

**М.І. Бургаз, К.І. Романенко**

**СЕЛЕКЦІЯ РИБ**

Конспект лекцій

Одеса  
2014

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

**М.І. Бургаз, К.І. Романенко**

**СЕЛЕКЦІЯ РИБ**

Конспект лекцій

Одеса  
2014

ББК 47.2  
Б 90  
УДК 639.3

*Друкується за рішенням Вченої ради Одеського державного екологічного університету  
(протокол № від 2012 р.).*

**Бургаз М.І., Романенко К.І.**

Селекція риб: Конспект лекцій. – Одеса, 2014. – 92 с.

В конспекті лекцій розкриті основні питання теоретичних, практичних методів селекції риб та селекційно-племінної роботи у рибництві, вивчення яких дасть змогу майбутнім фахівцям оволодіти знаннями закономірностей розвитку і функцій організму риб, оволодіти методами селекції та розведення різних видів риб.

Викладаються основні аспекти перетворення спадкових властивостей об'єктів рибництва шляхом інтенсивної селекційної роботи та розкриті заходи, спрямовані на покращення господарсько-цінних та естетичних властивостей риб.

Конспект лекцій для студентів III курсу денної форми навчання за спеціальністю “Водні біоресурси та аквакультура”.

екологічний університет, 2014

Навчальне видання

Бургаз Марина Іванівна  
Романенко Ксенія Ігорівна

## **СЕЛЕКЦІЯ РИБ**

Конспект лекцій

---

Підписано до друку \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2012. Формат 60x84 / 16. Папір офсетний.  
Друк офсетний. Ум. друк. арк. \_\_\_\_  
Тираж 50 прим. Зам. № \_\_\_\_

Надруковано з готового оригінал – макета

Одеський державний екологічний університет  
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	5
<b>1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ СЕЛЕКЦІЇ РИБ .....</b>	<b>6</b>
Питання для самоперевірки до розділу 1 .....	7
<b>2. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ТА ЦІЛІ СЕЛЕКЦІЇ .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b> Порода та внутрішньо породна структура у рибництві .....	9
<b>2.2</b> Основні ознаки риб, що використовуються при селекції ...	12
<b>2.2.1</b> Екстер'єрні ознаки .....	12
<b>2.2.2</b> Інтер'єрні ознаки та фізіологічні показники .....	14
<b>2.2.3</b> Успадковані зовнішні якісні ознаки.....	16
<b>2.2.4</b> Успадковані біохімічні відмінності.....	24
Питання для самоперевірки до розділу 2.....	25
<b>3. ФОРМИ І МЕТОДИ ВІДБОРУ ТА ПІДБОРУ РИБ .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b> Ефективність відбору у рибництві .....	27
Питання для самоперевірки до розділу 3.....	37
<b>4. ЗВ'ЯЗОК НАУК ГЕНЕТИКИ ТА СЕЛЕКЦІЇ РИБ .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1</b> Генетика кількісних ознак .....	35
<b>4.2</b> Індукований мутагенез .....	41
<b>4.3</b> Індукований гіногенез .....	44
Питання для самоперевірки до розділу 4.....	48
<b>5. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РИБ .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1</b> Чистопородне розведення .....	50
<b>5.2</b> Схрещування .....	53
<b>5.3</b> Регулювання статі та отримання стерильних риб .....	55
Питання для самоперевірки до розділу 5.....	58
<b>6. СЕЛЕКЦІЙНО-ПЛЕМІННА РОБОТА У РИБНИЦТВІ .....</b>	<b>59</b>
<b>6.1</b> Система організація селекційно-племінної роботи .....	62
<b>6.2</b> Вимоги до умов вирощування риб при селекції .....	63
<b>6.2.1</b> Правила визначення та реєстрації індивідуальних показників риб .....	66
<b>6.2.2</b> Підбір плідників для відтворення .....	67
<b>6.2.3</b> Вирощування і годівля племінних риб .....	68
<b>6.2.4</b> Вирощування та утримання ремонтної молоді .....	69
<b>6.2.5</b> Утримання і годівля племінних плідників .....	70
<b>6.3</b> Племінна справа у рибництві .....	73
<b>6.3.1</b> Помічення племінних риб .....	73
<b>6.3.2</b> Анестезування племінних риб .....	76

Питання для самоперевірки до розділу 6.....	77
<b>7. БОНІТУВАННЯ ПЛЕМІННИХ РИБ .....</b>	<b>79</b>
Питання для самоперевірки до розділу 7.....	82
<b>8. ПРОМИСЛОВА ГІБРИДИЗАЦІЯ У РИБНИЦТВІ .....</b>	<b>83</b>
<b>8.1</b> Селекційні породи коропів .....	86
<b>8.1.1</b> Українські породи коропа .....	86
<b>8.2</b> Селекційна робота з іншими видами риб .....	88
Питання для самоперевірки до розділу 8.....	90
<b>ЛІТЕРАТУРА .....</b>	<b>91</b>

## ПЕРЕДМОВА

Конспект лекцій підготовлено відповідно до програми дисципліни «Селекція риб», що входить до складу дисциплін з підготовки бакалаврів і фахівців напряму «Водні біоресурси і аквакультура» - фаховий шифр 6.090201.

Дисципліна «Селекція риб» вивчає питання теорії та методів селекції риб, а також практичну селекцію та організацію племінної роботи з рибами.

Товарне рибництво – галузь народного господарства, яка швидко розвивається. Вона покликана забезпечити населення країни повноцінним білковим продуктом. Зростання продукції можливе тільки на основі комплексної інтенсифікації рибництва. Одним з найважливіших шляхів інтенсифікації є поліпшення якості об'єктів розведення шляхом створення нових високопродуктивних порід риб. Тому в товарному рибництві є всі необхідні передумови для успішного розвитку селекційно-племінної роботи. Поряд з вдосконаленням традиційних методів селекції – відбору і схрещування – важливе значення мають розробка і застосування на рибах принципово нових методів управління спадковістю риб. У цьому відношенні рибництво набагато випереджає інші галузі тваринництва. Такі методи, як індукований мутагенез, диплоїдний геногенез, генетична регуляція статі і т.д., дозволяють значною мірою підвищувати ефективність селекційних робіт.

Вивчення дисципліни «Селекція риб» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні таких дисциплін навчального плану – «Генетика риб з основами біометрії», «Загальна іхтіологія», «Спеціальна іхтіологія», «Біологічні основи рибного господарства» та ін., здобуті знання будуть використовуватись при вивченні дисциплін: «Годівля риб», «Індустріальне рибництво», «Методи відтворення та товарного вирощування ракоподібних» та ін.

В результаті вивчення дисципліни «Селекція риб» студенти повинні **знати** селекційно – племінну справу у рибництві; біологічні особливості розведення ставових та озерних риб; породи та їх групи; форми і методи відбору; передовий досвід зарубіжної науки тощо.

На основі здобутих теоретичних знань студенти повинні **вміти** використовувати методи селекції риб; використовувати при відтворенні стада риб гетерозис та інші типи схрещування; формувати племінні стада риб у репродукторах племінних господарств; використовувати біотехніку відтворення та вирощування племінних риб тощо.

При підготовці цього конспекту лекцій були використані літературні джерела довідкового характеру, посібники та підручники вітчизняних та іноземних авторів.



# 1 ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ СЕЛЕКЦІЇ РИБ

Перші роботи з генетики і селекції ставкових риб в СРСР відносяться до 30-40-х років. Надзвичайно велике значення мали проведені в ті роки В.С. Кирпичниковим, К.А. Головінською і Є.І. Балкашиновим дослідження з генетики лускатого покриву у коропа. Отримані в цих дослідженнях дані відразу ж знайшли практичне застосування в селекційно-плеємній роботі. У 30-40-і роки на Україні під керівництвом А.І. Кузема почалася селекційна робота з коропом, що завершилася згодом створенням українських порід коропа. У довоєнний період за ініціативою В.С. Кирпичникова була розпочата робота з гібридизації коропа з сазаном, яка підтвердила ефективність промислового схрещування в рибництві. Кінець 40-х - початок 50-х років пов'язаний з організацією робіт з селекції ропшинського, білоруського і парського коропів (ці роботи очолювали В.С. Кирпичников, Д.П. Поліксені, К.А. Головінська). У цей же період К.А. Головінською і Д.Д. Ромашова були виконані дослідження одностатевої форми срібного карася, що завершилися відкриттям природного геногенезу у даного виду.

У розробці питань теорії і практики селекційно-плеємної справи в рибництві великі заслуги належать радянським ученим, серед яких в першу чергу слід назвати імена відомих генетиків-селекціонерів В.С. Кирпичникова і К.А. Головінської. Ними було висунуто ряд основоположних ідей і проведено фундаментальні дослідження з генетики риб і питань селекційно-плеємної роботи.

