Виходячи з цього великий вміст в ікрі запасних резервних речовин, спрямований на забезпечення розвитку організму поза оболонки ендогенними ресурсами до переходу на екзогенний тип живлення.

В життєвому циклі риб та в процесах розведення значні втрати відбуваються при переході від ембріону до личинки, що має наукове підґрунтя і підтверджується практичним досвідом. Об'єктивна реальність орієнтована на доцільності вивчення закономірностей переходу від ембріонального стану до личинкового. Торкаючись цього питання доцільно нагадати, що у онтогенезі риб розрізняють два ранніх періоди – ембріональний і личинковий, які складаються з етапів, що поступово змінюють один одного. Кожен з цих етапів характеризується цілим комплексом морфологічних, фізіологічних, біологічних ознак, які виникають в результаті реалізації спадковості за конкретних екологічних умов. Кожному етапу розвитку властивий певний комплекс органів і їх функцій, які змінюються в залежності від впливу чинників оточуючого середовища. Проте ці зміни мають свою межу, яка є наслідком реалізації адаптивних можливостей організму, вироблених в процесі еволюції виду.

Доведено, що процес ембріонального розвитку організму у кожному конкретному випадку обумовлюється дією багатьох чинників, що в кінцевому рахунку приводять до різноякісності нащадків, які мають більш широкий діапазон адаптацій, які забезпечують збереження оптимальної чисельності популяції. До числа чинників, які прямо або опосередковано впливають на ембріогенез, відносяться: вік і фізіологічний стан плідників; місце розташування ікри в яєчнику і ступінь її стиглості; термічний режим в період овуляції; статева активність спермійв; термічний режим в період ембріонального розвитку, який впливає на диференціювання ембріона і його метаболізм, а також мінералізація води, її активна реакція, пігментація ікри тощо.

Ембріональний період закінчується виходом ембріона із яйця, після чого починається личинковий період, перший етап якого – це етап ендогенного живлення за рахунок резервних речовин, зосереджених у жовтковому мішку.

Момент виходу ембріона з яйцеклітини на перший погляд створює враження короточасного стрибка. Однак у дійсності викльовування ембріона є досить тривалим процесом, який супроводжується накопиченням суттєвих морфо-фізіологічних змін. Цей процес складається із підготовки ембріону до викльовування, самого моменту викльовування і тих змін, які забезпечують найголовніші процеси життєдіяльності організму, який виявляється поза яйцевої оболонки. Кожен з цих моментів у кожному конкретному випадку може бути зсунений у будь-який бік дією температури, газового режиму, освітленості, механічного впливу.

Одним з критичних періодів ембріонального розвитку є підготовка ембріона до викльовування. У цей час ембріон є найбільш чутливим до зовнішніх впливів. Підвищена чутливість у цей період пояснюється досягненням певного для даного виду рівня розвитку комплексу органів, інтенсифікацією ембріональної моторики, посиленням гальмівного впливу яйцевої оболонки на газообмін ембріона, накопиченням в залозах вилуплення ферменту, який розчиняє яйцеклітинну оболонку. Між тим, шляхом зміни температурного режиму, концентрації розчиненого у воді кисню чи вуглекислоти та зміною інших чинників можна порушити погоджений хід ембріогенезу, викликати затримку викльовування ембріону або, навпаки, стимулювати його передчасний вихід, що є бажаним.

Одним з найбільш суттєвих чинників, які впливають на викльовування, є температура її, активна реакція, вміст розчинених у воді газів, механічні впливи тощо. Досить важливим висновком деяких досліджень виявилось те, що передчасне викльовування у риб призводить до загибелі ембріонів – личинок, коли вони досить рано покидають яйцеву оболонку.

За іншої ситуації, коли викльовування настає тоді, коли вже склався комплекс життєво важливих органів (завершилася сегментація тіла, головний і хвостовий кінці тіла відділились від жовтка, з'явилась пульсуюча серцева трубка, яка проштовхує безколірну плазму, розвинулась нервово-м'язева моторика) за таких умов ембріони, які виклюнулись, виявляються життєздатними.

Між тим, в природних умовах вилуплення затримується з різних причин, особливо за зниження температури, опосередкована дія якої змінює газообмін ембріону, знижує напруженість ембріональних рухів і активність ферменту викльовування.

Слід звернути увагу на те, що пристосування, які забезпечують виживаність ембріонів поза яйцевої оболонки повинні бути більш широкими у видів, які розвиваються за умов різких коливань середовища, особливо на мілководдях у ранньовесняний час. Існує інформація про значну пластичність пізніх ембріонів і ранніх личинок, яка виникає як адаптація. Ця пластичність полягає у тому, що у передличинок, а в подальшому і у личинок, які виклюнулись передчасно, прискорено розвиваються життєво важливі органи, особливо прогресує у розвиткові кровоносна система, яка

забезпечує у цей час інтенсивний обмін речовин ембріона, який виявився в нових умовах. Доведено також те, що чим слабкіше розвинена личинка, тим темпи її розвитку вищі. Прискорений розвиток органів відбувається до моменту утворення комплексу органів, властивих ембріона при викльовуванні за оптимальних умов розвитку.

Тривалість першого етапу розвитку – стану ендогенного живлення – буде залежати від ступеню сформованості ембріона в момент викльовування. У одних період жовткового живлення буде більш тривалим, у інших – коротким. Крім того, личинки, що виклюнулись, як більш активні, будуть споживати жовток швидше, ніж однойменні ембріони, які залишилися під яйцевою оболонкою.

Отже, викльовування можна розглядати як стрибок, тривалість якого буде залежати як від видових адаптацій, так і від конкретних умов розвитку.

Біологічні і екологічні особливості розвитку риб на різних етапах суттєві складові рибогосподарської науки, які мають теоретичне і практичне значення. Знання етапів розвитку сьогодні дозволили вченим рекомендувати рибним підприємствам використовувати молодь анадромних риб до покатного стану, перехід до якого супроводжується складними змінами, які готують організм до існування в нових умовах – в умовах життя у морі, зокрема, лососевих. Для вирішення практичних завдань, які стоять перед штучним рибозоведенням, велике значення має вивчення чинників зовнішнього середовища, які впливають на організм риб на різних етапах розвитку. Все це сприяє розробленню найбільш ефективних прийомів розведення риб.

Вчення про етапність розвитку риб виявилось найважливішим теоретичним підґрунтям для розробки біотехніки вирощування молоді промислово цінних видів риб і сприяє підвищенню ефективності штучного рибозоведення, що орієнтує на набуття певної інформації відносно особливостей нерестового етапу і його специфіки у розвитку риб.

Знання біології розмноження риб, їх фізіологічних особливостей і екологічних вимог в період ікрометання необхідні з метою уточнення рибоохоронних заходів, підвищення ефективності робіт з меліорації нерестовищ, для розробки екологічного способу стимулювання визрівання плідників, підвищення ефективності нересту різних видів риб в нерестово-вирощувальних господарствах, в селекції плідників тощо.

Як відомо з викладеного вище, теорія етапності, створена В.В. Васнецовим, базується на уяві про нерозривний у протирічній єдності організму і середовища і розглядає розвиток організму як пристосувальний процес. Згідно цієї теорії процес розвитку є і безперервним, еволюційним, і у той же час перервним і стрибкоподібним, а весь розвиток організму відбувається поетапно. Протягом певного відрізка часу, який зветься етапом, біологія організму, який розвивається, суттєво не змінюється. В.В. Васнецов писав, що: «Кожний етап відрізняється від інших специфічною для нього

будовою, фізіологією і біологією, причому і будова, і фізіологія пристосовано до даної біології і до даних специфічних умов». Тобто для кожного етапу характерна певна система адаптацій. Зміни протягом етапу, які носять як кількісний, так і якісний характер, не переходять певної межі, не приводять до зміни системи адаптацій, однак готують до цього організм, що розвивається. При переході на новий етап розвитку, який здійснюється стрибкоподібно, суттєво змінюється вся біологія організму, а біологічно подібні етапи об'єднуються в періоди розвитку.