Інтерес до питань селекції і плеємної роботи зростав паралельно з розвитком ставкового рибництва. В СРСР він був пов'язаний з будівництвом великих коропових господарств і необхідністю збільшення загального обсягу товарної продукції. Вже до середини 60-х років стала очевидною невідповідність між запитами промисловості і станом селекційно-плеємної справи у галузі. Ставкові господарства потребували великих за чисельністю маткових стад коропа, укомплектованих високопродуктивними плідниками. У цей період питання селекції і плеємної роботи почали інтенсивно розробляти багато галузеві інститути. У 60-70-х роках у багатьох республіках країни були організовані роботи з селекції місцевих порід коропа: середньоросійського (ВНІПРГ), краснодарського, казахстанського, литовського, молдавського. Одночасно тривали роботи з селекції ропшинського, українських і білоруського коропів. У 60-х роках ДержНІОРГом були розпочаті роботи з селекції райдужної форелі, а пізніше - селекції пеляді.

Розвитку селекційних робіт сприяли успіхи у вивченні генетичних особливостей об'єктів розведення. На основі загальних принципів селекції

та з урахуванням даних по генетиці риб в 50-60-х роках були розроблені перші рекомендації щодо методів селекції та системи організації племінної роботи в рибництві. До цього часу остаточно склалися уявлення про необхідність створення в галузі спеціалізованих селекційно-племінних господарств та впровадження дволінійного розведення, що дозволяє використовувати ефект гетерозису. У 60-70-х роках намітилися помітні успіхи в розробці генетичних методів селекції риб - індукованого гиногенезу і мутагенезу.

Дослідження у племінній справі протягом тривалого часу були спрямовані насамперед на розробку біотехніки вмісту ремонту та плідників коропа, способів проведення, бонітування маточних стад в промислових господарствах. Починаючи з 60-х років, поряд з подальшим розвитком цих робіт, виникла необхідність проведення досліджень, пов'язаних з впровадженням нової технології і нових форм товарного рибництва (зокрема, заводського методу відтворення, полікультури, господарств індустріального типу та ін.)

### *Питання для самоперевірки до розділу 1*

1. В яких роках та ким були зроблені перші спроби селекції ставового рибництва?
2. Який внесок радянських вчених у селекційно-племінну справу у рибництві?
3. Як пов'язані розвиток селекційних та генетичних робіт у рибництві?
4. На що були спрямовані дослідження у селекційно-племінній справі у рибництві?

## 2 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ТА ЦІЛІ СЕЛЕКЦІЇ

В селекційній роботі з рибами доводиться вирішувати зазвичай дві основні задачі: поліпшення продуктивних якостей об'єкта розведення та створення порід, пристосованих до конкретних умов культивування. Розмежування цих двох завдань умовне, оскільки в будь-якому випадку мова йде про поліпшення продуктивності і товарних якостей на тлі конкретних умов вирощування.

Можливі різні шляхи підвищення продуктивності. Основними є прискорення темпу росту за рахунок більш повного використання природної їжі і штучного корму на приріст, підвищення життєздатності риб, у тому числі підвищення їх стійкості до несприятливих умов середовища і до хвороб. Сюди ж відноситься і ряд ознак, що характеризують якість товарної продукції (забійний вихід, жирність м'яса, костистість і т. д.).

Нижче наводяться найважливіші напрями селекції об'єктів товарного рибництва

### *Об'єкт селекції*

### *Напрями селекції*

Короп	Підвищення ефективності використання корму, швидкості росту, загальної життєздатності, стійкості до найбільш небезпечних хвороб (краснуха, ВПП, зяберні захворювання); створення порід, пристосованих до різних зонально-кліматичних умов; створення порід, пристосованих до заводської технології, в тому числі до культивування в установках із замкнутим водопостачанням.
Форель	Підвищення використання корму, швидкості росту, загальної життєздатності та стійкості до хвороб; підвищення плодючості.
Рослиноїдні риби	Пристосованість до факторів доместикації (в тому числі до заводського відтворення), прискорення статевого дозрівання, змінення строків сезонного дозрівання.
Пелядь	Пристосованість до факторів доместикації, підвищення швидкості росту, загальної життєздатності, змінення строків сезонного дозрівання.
Осетрові	Пристосованість до факторів доместикації, прискорення статевого дозрівання, підвищення темпу росту.

*Поліпшення ознак продуктивності, і в першу чергу підвищення темпу росту, є провідним напрямком селекції в роботах з більшістю об'єктів розведення.*

*Не менш важливе значення має вирішення другого завдання - створення комплексу спеціалізованих порід, пристосованих до різних умов розведення.*

*При ставковому вирощуванні особливе значення має пристосованість риб до певних температурно-кліматичних умов різних районів. Так, у північних районах рибництва (і частково в помірній зоні) головним завданням є підвищення загальної холодостійкості і особливо зимостійкості. При розведенні в південних районах виникає необхідність підвищення стійкості риб до високих температур. Зональні відмінності стосуються і таких важливих екологічних факторів, як гідробіологічний і гідрохімічний режими ставків, особливості токсикологічної обстановки та епізоотологічної ситуації.*

*При селекції ставкових риб в специфічних умовах індустріальних господарств на перший план висувається завдання підвищення стресостійкості, пристосованості до надзвичайно високої щільності посадки в порівняно невеликих ємностях при харчуванні майже виключно штучними кормами.*

*У роботах з порівняно новими об'єктами товарного рибництва (рослиноїдні, сигові, осетрові і т. п.) провідним напрямком є підвищення пристосованості до факторів доместикації. Важливе значення при цьому має здатність риб нормально рости і розмножуватися в нових екологічних умовах, які можуть істотно відрізнятися від природного середовища існування освоюваного виду.*

*У роботах з деякими видами риб велика увага приділяється поліпшенню репродуктивних ознак, пов'язаних з відтворювальною здатністю.*

*Селекція за іншими ознаками - екстер'єрними та за деякими фізіологічними показниками - має допоміжне значення і спрямована в основному на вирішення зазначених вище завдань.*

## **2.1 Порода та внутрішньопорідна структура у рибництві**

В процесі одомашнення вид диференціюється на окремі різновиди, звані **породами**. За прийнятим в зоотехнології поняттям **порода** - це досить численна група сільськогосподарських тварин одного виду, спільного походження, що склалася під впливом спрямованої діяльності людини в конкретних умовах і характеризується певними фізіологічними

та морфологічними властивостями, які стійко передаються у спадок. Таке визначення породи в принципі застосовне і до риб, хоча у відповідності зі сформованими в рибництві уявленнями порода риб не обов'язково повинна бути однорідна і може складатися з декількох груп різного походження, які паралельно селекціонуються і називаються **відводками**.

Порода та її складові структурні одиниці являють собою ізольовані популяції з відносно стійкою генетичною структурою. Генетичною характеристикою породи є частота генів; при цьому можливі й якісні відмінності - наявність або відсутність певних генів. Фактор ізоляції, а також спрямований відбір призводять до підвищення рівня гомозиготності, але лише до певної межі. Основна частина генів навіть після тривалої селекції залишається в поліморфних станах. Гетерогенність породи зумовлює її пристосованість до варіюючих умов середовища, забезпечує можливість подальшої селекції.

Формування породи як генетично збалансованої системи відбувається під впливом природного і штучного відбору. Підвищення інтенсивності штучного відбору прискорює цей процес. Проте надмірно жорсткий відбір в одному напрямку, а також застосування тісного інбридингу можуть, навпаки, перешкоджати утворенню оптимально збалансованої системи і тим самим стримувати процес формування породи.

Кожна порода індивідуальна в тому сенсі, що вона створюється для певної технології розведення та вирощування. Немає і не може бути універсальних порід, однаково продуктивних за будь-яких умов. Як зазначалося вище, використання високопродуктивних добре відселекціонованих порід в умовах примітивної технології, як це часто буває в рибництві, не може дати доброго результату. Це положення необхідно враховувати при підборі породного матеріалу для розведення.

Важливою характеристикою породи є її **чисельність**. Велика чисельність породи необхідна для запобігання інбридингу і підтримки оптимального рівня генетичної мінливості розведення стад.

Породи мають, як правило, досить широкий ареал, усередині якого можуть істотно варіювати екологічні умови, особливості технології вирощування і т. п. Тому порода повинна бути достатньо пластичною, що забезпечується формуванням внутрішньопородної структури (рис. 2.1). Розчленування породи на субпопуляції (внутрішньопородні й екологічні типи, відводки, лінії) дозволяє спеціалізувати напрями селекції, зберігаючи достатню гетерогенність породи в цілому.