Досить цікавим в цьому аспекті є питання, пов'язане з інтервалом часу, протягом якого здійснюється нерест риби. Відомо, що багато видів риб для ікрометання обирають специфічні місця, мігрують до певних ділянок водойм. Літофільні риби йдуть виметувати ікру на ділянки з підводною рослинністю, хоча місця нагулу їх знаходяться в інших ділянках. Риби, які виметують пелагічну ікру в прісній воді, для ікрометання виходять на течію. Є риби, які нагулюються у прибережній частині моря, а для розмноження йдуть в пелагіаль. Тихоокеанський оселедець і деякі інші види, які є пелагічними, для розмноження підходять до берегів. Суттєво відрізняється нерестова обстановка у прохідних осетрових, лососевих та інших видів риб. Виходу риби на екологічне своєрідне нерестовище передують функціональна і зв'язана з нею морфологічна перебудова організму.

Однак, різкі відмінності місць розмноження і нагулу властиві далеко не всім риbam і тому переднерестові зміни виражені слабо або зовнішньо можуть бути непомітними.

Є й такі види риб, які в період розмноження не змінюють ділянки водойми, однак у них все ж – таки відбуваються суттєві морфологічні зміни, обумовлені специфікою біології розмноження. При цьому змінюються морфологічно й функціонально різні органи і тканини, а також з'являються нові органи і функції. У яйцеживородячих, живородячих і виношуючих риб перетворюється кишечник, статеві та інші органи, які забезпечують постачання ембріонів, що розвиваються, не лише киснем, але й поживними речовинами. Завдяки різним новоутворенням, які розвиваються в переднерестовий період, і зміні функцій різних органів риба вступає з абіотичним і біотичним середовищем, зокрема з особинами протилежної статі і своїми нащадками, в якісно нові відношення і суттєво змінюється її біологія.

Суттєвий вплив на організм риб в період нересту має її відношення до їжі. Багато видів риб в період розмноження припиняють живитись. Це риби, які йдуть розмножуватися в місця, які не забезпечують плідників їжею, а характерними представниками таких є лососеві, осетрові. Окремі види, які виношують ікру в роті або в кишківнику, також не живляться в цей період. У інших видів риб змінюється склад харчових організмів у зв'язку з різноманіттям фауни місць розмноження і нагулу. Змінюється також ритм живлення у зв'язку із зміною всієї біології риб, що розмножуються.

Припинення живлення, зміна їжі і ритму живлення призводить до зміни характеру обміну. Відомо, що обмін речовин в період розмноження змінюється також внаслідок зміни діяльності залоз внутрішньої секреції. Накопичені протягом нагулу резервні речовини спрямовуються на формування статевих продуктів, а у живородячих риб і на формування самих ембріонів; спостерігається генеративний обмін.

При виділенні етапів розвитку великого значення надається зміні способу добування їжі, характеру живлення і обміну речовин.

Переднерестовий, і, особливо нерестовий період, характеризується зміною характеру зграй і формування особливих нерестових угруповань, розвитком в шлюбний період складних поведінкових реакцій, що свідчить про вступ риб, що нерестять, в специфічні відносини, які властиві саме цьому періоду.

Отже, розмноження риб не може здійснюватись в межах попередніх адаптацій. Одним із способів вирішення цього протиріччя є перебудова організму. Зміни, які відбуваються в організмі риби за її переходу в нерестовий стан, означають зміну пристосувань, які необхідні для забезпечення процесів розмноження. Ця перебудова готується поступово і завершується стрибкоподібно перед початком ікрометання. Стрибкоподібний характер зміни біології є одним з важливих ознак переходу організму на новий етап розвитку.

Оскільки риби в період нересту відрізняються фізіологічним станом, будовою, поведінкою, входять у специфічні відношення з абіотичним і біотичним середовищем і виконують особливу функцію, цей відрізок онтогенезу виділяється в якісно новий, нерестовий етап розвитку.

Поряд з викладеним у загальному плані доцільним є більш детальний аналіз цього етапу у моноциклічних і поліциклічних риб, враховуючи наявних особливостей відтворення.

Моноциклічні риби яскравими представниками яких є тихоокеанські лососі, вугрі, деякі бички після нересту гинуть або іншими словами відтворення відбувається один раз протягом життя.

У риб, які розмножуються протягом життя багаторазово, поліциклічних, онтогенез включає декілька циклів розвитку гонад.

Вчені застерігають, що повторність нересту не можна плутати з сезонною циклічністю, яка відображує особливості середовища всіх організмів, що розвиваються. Відомо, що кожна популяція розмножується в певний сезон року. Однак не кожна особина розмножується з настанням даного сезону. До нересту приступають лише фізіологічно підготовлені особини, що свідчить про відносність зв'язку нерестового етапу з сезонною циклічністю.

Між тим важливим є те, що нерест у моно- і поліциклічних риб завершується принципово однаково-закінченням циклу розвитку гонад і переходом риби в новий біологічний стан: у перших це буде смерть, а у

других – перехід до нагулу. Тобто цей факт та інші свідчать про відсутність принципових відмінностей між моно-і полі циклічними рибами.

Однак у деяких видів чи особин риб існує проблема зміщення термінів статевого вистигання під впливом оточуючого середовища. Але досить важливим є встановлення цих чинників водного середовища, які визначають цей момент, що пов'язано з розробленням методів прискорення або гальмування процесів статевого визрівання, тобто з управління процесами розмноження риб.

Між тим вже зараз відомі деякі з чинників, які сприяють вистиганню риб. Завершення вистигання і перехід плідників у текучий стан нормально відбувається за впливу на організм факторів водного середовища, які визначають екологічну специфіку місць ікрометання виду. Тобто підготовка і перехід риби до нерестового стану, як і увесь процес розвитку, - процес пристосувальний.

Відомо, що для переходу риб в текучий стан, в умовах штучного відтворення для певних видів риб, застосовують фізіологічно активні речовини. Однак цей метод фізіологічного або гормонального стимулювання вистигання риб має обмеження, оскільки ін'єкції дають позитивний результат лише тоді, коли риби знаходяться у стані достатньо високої стиглості. І для її досягнення необхідно створити рибі певні екологічні умови. Вважають, що два методи взаємно доповнюють один одного і сьогодні розглядаються в якості еколого – фізіологічного методу досягання статевих продуктів.

Отже, нерестовий етап розвитку має особливе значення у завершенні циклу онтогенезу і забезпеченні єдності його різних етапів.

Зрозуміло, що теоретичні аспекти сучасного рибництва тісно пов'язані з практичною роботою відповідних напрямків рибного господарства. Виходячи з цього доцільно визначитися і сформулювати складові, які конкретно характеризують значення теорії етапності для практики рибництва.

- Пізнання етапів розвитку риби, особливостей її біології в природних і штучних умовах дозволяє встановити потреби риби на кожному етапі розвитку і у зв'язку з цим виявити недоліки біотехніки штучного відтворення, що необхідно для раціоналізації риборозведення. Теорія етапності розвитку дозволяє біологічно обґрунтувати різні ланки біотехніки рибних робіт і здійснити біологічний контроль за розвитком риби в природних і штучних умовах.
- Встановлення етапів розвитку в популяціях, які населяють водойму, дозволяє зрозуміти різноякісну структуру цієї популяції і різноманіття її потреб.
- Встановлення етапів розвитку промислових і смітних риб, які населяють одні й ті ж водойми, дозволяє виявити, в якій степені, на яких етапах розвитку смітні риби становлять додаткове навантаження на кормову

базу промислових риб, тобто дозволяє конкретизувати знання міжвидових відношень риб.