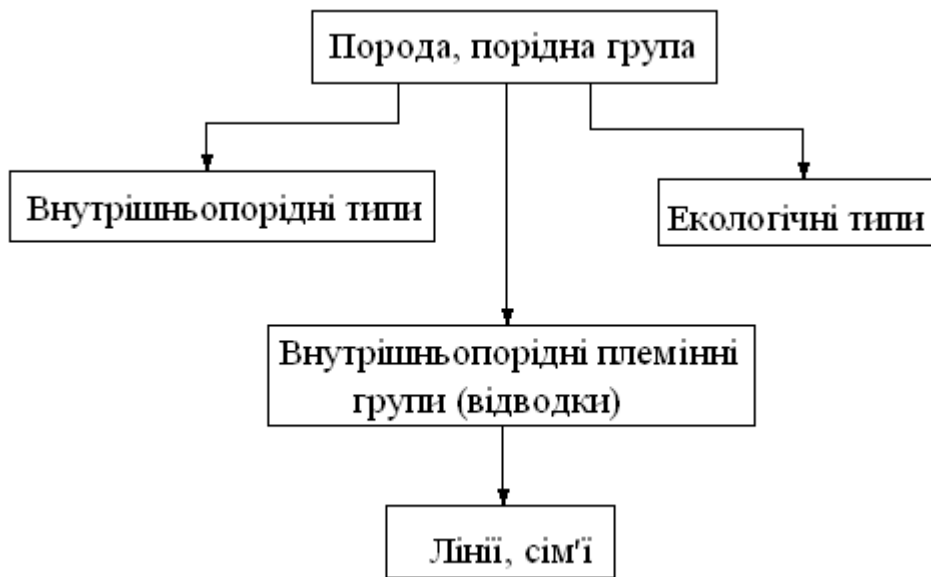


Рис. 2.1 – Внутрішньопородна структура риб.

**Внутрішньопородні типи** – це *внутрішньопородні групи*, що мають основні ознаки породи, але відрізняються один від одного за деякими господарсько-цінними ознаками та біологічними особливостями. Розчленування на внутрішньопородні типи може здійснюватися з самого початку селекційної роботи або після створення породи. В останньому випадку в якості вихідного матеріалу для породних типів поряд з племінним матеріалом самої породи можуть залучатись інші породи або породні групи.

**Зональний (екологічний) тип** передбачає екологічне розчленування породи. Зональні типи однієї і тієї ж породи (або одного і того ж внутрішньопородного типу) мають спільне походження і відрізняються один від одного в основному пристосованістю до специфічних умов конкретних зон. Прикладом такого диференціювання породи може служити диференціювання українських порід коропа на антонінські, белоцерковні, донецькі та інші екологічні типи. В ході селекції внутрішньопородних і зональних типів посилюється дивергенція таких внутрішньопородних популяцій, а на певному етапі вони можуть бути визнані самостійними породними групами, а потім і породами.

**Відводками** у рибництві називають генетично відокремлені племінні групи всередині породи. На початковому етапі селекції як вихідний матеріал для відводок використовують існуючі породи, породні групи або безпородні (найчастіше аборигенні) популяції, а також їх помісі. Надалі кожен відводку відтворюють окремо і підтримують "в чистоті". В ході селекції іноді застосовують схрещування відводок між собою або з якими-небудь іншими групами "зі сторони". Отримані нові племінні групи також

називають *відводками*. Зазвичай закладають кілька внутрішньопородних відводок; надалі їх число скорочують, вибираючи найбільш перспективні, до кінця селекції зберігають не більше трьох-чотирьох відводок.

Внутрішньопородні відводки можуть відрізнятися одна від одної за комплексом морфологічних ознак, лускатого покриву, забарвленням, екстер'єрними показниками і т. п. Однак у зв'язку із загальним напрямом селекції та подібними умовами вирощування відселекціоновані відводки зазвичай подібні за найважливішими господарсько-цінними властивостями, характерними для породи в цілому або для певного внутрішньопородного типу.

Внаслідок репродуктивної ізоляції відводки можуть істотно відрізнятися один від одного за генетичною структурою і завдяки цьому відбувається *ефект гетерозису* при схрещуванні один з одним.

**Лінією** в риборівництві звичайно називають групу риб, які мають спільне походження і характеризуються порівняно високим ступенем інбридингу (інбредні лінії). Родоначальниками лінії можуть бути одна або декілька пар плідників. В останньому випадку число плідників, які підбираються для відтворення, має бути невелике (п'ять-шість пар), що дозволяє досягати необхідного ступеня інбридингу за відносно невелике число поколінь.

Іноді лініями називають також групи риб, створювані на основі подальшого розчленування племінних відводок. У цьому випадку лінія означає найбільш дрібну внутрішньопородну структурну одиницю. Так, наприклад, на базі однієї й тієї ж відводки можуть закладатися лінії, що розрізняються за лускатим покривом, забарвленням і т.п. Іноді закладають лінії із застосуванням будь-яких спеціальних методів, наприклад, за допомогою індукованого мутагенезу (*мутагенні лінії*) та індукованого гіногенезу (*гіногенетичні лінії*).

**Сім'єю** в риборівництві називають потомство пари або одного гнізда (одна самка й два самці) плідників. У разі парних схрещувань всі особини в потомстві є братами і сестрами (**сібси**). Іноді сім'ю отримують від схрещування особини однієї статі (самки або самця) з декількома особинами протилежної статі. У цьому випадку сім'я представлена **сібсами** і **нівсібсами**.

## 2.2 Основні ознаки риб, що використовуються при селекції

### 2.2.1 Екстер'єрні ознаки

До **екстер'єрних ознак**, що враховуються при селекції, відносяться характер статури, забарвлення зовнішніх покривів, тип лускатого покриву (у коропа), відсутність зовнішніх дефектів.

**Статура** - співвідношення розмірів різних частин тіла, враховується при селекції практично всіх тварин.

Для отримання показників, що характеризують статуру риб, визначають довжину тіла  $l$  (від кінця риля до кінця лускатого покриву), довжину голови  $C$  (від кінця риля до кінця зябрової кришки), найбільшу висоту тіла  $H$ , найбільшу ширину тіла  $B$  і найбільший обхват тіла  $O$ . На основі отриманих даних розраховують відповідні **селекційні індекси**:

**коефіцієнт вгодованості** ( $K_y = \frac{P}{l \cdot 3 \cdot 100}$ ), **відносну довжину голови** ( $C/l, \%$ ), **відносну висоту тіла** ( $l/H$ ), **відносну ширину тіла** ( $B/l, \%$ ) і **відносний обхват** ( $O/l, \%$ ).

В процесі одомашнення і селекції риб (особливо коропа) показники статури сильно змінилися. Культурним формам, відселекціонованим за темпом росту, властиві більш високоспинна, округла форма тіла, високе значення індексів  $K_y$ ,  $B/l$ ,  $O/l$  при відповідно меншому значенні показника  $l/H$ .

Така ж закономірність виявлена Г. Шпетом при порівняльному аналізі ознаки "округлість" у різних видів риб: найбільш високі значення даного індексу мають порівняно швидкозрілі види (лящ, густера, сазан, вобла), в той час як повільно зростаючі види (форель, в'юн, оселедець) мають більш довгасту форму тіла.

У ряді випадків у коропа виявлено кореляцію між формою тіла й ознаками продуктивності: темпом росту, здатності до виживання, плодовитістю. Разом з тим у ряді інших досліджень достовірних зв'язків між екстер'єрними показниками та ознаками продуктивності не виявлено.

Позитивна кореляція між високоспинною формою тіла і ростом у риб зберігається лише до певної межі. Надмірна "високоспинність" може бути пов'язана з **анатомічним дефектом** - викривленням хребта, що, в свою чергу, веде до зниження життєздатності та темпу росту. Прикладом може служити айшгрудський короп: посилена селекція на високоспинну (округлу) форму тіла призвела до ослаблення життєздатності і подальшої втрати цієї цінної породи.

Таким чином, для кожної породи і породної групи повинен бути свій стандарт за ознаками статури, в межах якого відбір може давати позитивні результати. Вихід за межі цього стандарту в ту чи іншу сторону може призвести до порушення функціональних систем організму і, отже, до зниження продуктивності. Визначення такого стандарту є обов'язковим для всіх наявних і створюваних порід риб.

**Різноманітність за типом лускатого покриву відома у коропа.**

З господарської точки зору більш бажані риби з меншою кількістю лусок на тілі. У зв'язку з цим особливо привабливі голі коропа, але вони



мають знижену продуктивність. Тому важливе значення має виведення малолускатих форм розкиданого коропа, який характеризується майже повною редукацією лускатого покриву. Такі, наприклад, сучасні німецькі коропа. Порівняно мало луски мають українські рамчаті коропа.

Малолускаті коропа дають дещо більший вихід м'ясної продукції в порівнянні з лускатими (питома вага луски в останніх становить приблизно 5% маси тіла риби). При відсутності луски спрощується процес технологічної обробки риб. Коропа, позбавлені луски, практично не хворіють філометроїдозом, менше схильні до захворювання на краснуху, на них слабкіше позначаються наслідки травматизації (призводять до втрати луски). Останнє особливо важливо при вирощуванні риб в садках і басейнах.

Разом з тим повна заміна лускатого коропа малолускатою формою навряд чи доцільна. Лускаті коропа відрізняються більш високою холодостійкістю і зимостійкістю. Тип лускатого покриву можна використовувати як мітку, що істотно спрощує завдання підтримки в чистоті неспоріднених груп, використовуваних в господарствах для промислової гібридизації.

Забарвлення тіла має безпосереднє селекційне значення тільки у акваріумних риб. При роботі зі ставковими рибами відбір яскраво-забарвлених особин небажаний, оскільки в цьому випадку риби стають більш помітними і тим самим збільшується небезпека їх винищення рибоїдними птахами.

Деякі гени забарвлення можуть являти інтерес в зв'язку з позитивною плейотропною дією на господарсько-важливі ознаки. Так, ген *L*, що зумовлює більш спокійний характер поведінки у коропа, може виявитися корисним при розведенні коропа в заводських умовах.

Відмінності за забарвленням, як і за лускатим покривом, використовують для генетичного маркування різних племінних груп. Створення ліній, що розрізняються за забарвленням, передбачено, зокрема, в роботах зі середньоросійським коропом.

### **2.2.2 Інтер'єрні ознаки та фізіологічні показники**

Для оцінки селекційного матеріалу використовують такі ознаки: будову осьового скелета і кількість хребців, відносну довжину кишечника, особливості морфології плавального міхура, а також дві інтер'єрні ознаки, що характеризують якість продукції (вміст жиру і число міжм'язових кісточок). Складність робіт з усіма цими ознаками (як і з іншими інтер'єрними показниками) полягає в труднощах їх прижиттєвої оцінки. Іноді для цієї мети використовують рентгенівські установки.

**Відносна довжина кишечника** ( $In/l, \%$ ) є одним з найважливіших показників, з яким пов'язані особливості травлення риб. Величина цього індексу у культурного коропа значно вища, ніж у сазана. Відмінності за цією ознакою спостерігаються також у різних порід і породних груп культурного коропа, при цьому відселекціоновані групи відрізняються більшою довжиною кишечника.

**Співвідношення довжин камер** (передньої і задньої) плавального міхура може використовуватись в селекційних роботах з коропом як діагностична ознака для оцінки частки спадковості амурського сазана. У амурського сазана задня камера плавального міхура добре розвинена і дещо довша за передню. У коропа, навпаки, задня камера вкорочена. Редукція задньої камери дуже сильно виражена в українських коропів.

**Фізіологічні ознаки** поки що не знайшли широкого використання у селекційній роботі з рибами. Деякі з них являють інтерес як можливі фізіологічні тести на продуктивність. До числа таких ознак відносяться гематологічні показники, стійкість до гіпоксії, рівень обміну та ін.

Встановлено, що дволітки коропа, які відстають у рості, характеризуються відносно невисоким вмістом гемоглобіну в крові. Однак найнижче значення цього показника мають особливо великі риби. Таким чином, інтенсивний відбір за масою тіла без урахування гематологічних показників може призвести до небажаних наслідків, а саме, до зниження загальної життєздатності риб, пов'язаної з анемією.

Особини з підвищеним рівнем гемоглобіну відрізняються більшою стійкістю до кисневого голодування. Спеціальними дослідженнями встановлено, що у коропа стійкість до гіпоксії тісно корелює з життєздатністю, а в деяких випадках і з швидкістю росту.

Стійкі до дефіциту кисню особини мали підвищений вміст сухої речовини в м'язах; вони відрізнялися також більш високою активністю ферменту цитохромоксидази і підвищеною бактерицидною активністю сироватки крові, що свідчить про підвищення загальної (неспецифічної) стійкості організму.

Стійкість до гіпоксії є вельми стабільною ознакою.

У ряді досліджень виявлено зв'язок племінних якостей плідників з інтенсивністю загального обміну. У дослідях Р.А. Калинич зі співавторами ікра, отримана від самок з високим рівнем дихання, мала більш високий відсоток запліднення (на 5-17%); більш високою (на 9%) була маса ембріонів, які вилупилися при зниженому (на 8-10%) числі потворних особин серед них. Личинки - нащадки самок з високою інтенсивністю дихання також мали підвищений обмін, через що тривалість їх життя в умовах повного голодування виявилася нижче. При вирощуванні в садках потомство від цих самок мало перевагу перед потомством від самок з більш низьким рівнем дихання по виживаності та по росту.

Виявлена кореляція між швидкістю росту і життєздатністю і деякими чітко успадкованими типами білків. Однак, зв'язок біохімічних маркерів з показниками продуктивності носить нестійкий характер і залежить від конкретного поєднання генетичних факторів та умов вирощування риб.

### 2.2.3 Успадковані зовнішні якісні ознаки

Під **якісними ознаками** розуміють альтернативні контрастуючі особливості. Мінливість за такими ознаками виражена в обмеженому числі чітко розрізняючихся дискретних типів. Розглянемо спадкування деяких якісних ознак у об'єктів товарного рибництва.

**Генетика лускатого покриву** у коропа. Серед культурних коропів зустрічаються 4 різних типи: лускаті, розкидані, лінійні і голі. Фенотипічні відмінності між зазначеними типами виражені, як правило, дуже чітко (рис. 2.2).

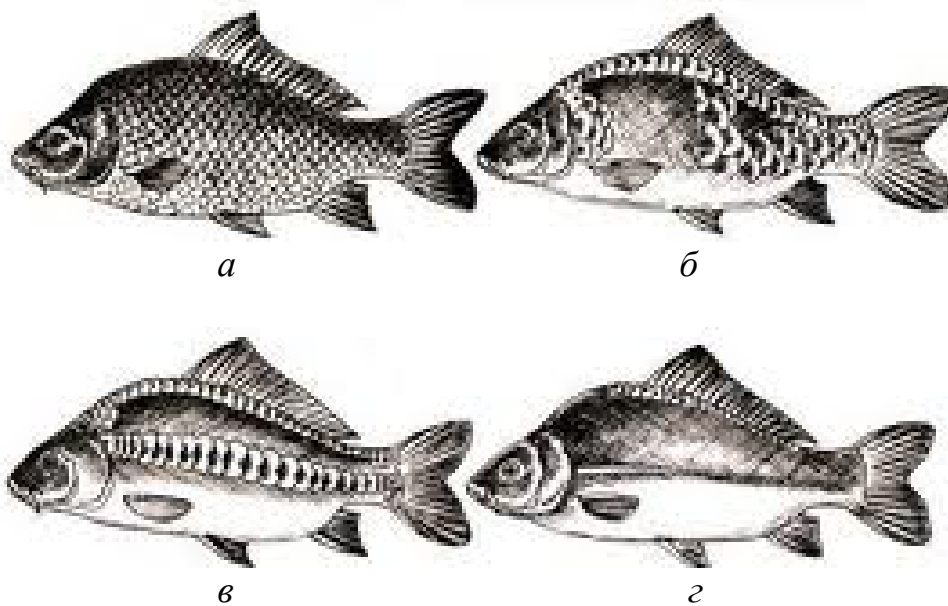


Рис. 2.2 – Коропи з різним типом лускатого покриву:  
а – лускатий; б – розкиданий; в – лінійний; г – голий

**Лускаті коропи** (подібно до своїх диких предків - сазанів) мають суцільний лускатий покрив; луска утворює на тілі правильні ряди. У трьох інших типів спостерігається редукція лускатого покриву. **Розкидані коропи** тільки частково вкриті лускою з неправильним ("розкиданим") розподілом лусок по тілу. **Лінійні коропи** характеризуються наявністю рівного ряду крупної луски уздовж бічної лінії, окремі лусочки наявні у основ плавників. У **голих коропів** редукція лускатого покриву виражена

найбільш сильно. Тіло голих коропів майже повністю вільне від луски; окремі лусочки, як і у лінійного коропа, зустрічаються у основ плавників. Відсутність у голих коропів лускатого покриву компенсується більш щільним шкірним покривом.

Закономірності успадкування різних типів лускатого покриву були вивчені В.С. Кирпичниковим, Є.І. Балкашиновим і К.А. Головінською ще в 30-і роки. Встановлено, що тип лускатого покриву визначається двома не зчепленими (розташованими в різних хромосомах) **аутосомними генами**, кожен з яких представлений двома **алелями** (домінантним і рецесивним:  $Ss$  і  $Nn$ ). Поєднання алелей двох генів наступним чином визначає тип лускатого покриву:  $SSnn$ ,  $Ssnn$  - лускаті,  $ssnn$  - розкидані,  $SSNn$ ,  $SsNn$  - лінійні,  $ssNn$  - голі.

Домінантний алель  $N$  в гомозиготному стані має летальний ефект, який проявляється на пізніх ембріональних стадіях і в період вилуплення. Таким чином, схрещування коропів-носіїв гена  $N$  дає в потомстві 25% нежиттєздатних гомозигот  $NN$ .