- Теорія етапності вимагає вивчення кормової бази з урахуванням різних споживачів на кожному етапі розвитку, тим самим конкретизує дослідження кормової бази риб. Знання особливостей перебігу кожного етапу розвитку дозволяє більш обґрунтовано прогнозувати чисельність риб в промисловому поверненні. Дефіцит певної їжі на одному з етапів розвитку може значно знижувати чисельність промислового стада.
- Зсуви термінів статевого вистигання в залежності від умов, в яких розвивається риба, може бути зареєстровано лише на основі чітких знань етапів розвитку риби.
- Знання етапності необхідно для розкриття закономірностей динаміки чисельності популяцій.

Слід зазначити, що на сьогоднішній день ще не всі питання, пов'язані з етапністю риб достатньо вивчені. Зокрема, ще не встановлені у порівняльному аспекті закономірності прояву етапності розвитку в різних екологічних групах риб. Не встановлені особливості переходів від етапу до етапу розвитку статевого вистигання з моменту викльову ембріонів із оболонки. Відсутня повна інформація щодо впливу різних умов середовища на етапи розвитку і переходу від одного етапу до другого. Важливими є встановлення еколого – морфологічних особливостей різних систем органів на різних етапах розвитку. Тобто доцільним є вивчення функцій всіх органів і їх зміни в процесі розвитку організму від зародження й до смерті. Одним з найбільш важливих питань у розвитку теорії етапності є слабо вивченою проблема переміщення з певного етапу на етап статевого вистигання риб. На особливу увагу заслуговують питання щодо впливу чинників середовища на швидкість статевого вистигання риб.

Між тим до цього часу не існує чіткої інформації щодо того, який момент в розвитку риби повинен вважатися початком періоду статевої стиглості. Окремі дослідники вважають, що такою межею слід вважати початок першого нересту, а сам період іменувати періодом розмноження. Існує також думка про те, цей період буде складатись із етапу або етапів нересту і низки інших етапів, в залежності від екологічних особливостей риби; етапу нерестової міграції, післянерестового скату, етапу виношування ембріонів, охорони нащадків тощо.

Екологічні особливості риб настільки різноманітні, що можна припустити існування у деяких з них декількох етапів розвитку в інтервалі між послідовними нерестами. У осетрових такий інтервал продовжується декілька років, протягом яких риба проходить, можливо, декілька етапів розвитку, вона суттєво змінюється, готуючись до нового розмноження. У риб з одноразовим нерестом періодом розмноження завершується існування риби. Між тим з початком останнього періоду життя зв'язані досить суттєві морфо – функціональні і екологічні зміни риби. Відомо, що початок кожного

періоду розвитку співпадає з початком етапу розвитку. У тихоокеанських лососей завдяки цьому період розмноження виявляється останнім існуванням риби.

У багатьох риб протягом періоду розмноження чергуються етапи нересту і нагулу. Кожен етап нересту характеризується особливостями будови і функції риби, специфічними для екології цього етапу. Якщо нерест розтягнений в часі і в проміжках між виметуванням окремих порцій ікри біологія риби змінюється не суттєво, такий нерест об'єднується одним етапом.

Очевидно, за суворо певних умов багатократно нерестуючі риби проходять однакову кількість етапів нересту і нагулу протягом життя.

Виділення нерестового етапу у розвитку риб, вірно відображуючи біологічну своєрідність процесів розмноження, дозволяє глибше зрозуміти і деталізувати вивчення дорослих риб. Знання проходження етапів розвитку періоду і особисто періоду розмноження дозволяє поставити важливі для рибництва питання, зокрема, щодо причин затримок нересту, норм кількості нерестів у кожного виду риби за певних умов, щодо оптимальних умов, які сприяють успішному нересту, щодо прискорення цього процесу тощо.

Теорія етапності розвитку дозволяє зрозуміти пристосувальну сутність організмів в кожній момент його індивідуального життя і життя виду, виявити потреби організму на кожному етапі розвитку і тим самим дає ключ до управління цим розвитком.

В життєвому циклі риб є періоди які супроводжуються підвищеною чутливістю до зовнішніх факторів. Такі стани розглядаються в якості критичних періодів розвитку у риб, що пов'язане з дією негативних факторів впливу на певні складові життєвого циклу.