Розкидані, лінійні і голі коропи являють собою мутантні форми, що виникли в ході еволюції в результаті мутацій генів:  $S > s$  і  $n > N$ .

Розкидані і лінійні коропи дуже мінливі за кількістю лусок і характером їх розподілу. У деяких розкиданих особин тіло може бути повністю покрите лускою, однак у таких риб на відміну від лускатих коропів луска не утворює правильних рядів; інші розкидані коропи, навпаки, характеризуються відсутністю луски і схожі на голі. В українського рамчатого коропа (різновид розкиданого типу) луска оздоблює тіло, утворюючи своєрідну "рамку". Серед лінійних зустрічаються коропи, які мають один або кілька додаткових рядів луски, що йдуть паралельно основному ряду бічної лінії. Такі особини схожі на багатолускатих розкиданих, і навіть, лускатих коропів. Ідентифікація цих форм здійснюється за додатковими морфологічними ознаками.

Є відомості, що мінливість "всередині" розкиданого і лінійного типів залежить від наявності генів-модифікаторів, які змінюють фенотипічні прояви "основних" генів лускатого покриву, а також і від умов середовища.

Відомості з генетики лускатого покриву дозволяють прогнозувати результати будь-якого схрещування. При сприятливих умовах вирощування фактичний склад нащадків зазвичай відповідає або близький до теоретично очікуваного.

У селекційній практиці часто виникає необхідність у визначенні генотипу лускатих або лінійних коропів по гену  $S$  (тобто в ідентифікації гомо-і гетерозигот). Це завдання вирішується шляхом схрещування лускатих і лінійних коропів з розкиданими ( $ss$ ). Відсутність у потомстві від такого схрещування розкиданих коропів (при перевірці лінійних -

розкиданих і голих) свідчить про гомозиготності, що виявляється у плідника по гену *S*. Відбір тільки гомозиготних лускатих коропів (*SSnn*), виявлених за допомогою аналізу схрещування, дозволяє в подальшому позбутися вищеплення розкиданих особин.

Гени лускатого покриву роблять сильний вплив на багато інших ознак, зумовлюючи в цілому дуже великі відмінності між коропами чотирьох зазначених типів. Перелік ознак, за якими коропи з різним типом лускатого покриву виявляють відмінності, включає близько 29 різних показників, в тому числі морфологічні відмінності, біохімічні та фізіологічні особливості, показники продуктивності. Особливо великі розходження між лускатими і розкиданими коропами (без гена *N*) і лінійними і голими (носіями гена *N*). В цілому у лінійних та голих коропів спостерігаються численні відхилення від дикого типу і зниження життєздатності.

Ряд морфологічних ознак, і перш за все число м'яких променів у плавцях, використовують в якості додаткових діагностичних ознак в тих випадках, коли ідентифікація особини тільки за типом лускатого покриву ускладнена (наприклад, у багатолускатих розкиданих і лінійних коропів). Для лінійних і голих коропів (носіїв гена *N*) характерні недорозвинення і зменшення числа м'яких (гіллястих) променів в анальному і спинному плавцях (рис. 2.3). Анальний плавець має у них зазвичай 4 гіллястих променя (замість п'яти у лускатих і розкиданих). При крайньому ступені редукції зазначені плавники практично відсутні, а жорсткі промені, що залишилися, утворюють подобу кукси. Редукція спинного і анального плавців служить безперечним доказом присутності гена *N*.



Рис. 2.3 – Випадки редукції спинного плавника у лінійних та голих коропів.

З рибогосподарської точки зору найбільш важливі відмінності чотирьох генетичних груп коропа за показниками продуктивності - росту і виживання. При вирощуванні в ставкових умовах більш продуктивними зазвичай виявляються лускаті і розкидані коропа; за швидкістю росту голі і лінійні поступаються їм на 15-20%. Відмінності по життєздатності посилюються при несприятливих умовах. Дефіцит лінійних і голих коропів в цьому випадку може приводити до помітного відхилення в розщепленні (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Співвідношення цьоголіток коропа з різним типом лускатого покриву при вирощування з різних умовах (нащадки від схрещування: ♀ лускатих  $Ssnn$  × ♂ голих  $ssNn$ )

Умови	Фенотипи, %			
	Лускаті	Розкидані	Лінійні	Голі
Хороші	27,8	25,4	24,4	22,4
Середні	34,8	29,4	18,4	17,4
Погані	38,4	36,5	14,0	11,1

Дані про низькі продуктивні якості лінійних і голих коропів дозволили ще в 40-х роках поставити питання про необхідність вибракування цих форм з маточних стад промислових господарств. Згодом голі і лінійні коропа були практично повністю вилучені з маткових і ремонтних стад. Разом з тим завдяки деяким фізіологічним особливостям і характеру поведінки голі коропа можуть становити інтерес, зокрема при розведенні в садках і басейнах тепловодних господарств.

Генетична мінливість по фарбуванню тіла у коропа (як і в інших риб) пов'язана з мутаціями генів, що впливають на синтез пігментів або на структуру пігментних клітин. Генетичний аналіз показав, що ряд типів забарвлення контролюється аутосомним генами, не зчепленими один з одним і з генами лускатого покриву.

Лускатий короп і сазан зазвичай мають сріблясто-сіре із зеленуватим відлиском забарвлення тіла, більш темне з боку спини і майже біле з боку черевця. У форм з редукованим лускатим покривом (розкидані, лінійні і голі) забарвлення шкіри зеленувато-або жовтувато-коричневе. Поряд з такими "нормальними" рибами зустрічаються коропа зі зміненим забарвленням - хромистим.

У коропових стадах різних країн зустрічаються блакитні коропа. Схрещування блакитних коропів один з одним дає в потомстві тільки блакитних риб. Таким чином, блакитні коропа завжди гомозиготні по мутантно рецесивному гену забарвлення. Попри подібний фенотипичний

ефект, блакитні коропа виникали в різних випадках у результаті мутацій різних генів, які охоплюють як  $bD$ ,  $bp$  і  $b$ . Відповідно до зазначеної символіки генотипи блакитних коропів позначені як  $bDbD$ ,  $bpbp$  і  $bb$ . Плейотропний ефект виявлений тільки у генів  $bp$  і  $b$ . Блакитні коропа  $bpbp$  на 1-му році життя ростуть краще звичайних риб, а потім відстають від них; коропа  $bb$  характеризуються уповільненим темпом росту і зниженою здатністю до виживання.

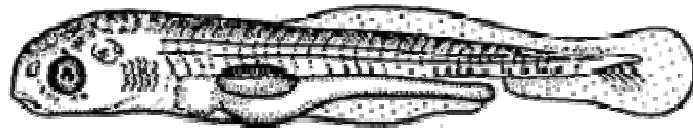
Відомі коропа із золотим і срібним забарвленнями. Обидва ці типи, як і блакитний, є простими рецесивними ознаками. Гени золотого ( $g$ ) і срібного ( $gr$ ) забарвлень, як і ген блакитного забарвлення  $b$ , негативно впливають на ріст.

Детально вивчено кілька мутантних типів забарвлення у японських коропів, в тому числі блакитний, помаранчевий, світлий і ознака "малюнок".

Виникнення блакитного забарвлення у японських коропів пов'язано з відсутністю жовтого пігменту в ксантофорах. Схрещування блакитного коропа із звичайним (темним) коропом дає в потомстві риб зі звичайним забарвленням, що вказує на рецесивний характер успадкування блакитного забарвлення і у японських коропів. Генотип блакитних риб позначений як  $rr$ , звичайних- $RR$ . При схрещуванні гібридів першого покоління  $F1$  ( $RrxRr$ ) в потомстві спостерігається розщеплення на темних і блакитних риб в співвідношенні, близькому до 3:1.

Помаранчеве забарвлення спричинене відсутністю пігментних клітин - **меланофор** (останнє призводить до посиленого синтезу жовтогарячого пігменту в ксантофорах). Як показав генетичний аналіз, ця ознака контролюється двома рецесивними (дуплікатними) генами:  $b1$  і  $b2$ . Таким чином, генотип помаранчевих риб  $b1b1b2b2$ . Схрещування помаранчевих риб із звичайними ( $b1b1b2b2 \times B1B1B2B2$ ) дає нащадків із звичайною забарвленням - гетерозигот по обом генам:  $B1b1B2b2$ . У другому поколінні  $F2$  спостерігається розщеплення на звичайних і помаранчевих особин в співвідношенні, близькому до 15:1. У аналізуючому схрещуванні ( $B1b1B2b2 \times b1b1b2b2$ ) співвідношення звичайних і помаранчевих особин близько до теоретично очікуваного - 3:1.

Зміна пігментації під дією генів  $b1$  і  $b2$  проявляється вже на ембріональних стадіях. Гомозиготи  $b1b1b2b2$  повністю (за винятком очей) позбавлені пігментних клітин і виглядають прозорими (рис. 2.4); помаранчеве забарвлення з'являється у них на більш пізніх стадіях.



*a*



*б*

Рис. 2.4 – Ембріони коропа:

*a* – не пігментований «прозорий»; *б* – зі звичайною пігментацією.

Помаранчеві коропа в порівнянні зі звичайними характеризуються уповільненим темпом росту і зниженої здатності до виживання.

Поєднання генів помаранчевого та блакитного забарвлень ( $b1b1b2b2rr$ ) призводить до появи білого забарвлення. Білі особини характеризуються сильно зниженим виживанням і повільним ростом. Більша частина з них гине до досягнення статевої зрілості.

Світле забарвлення і малюнок, на відміну від попередніх типів забарвлення, є домінантними ознаками і проявляються у гібридів першого покоління.

Світлі коропа характеризуються стійкою концентрацією меланіну в центрі меланофорах і в зв'язку з цим схожі на звичайних коропів, тривалий час витриманих на світлому фоні (рис. 2.5). Ознака "світле забарвлення" контролюється домінантним геном ( $L$ ), що володіє летальним ефектом у гомозиготному стані. При схрещуванні світлих коропів ( $Ll \times Ll$ ) в потомстві спостерігається розщеплення на світлих і звичайних темних риб, яке спочатку (на личинкових та малькових стадіях) близько до 3:1. Надалі відносне число світлих коропів зменшується, при цьому в першу чергу гинуть дуже світлі особини, гомозиготи  $LL$  (за орієнтовними підрахунками вони становлять на ранніх стадіях близько 20%). У цьоголіток  $F2$  при сприятливих умовах вирощування співвідношення світлих ( $Ll$ ) і темних ( $ll$ ) риб буває близько до теоретично очікуваному 2:1, але в більшості випадків кількість світлих риб виявляється менше очікуваного.



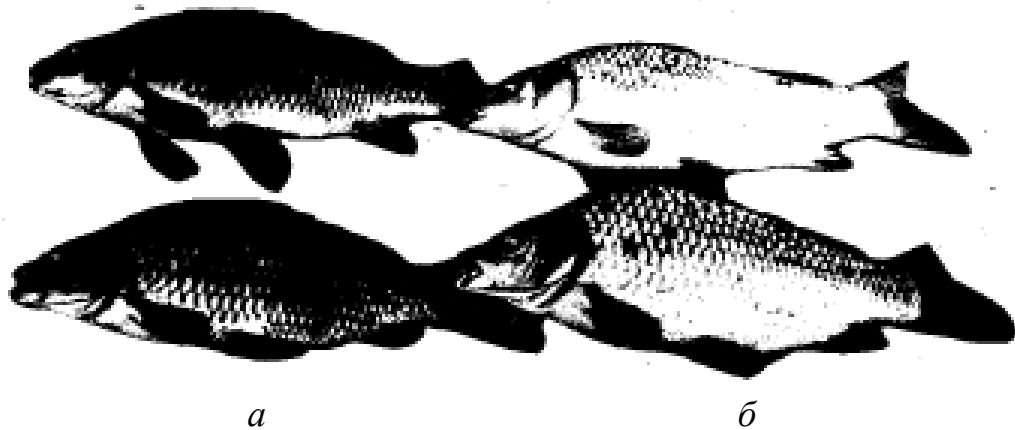


Рис. 2.5 – Цьоголітки коропа:  
а – звичайні темні; б – світлі.

Ген світлого забарвлення впливає на багато інших ознак; росту (світлі коропа дещо більші за темних), екстер'єрні та інтер'єрні морфологічні ознаки, фізіологічні показники. Світлі коропа відрізняються також більш спокійною поведінкою і при утриманні в басейнах швидко звикають до людини.

Риби з малюнком характеризуються наявністю своєрідного світло-жовтого орнаменту на голові і такого ж кольору (але більш яскравого) смуги вздовж основи спинного плавця.

Дана ознака контролюється одним домінантним геном ( $D$ ). При схрещуванні особин з малюнком (гомозигот  $DD$ ) і без малюнка ( $dd$ ) усі особини в  $F_1$  мають малюнок. У схрещуванні  $Dd \times Dd$  і при аналізуючому схрещуванні ( $Dd \times dd$ ) спостерігаються співвідношення Менделя - відповідно 3:1 і 1:1.

В порівнянні із звичайними рибами коропа мають меншу відносну довжину голови. Виявлено негативний вплив, гена  $D$  на зимостійкість. При спільній зимівлі виживаність коропів з малюнком нижча, ніж у звичайних коропів, на 5-20% у годовиків і на 5-10% у дволіток.

Вплив генів  $L$  і  $D$  на багато ознак має протилежну спрямованість.

Спадкові зміни забарвлення відомі і в інших видів ставкових риб.

У райдужної форелі *Salmo gairdneri* зустрічаються кілька мутантних типів забарвлення: альбінізм, золотисте забарвлення, забарвлення паломіно (темно-жовте) і блакитне металеве забарвлення.

Альбінізм пов'язаний з порушенням синтезу чорного і червоного пігментів. Риби-альбіноси мають непігментоване (прозоре) забарвлення шкіри і червоні очі (останнє зумовлено просвічуванням кровоносних судин через позбавлену пігменту райдужну оболонку очей). Альбінізм контролюється одним рецесивним геном  $a$ . Схрещування альбіносів один з одним дає в потомстві тільки альбіносів; у другому поколінні

співвідношення нормальних риб і альбіносів зазвичай близько до 3:1, при аналізуючому схрещуванні - 1:1.

Золотисте забарвлення у форелі є полудомінантною ознакою. Золотисті риби завжди гомозиготних по мутантного гену  $G$  (генотип  $GG$ ). Гетерозиготи (риби з генотипом  $Gg$ ) мають проміжний тип забарвлення - темно-жовте (паломіно).

При схрещуванні золотистих форелей із звичайними ( $GG \times gg$ ) усі особини  $F1$  мають забарвлення паломіно, в  $F2$  від схрещування  $Gg \times Gg$  відбувається розщеплення на три фенотипічних класу: звичайні риби ( $gg$ ), паломіно ( $Gg$ ) і золотисті ( $GG$ ) у співвідношенні 1 : 2:1.

Золотисті риби, як і альбіноси, менш активні, ніж звичайна райдужна форель. Вони мають негативний фототаксис (уникають світла) і, за попередніми даними, гірше ростуть.

Блакитне металеве забарвлення проявляється у риб у віці 255-640 днів при утриманні їх в умовах помірного освітлення. Цей тип забарвлення успадковується як рецесивна ознака з неповною пенетрантністю (тобто проявляється не у всіх носіїв відповідного гена), на що вказує сильне варіювання частки забарвлених риб в однотипних схрещуваннях. Так, при схрещуванні двох забарвлених форелей тільки 91% нащадків мали у віці 300 днів блакитне металеве забарвлення; при схрещуванні гетерозиготних по гену забарвлення особин забарвлені риби становили 46%, а звичайні 54%.

Риби з блакитним металевим забарвленням ростуть краще звичайних форелей. Середня маса у мутантних годовиків виявилася на 23% вище, ніж у звичайних риб.

У американського каналного сомика *Ictalurus punctatus* також виявлені альбіноси. Як і у форелей, альбінізм у сомиків контролюється одним геном  $a$  й успадковується як проста рецесивна ознака. Сомики-альбіноси характеризуються зниженими виживанням і темпом росту; вони менш плодовиті і дають дрібну ікру.

Поряд з чітко вираженою ознакою співвідношення Менделя у ставкових риб зустрічаються різноманітні відхилення від норми, які, хоча і носять спадковий характер, важко піддаються генетичному аналізу (так звані фенодевіанти). До числа подібних аномалій відносяться різні каліцтва голови (мопсовидність та ін.), плавників і хребта, редукція очей і багато інших дефектів. Такі відхилення можуть бути пов'язані і з різними зовнішніми причинами, однак, важливе значення при цьому має спадкова схильність риб. Число фенодевіантів збільшується при інбридингу. Частота виникнення фенодевіантів є одним з показників послаблення спадкової конституції матеріалу, який селекціонується.

## 2.2.4 Успадковані біохімічні відмінності

Молекулярною основою біохімічного поліморфізму є **мутації генів**, які ведуть до зміни послідовності амінокислот у поліпептидному ланцюзі, складовою первинну структуру білкової молекули. В результаті цього утворюються білки, подібні по своїй основній функції, але різняться деякими властивостями - теплостійкістю, ферментативною активністю, електричним зарядом і т. д.