Критичними періодами розвитку є певні моменти диференцировки організму, за досягнення яких ембріони і личинки, які мають морфофізіологічні дефекти, отримані у спадку від батьків, або які виникли під впливом несприятливих умов на ембріональних і постембріональних стадіях, вже не здатні до подальшого розвитку і гинуть. Це, зазвичай, відбувається на найважливіших етапах раннього онтогенезу, особливо на початку функціонування органів, їх систем. Завдяки тому, що дефектні особини можуть мати різний характер дефектів і різну ступінь порушень органів, одні з них, з найбільш сильно вираженими дефектами, припиняють свій розвиток і гинуть раніше, що відбувається в ранні критичні періоди. Інші з меншими порушеннями, - пізніше, а треті з малими дефектами, можуть взагалі обминути критичні періоди розвитку. Але у подальшому, за несприятливих біотичних і абіотичних умов середовища, елімінація відбувається в першу чергу за рахунок цих особин. Отже, критичні періоди розвитку можна коротко назвати періодами реалізації морфо – фізіологічних дефектів, а загибель є зовнішнім проявом критичних періодів розвитку.

В критичні періоди розвитку у організмі існують свої специфічні взаємовідносини з середовищем, але вони лише до деякої міри можуть визначати ці періоди, а не в цілому.

В ембріональному і постембріональному розвитку таких критичних періодів існує декілька. Одним із критичних періодів у багатьох видів риб є стадія кінця гастрюляції і початку органогенезу, а у деяких видів – і стадія викльовування.

У деяких морських пелагофільних риб таким періодом, очевидно, можна назвати також стадії кінця дробління – бластули.

У личинковий етап розвитку виявляється також декілька критичних періодів, причому у різних груп видів риб вони припадають на різні стадії розвитку. На личинковому етапі критичні періоди не обов'язково припадають лише на кінець розсмоктування жовтка і за переходу до активного живлення.

Виходячи з проблематики її теоретичної та практичної актуальності, доцільно розглянути критичні періоди личинкового етапу окремих видів риб.

Деякі дослідники вважають, що критичним періодом у осетрових риб є перехід личинок на активне живлення. Саме в цей період реєструється масова загибель личинок за штучного відтворення представників осетрових. Це явище пов'язують з несвоєчасною годівлею і невідповідністю якості їжі потребам личинок.

Проте існує й інша точка зору, яка ґрунтується на тому, що загибель личинок досить часто спостерігається не дивлячись на сприятливі умови живлення, а крім того, вона починається ще до переходу личинок на активне живлення. Тому вважають, що загибель личинок викликана низькою якістю використаних за штучного відтворення статевих продуктів і незадовільними умовами інкубації. Підтвердженням цього висновку виявились результати спеціальних досліджень, якими встановлено, що загиблі в цей період личинки осетра характеризувались відставанням у рості за довжиною і масою, а також мали різні дефекти у будові: сутулість, вислохвостість рострума, зменшення розмірів печінки, різні порушення у будові кишківника, нерідко у поєднанні з водяною черевної порожнини і шлунку. Все це свідчить про те, що період розвитку личинок осетрових риб перед початком і на початку активного живлення може вважатись критичним періодом розвитку. У оселедцевих критичним періодом розвитку є кінець жовткового живлення і початок активного живлення. У лососевих також чітко проявляється критичний період розвитку в момент кінцевого розсмоктування жовтка і на початку активного живлення.

Що стосується коропових риб, то у них відмічається два періоди високої смертності личинок. Перший період загибелі личинок коропа спостерігається через 5-7 днів після їх викльовування, після того, як вони повністю перейдуть на зовнішнє живлення. Загальний термін цієї загибелі – до 10-12-го дня після викльовування. Личинки, що гинули, значно відстали у

рості і розвитку від своїх ровесників, вони або зовсім не жились, або жились дуже мало. У них також відмічається відсутність складчастості слизової кишківника, або вона буває слабо розвиненою. Припускають, що в цей період відбувається реалізація дефектів у розвитку органів травлення.