Успіхи у вивченні біохімічної генетики пов'язані з розробкою методу електрофорезу, що дозволяє розділяти білки з їх рухливості в електричному полі. Електрофоретичний аналіз включає три основні процедури: екстрагування досліджуваного білка з тканини, "розгонку" проби білка в електричному полі в середеносітеле (крохмальному або поліакриламідному гелі) і виявлення білка за допомогою специфічного гістохімічного забарвлення гелю. В результаті електрофорезу отримують фореграму - ділянку гелю, на якому фенотип особини по даному білку виявляється у вигляді спектра забарвлених смуг.

**Електрофоретичний аналіз** є високочутливим методом і в деяких випадках дозволяє ідентифікувати білки, що розрізняються тільки по одній амінокислоті. Таким чином, на фореграммах вдається диференціювати алельні варіанти поліморфного білка - його **аллозіми**.

Однією з характеристик аллозімов білка є їхня відносна рухливість (ЕФ) в електричному полі, що визначається за взаємним розташуванням окремих фракцій на фореграммі. У одного й того ж поліморфного білка розрізняють повільні, швидкі, надшвидкі і інші фракції. У більш рідкісних випадках аллозіми подібні за електрофоретичної рухливості, але розрізняються по інтенсивності забарвлення.

Різні аллозіми поліморфного білка позначають зазвичай великими літерами латинського алфавіту: *A, B, C, D* і т. д. (в порядку росту їх електрофоретичної рухливості), а кодують їх алельні гени - у вигляді скороченої назви білка (англійською мовою) з індексом, що позначає конкретний алель. Наприклад, чотири алельних варіанти альбуміну-2 у пеляді позначені, як *A, B, C, D*, а відповідні їм алельні гени - як *Alb-2a, Alb-2b, Alb-2c, Alb-2d*. Можлива цифрова символіка, яка вказує ЕФ відповідних аллозімов. Для наведеного вище прикладу вона буде такою:

$$Alb - 2^{0.93}, Alb - 2^{0.96}, Alb - 2^{1.00}, Alb - 2^{1.03}.$$

Закономірності успадкування білків вивчають із застосуванням звичайних методів генетичного аналізу. Для більшої частини білків характерно кодомінантне спадкування - прояв у гетерозигот обох алельних форм, що дає можливість визначати генотип особини безпосередньо по її фенотипу. Деякі білки успадковуються по домінантно-рецесивному типу,

при цьому один аллель є "нульовим" і обумовлює відсутність білка (або відсутність його активності).

Вивченню біохімічного поліморфізму у риб присвячено багато досліджень. Серед об'єктів товарного рибництва в цьому відношенні найбільш повно вивчені короп і форель, у яких виявлено та досліджено багато поліморфних локусів. Ряд поліморфних систем досліджений у пеляді, розпочато дослідження біохімічного поліморфізму у рослиноїдних риб, буффало, тилапія і деяких інших видів .

Гени багатьох якісних ознак мають плейотропну дію і, якщо воно зачіпає господарсько-корисні показники, відбір риб-носіїв даного гена може дати прямий рибогосподарський ефект. В індустріальних умовах вигідним може бути вирощування світлих коропів, які характеризуються добрим ростом і спокійним поведінкою. Г. Кінкайд відзначає, що ген блакитний металевого забарвлення може бути використаний у селекційних програмах, що передбачають поліпшення росту райдужної форелі.

Велика кількість досліджень присвячено пошукам зв'язку між генами білків і господарсько-цінними ознаками.

### *Питання для самоперевірки до розділу 2*

1. Які основні задачі селекції риб?
2. Перерахуйте основні об'єкти селекції риб.
3. Дайте характеристику напрямам селекції риб.
4. Що таке порода?
5. Дайте характеристику чисельності риб.
6. Що таке внутрішньопородна структура риб?
7. Що таке відводки у рибництві?
8. Що називається лінією у рибництві?
9. Що називається сім'єю у рибництві?
10. Які ознаки у риб враховують при селекції?
11. . Охарактеризуйте екстер'єрні ознаки.
12. Що таке статура?
13. Як поділяються коропа за типом лускатого покриву?
14. Охарактеризуйте інтер'єрні ознаки.
15. Що входить до фізіологічних ознак риб?
16. Охарактеризуйте успадковані зовнішні якісні ознаки
17. Що називається якісними ознаками?
18. Дайте характеристику генетиці лускатого покриву у коропа.
19. Охарактеризуйте успадковані біохімічні відмінності у риб.
20. Що таке мутація генів у риб?

### 3 ФОРМИ І МЕТОДИ ВІДБОРУ ТА ПІДБОРУ РИБ

Розрізняють три форми відбору: стабілізуючий, дізруптивний і спрямований.

Сімейна селекція включає і оцінку фенотипу риб що відбираються з кращих родин вибирають кращих за зовнішнім виглядом особин. Якщо прижиттєва оцінка фенотипу неможлива або утруднена (наприклад, при селекції за вмістом білка і жиру в тілі риб, числом міжм'язових кісточок, захворюванням плавального міхура і т. п.), частину потомства кожної сім'ї розкривають, а тих, що залишилися оцінюють за якістю їхніх братів і сестер (*сібсів*). Такий різновид сімейного відбору називають **сібселекцією**.

Сімейний відбір застосовують за кордоном в роботах з лососевими. У СРСР цей метод був використаний у роботах з українськими породами коропа, білоруським і ропшінським коропом.

**Відбір за потомством** - найбільш ефективний і широко поширений в тваринництві метод індивідуального відбору. В даному випадку кожного з оцінюваних плідників схрещують з декількома плідниками іншої статі (рис. 3.1) і по продуктивності потомств судять про племінні цінності плідників.

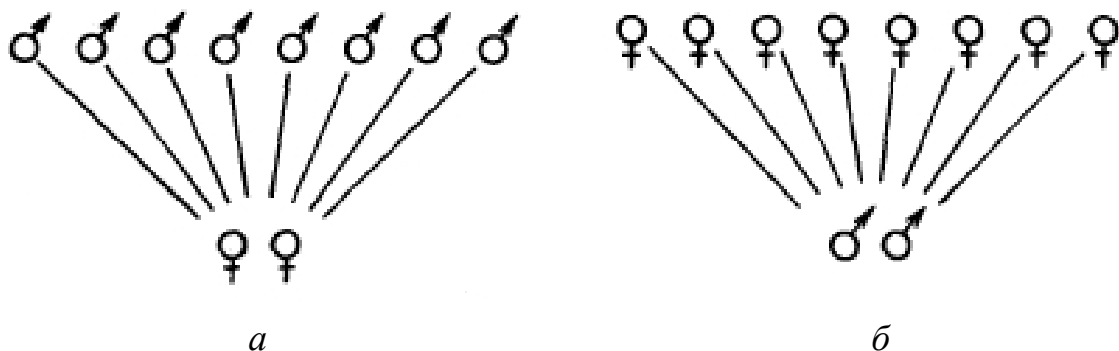


Рисунок 3.1 – Схема схрещування при оцінці плідників риб:

*а – самців; б – самок.*

У рибництві цей метод застосовував А.І. Кузема при селекції українських коропів. У результаті дослідів було виділено кілька плідників, використаних в подальшій селекції. Однак відсутність повторювань в дослідах не дозволило достовірно оцінити племінну цінність відібраних плідників.

Оцінку плідників по потомству з наступним відбором кращих риб проводив також Д.П. Поліксенов при формуванні вихідного селекційного ядра білоруського коропа. При вирощуванні потомств був використаний метод загального контролю - підсадка до порівнювального потомства

коропів одного і того ж походження (загальним контролем служили лускаті коропи, яких підсаджували до піддослідних розкиданих).

Таким способом було оцінено велике число плідників. Однак і тут відсутність повторювань (кожне потомство вирощували тільки в одному ставку), а також суттєві відмінності у вихідній масі порівнюваних потомств (дволіток) звели нанівець практичну значимість проведених дослідів.

Кілька серій дослідів за оцінкою плідників по потомству проведено В.С. Кирпичниковим при селекції ропшінського коропа.

Оцінкою плідників по потомству відводиться важливе місце в селекційних роботах з коропом і з іншими рибами за кордоном.

З урахуванням наявних відомостей можна зробити ряд наступних важливих у методичному відношенні висновків:

1. Результати дослідів за оцінкою плідників залежать певною мірою від фізіологічного стану риб: більш великі, вгодовані плідники дають краще потомство. При цьому батьківський і материнський (неспадкові) ефекти особливо сильно проявляються у нащадків на ранніх стадіях розвитку: у коропа вплив самців проявляється в основному до досягнення потомством віку 1-2 міс, а вплив самок - до кінця першого року вирощування.

Таким чином, попередня оцінка племінної цінності плідників може бути зроблена вже за результатами вирощування мальків. Однак остаточні дані можуть бути отримані тільки на цьоголітках (при оцінці самців) і за результатами вирощування цьоголіток і дволіток (при оцінці самок).

2. Для забезпечення надійної оцінки перевірені особини доцільно використовувати в якості аналізаторів декілька (не менше трьох) плідників, що при штучному осіменінні не представляє великої технічної складності.