Другий період високої смертності личинок коропа, зазвичай, реєструється з 19 по 27 дні після викльовування. Ті личинки до загибелі також значно відставали у розвитку і рості. У більшості з них не утворюється спинний плавець, а спостерігається лише скупчення на його місці мезенхімних клітин, а у деяких личинок виявляються поява лише перших променів. На відміну від них у нормальних личинок реєструють повністю сформовані плавці, за виключенням черевних. Різниця у рості інколи буває настільки високою, що крупні личинки часто заковтують дрібних або об'їдають у них хвости. При цьому загибель личинок в період їх високої смертності не могла відбуватись завдяки дефіциту відповідної їжі або від інших зовнішніх причин.

Вважають, що безпосередньою причиною загибелі личинок в період їх високої смертності є не зовнішня, а внутрішня. Цією причиною вважають низька якість самих личинок, яка залежить у свою чергу від низької якості статевих продуктів, які продукували плідники. На виживаність личинок до деякої міри могло вплинути різке зниження або підвищення температури, що досить часто спостерігається за вирощування личинок. Отже, розглянуті два періоди високої смертності у личинок коропа можна вважати критичними періодами розвитку.

У личинок ляща також виявлено два періоди високої смертності. Перший з них припадає на 12-17-у добу, а другий – на 20-22-гу добу, які для личинок ляща є критичними. На личинковому етапі у тарані теж знайдено, як і у ляща, 2 основних критичних періоди розвитку, з однією лише різницею, що у ляща найбільш вираженим є другий період, а у тарні – перший; крім того, у останньої тривалість періодів в середньому дещо більше.

Зовсім інші терміни періодів високої загибелі спостерігаються у личинок білого амура. Період масової загибелі личинок цього виду риб продовжується в цілому з 1-го по 6-й день після викльовування з піками, які припадають на 1-2 і дні і 4-5 дні. Експериментально встановлено, що елімінація личинок білого амура за рахунок нежиттєстійких особин відбувається в основному в період переходу на активне живлення – розсмоктування жовтка у них закінчується на 5 - 6-ий дні після викльовування.

Отже, вважають, що у личинок білого амура існує два критичних періоди розвитку. Один з них охоплює в основному перші 2 дні після вилуплення, а другий – кінець розсмоктування жовтка і початок активного живлення, тобто 4-6-й дні.

Вважають, що розвиток як ембріона в цілому так і його складових частин, маються на увазі органи і тканини, складається з деякої невеликої

кількості етапів, які характеризуються певними морфо-фізіологічними ознаками. Кожні з цих етапів починаються відносно коротким критичним періодом, після якого відбуваються видимі процеси розвитку, а саме ріст і диференціація. Головною ознакою, яка характеризує критичні періоди, є висока чутливість клітин зародків до дії зовнішніх чинників, яка обумовлена значною регуляторною діяльністю в ці періоди.

Згідно сучасних уявлень періоди високої чутливості розвитку у риб виявляються у переломні моменти онтогенезу, перед найважливішими морфологічними диференцировками. Вони характеризуються високою чутливістю організму до негативного впливу зовнішніх чинників і зниженням життєстійкості організму та його загального обміну і іншими фізіологічними властивостями, які показують, що ці зміни є не лише причиною високої чутливості в дані періоди розвитку організму, але й самі є наслідком вражень клітин. Ці періоди також характеризуються посиленням дихання і зниженням темпу росту. Різні дослідники в ембріональному розвитку риб знаходять різну кількість періодів високої чутливості – від 3 до 8, що обумовлено видоспецифічними особливостями і умовами, які формують зовнішнє середовище.

Значні морфологічні і фізіологічні дефекти, отримані личинками у спадок від батьків і в період ембріонального розвитку під впливом несприятливих умов, реалізуються, зазвичай, в критичні періоди розвитку, коли починають функціонувати певні системи органів. Критичні періоди є скоріше видовою або популяційною властивістю, а не індивідуальною, оскільки вони відносяться до популяції в цілому. В нащадках, які з'явилися із ікри високої якості і за нормальних умов розвитку, критичні періоди не проявляються. Але елімінація за рахунок неякісних особин відбувається не лише в критичні періоди; за погіршення будь - яких біотичних або абіотичних умов існування у першу чергу гинуть саме вони, і така загибель, очевидно, має велике значення в динаміці виживаності поколінь.

Ступінь прояву критичних періодів залежить, з одного боку, від якісного стану організму, а з другого – від умов середовища; за несприятливих умов вони можуть проявитися більш чітко. Оскільки, як встановлено, від умов середовища залежить швидкість розвитку, то й час прояву критичних періодів до певної міри також залежить також від них. Критичні періоди в нащадках, які розвивались із статевих продуктів високої якості та за сприятливих умов середовища, не проявляються і виживаність таких нащадків достатньо висока, тому їх слід вважати популяційною властивістю, а не індивідуальною.

Питання для самоперевірки до розділу 8

1. Основні етапи розвитку риб та їх використання у штучному відтворенні.
2. Особливості різних етапів та періодів розвитку різних видів риб.

3. Управління процесами на різних стадіях розвитку риб в штучних умовах.
4. Критичні періоди індивідуального розвитку.
5. Особливості відтворення моно- та поліциклічних риб.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аминева В.А., Яржомбек А.А. Физиология рыб. – М.: Легк. и пищ. Пром. – сть, 1984. – 200с.
2. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М., Л.: Изд – во АН СССР, 1984. – 200с.
3. Бер К.М. История развития животных. – Т. 1. – М.: Изд – во АН СССР, 1950. – 475с.
4. Бурмакин Е.В. Некоторые вопросы теории акклиматизации пресноводных рыб. – «Зоол. Журнал», 1961. - т 40, вып.9. - С. 1385 – 1395
5. Васнецов В. В. Этапы развития костистых рыб. — В кн.: Очерки по общим вопросам ихтиологии. М., 1953. - С. 207—217.
6. Гербильский Н.Л. Современное состояние вопроса о нейрогуморальной регуляции полового цикла и биотехника гормональных воздействий в рыбоводстве у рыб применительно к растительноядным рыбам// Материалы VII Смешанной комиссии по применению соглашения о рыбоводстве в водах Дуная. – К.: Наук. думка. – 1966. – С.88 – 98.
7. Гербильский Н.Л., Баранникова И.А., Казанский Б.Н. Посадочный материал для выращивания молоди осетровых.— Рыб. хоз-во, 1951. - № 9. - С 46—49.
8. Иванов А.П. Рыбоводство в естественных водоемах. – М.: Агропромиздат, 1988. – 367с
9. Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов.- М.: Пищевая промышленность, 1975. – 333 с.
10. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб.- Л.: Наука, 1987. – 520 с.
11. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. – М.: Наука, 1984. – 206 с.
12. Крыжановский С.Г. Эколого-морфологические закономерности развития карповых, выюновых и сомовых рыб. – «Труды Ин – та морфологи животных им. А.Н. Северцова», 1949. - Вып.1. - 339с
13. Никольский Г.В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1974. – 366с
14. Привезенцев Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство. – М.: Агропромиздат, 1991. – 368 с.
15. Сакун О. Ф., Буцкая Н. А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов у рыб. — Мурманск, 1963. — 47 с
16. Скаткин П.Н. Биологические основы искусственного рыборазведения. – М.: АН СССР, 1962. – 243с.

17. Строганов Н.С. Акклиматизация и выращивание осетровых рыб в прудах. – М.: Изд-во Московского университета, 1968. – 377 с
18. Строганов Н.С. Суховерхов Ф.М., Сиверцев А.П. Прудовое рыбоводство. М.: Пищепромиздат, 1975. - 469 с.
19. Харитоновна М.Н. Биологические основы интенсификации прудового рыбоводства. – К.: Наук. думка, 1984. – 196 с.
20. Шерман І.М., Євтушенко М.Ю. Теоретичні основи рибництва: підручник. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 490 с.