3. Отримання надійних результатів можливо лише при роздільному вирощуванні потомств (із забезпеченням не менше ніж триразової повторності) в подібних умовах вирощування.

### **3.1 Ефективність відбору у рибництві**

В основі всіх форм відбору лежить використання генетичної мінливості. Однак, безпосередня оцінка генотипу неможлива, і про племінну цінність відбираємих особин судять за їх власним зовнішнім виглядом - фенотипом (*масовий відбір*) або по фенотипу близьких родичів (*індивідуальний відбір*).

Визначення кореляції між фенотиповою і генотипичною мінливістю відноситься до числа найважливіших завдань, що вирішуються методами кількісної генетики.

Визначення ефективності різних методів відбору при селекції риб.

Ефективність відбору  $R$  за полігенними ознаками визначається двома основними показниками: успадкованими ознаками, за якими ведеться відбір, і селекційним диференціалом:

$$R = S h^2 \quad (3.1)$$

де  $S$  - селекційний диференціал (різниця в середній величині ознаки до і після відбору);

$h^2$  - коефіцієнт успадкованої ознаки.

Величина селекційного диференціала, виражена числом стандартних відхилень ( $S/\sigma$ ), називається **інтенсивністю відбору** ( $i$ ). З використанням останнього показника ефективність відбору може бути виражена наступним рівнянням:

$$R = i \sigma h^2 \quad (3.2)$$

Величина інтенсивності відбору тісно пов'язана з коефіцієнтом напруженості відбору  $V$ , під яким розуміють кількість відібраних особин (у відсотках від загального числа риб). У роботах з рибами напруженість відбору коливається в межах 0,1 – 50 %. Величина  $i$  для зазначених меж напруженості відбору має наступні значення:

$V, \%$	50	40	30	25	20	15	10	5	1	0,5	0,1
$i$	0,80	0,97	1,16	1,27	1,40	1,55	1,76	2,06	2,66	2,89	3,37

З урахуванням планованої напруженості відбору і значень  $h^2$  можна розрахувати **ефективність селекції** за одне чи кілька поколінь.

При плануванні селекційних робіт можна розрахувати число поколінь селекції, необхідне для отримання запланованого селекційного ефекту.

У кожному поколінні селекції можна уточнювати конкретні значення  $h^2$  і  $\sigma$ , що дозволить коригувати прогноз селекційного ефекту.

Значення параметрів, які впливають на ефективність селекції, при масовому та індивідуальному відборі різні, що визначає і різну ефективність цих методів.

Відмінності стосуються насамперед коефіцієнта спадковості ( $h^2$ ), величина якого при індивідуальному відборі значно вище, ніж при масовому. Якщо при масовому відборі оцінка племінної цінності проводиться за фенотипом самої особини, то при індивідуальному відборі враховується середнє значення фенотипу безлічі родичів, що різко підвищує надійність оцінки. При достатньо великому числі оцінюваних родичів і близьких умовах їх вирощування надійність оцінки генотипу відібраної особини по фенотипу її родичів, а отже, і величина  $h^2$  наближаються до 1, що і визначає відповідну ефективність індивідуального відбору.

З іншого боку, при масовому відборі чисельність оцінюваних особин буває зазвичай набагато більше, ніж при індивідуальному; останнім дозволяє проводити відбір з високою напруженістю, що, в свою чергу, обумовлює вищий селекційний диференціал. Дана обставина має особливо важливе значення при роботі з рибами. Масовий відбір дозволяє оперувати десятками і сотнями тисяч риб, у той час як при індивідуальному відборі можна оцінити не більше декількох десятків особин (або сімей).

Зазвичай оцінюють не більше 20 сімей ставкових риб. При використанні для відтворення хоча б п'яти кращих з їх числа (використання меншого числа сімей може призвести до тісного інбридингу) напруженість відбору складе всього 25%, а величина  $i = 1,27$ . При масовому відборі напруженість відбору, може бути доведена до 0,1%; значення  $i = 3,37$  буде в цьому випадку майже в три рази вище, ніж при індивідуальному відборі.

Таким чином, навіть при порівняно невисокій спадковості ознаки ( $h^2 = 0,1/0,2$ ) ефективність масового відбору на рибах може бути вище ефективності індивідуального відбору за рахунок високої інтенсивності відбору. Застосування індивідуального відбору стає необхідним лише на пізніх стадіях селекції, коли коефіцієнт спадковості має дуже низькі значення (досягнення "селекційного плато").



Найбільша ефективність селекції може бути досягнута при використанні *комбінованого відбору*. Схема одного з варіантів такого відбору включає наступний цикл робіт (рис. 3.2).

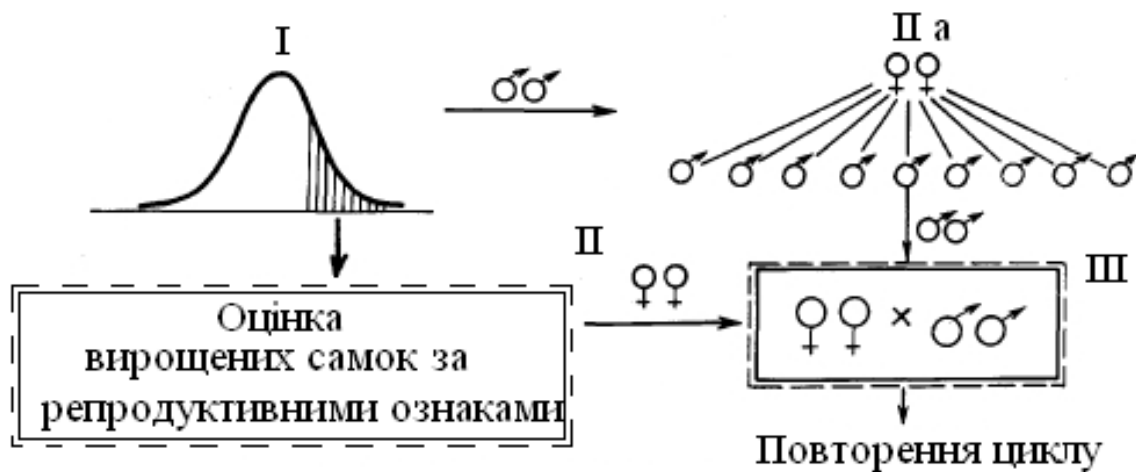


Рис. 3.2 – Схема комбінованого відбору риб:

I – відбір; II а – оцінка самців за потомством; II – оцінка вирощених самок; III – схрещування кращих самок з кращими самцями.

1. **Масовий відбір.** У потомстві, отриманому від групового схрещування плідників (15-20 пар), відбирають кращих за зовнішнім виглядом особин. Відбір за ознаками продуктивності проводять в основному в "товарному віці" з напруженістю 1-10%. Відібраних риб вирощують до статевої зрілості.
2. **Оцінка самців за потомством.** З числа вирощених плідників відбирають 15-20 найбільш великих самців. Останніх схрещують з будь-якими, неспорідненими їм самками і оцінюють за якістю отриманого потомства.
3. **Відбір самок.** Вирощених самок протягом 1-2 років оцінюють за репродуктивними якостями: плодючістю і якістю ікри, здатністю нормально віддавати ікру після гіпофізарних ін'єкцій (при заводському відтворенні) і т. п. З урахуванням цих даних відбирають кращих самок для відтворення.
4. **Відтворення та масовий відбір у потомстві.** Проводять групове схрещування 8-10 кращих самок з 8-10 кращими (перевіреними по

потомству) самцями. В отриманому потомстві здійснюють інтенсивний відбір риб за масою тіла в товарному віці. Далі весь цикл повторюється.

Спеціальних досліджень з ефективності комбінованого відбору на рибах досі не проводилося. Можна вважати, виходячи з теоретичних посилок, що в порівнянні із звичайним масовим доббором комбінований відбір прискорить селекцію (особливо при низьких значеннях  $h^2$ ) в 1,5-2 рази.

### *Питання для самоперевірки до розділу 3*

1. Які форми відбору ви знаєте?
2. Як застосовують сімейний відбір?
3. Дайте характеристику відбору по потомству.
4. Що лежить в основі всіх форм відбору?
5. Що називається фенотипом?
6. Що називають інтенсивністю відбору?
7. Дайте характеристику масовому відбору.
8. Дайте характеристику оцінці самців за потомством.
9. Дайте характеристику відбору самок.
10. Охарактеризуйте відтворення та масовий відбір у потомстві.

#### 4 ЗВ'ЯЗОК НАУК ГЕНЕТИКИ ТА СЕЛЕКЦІЇ РИБ

Більшість спроб поліпшення породи при культивуванні гідробіонтів пов'язано з селекційним розведенням, хоча генетичні наслідки таких дій не завжди усвідомлюються досить повно. У результаті відбувається велика кількість близькоспоріднених схрещувань (інбридинг), і в останні роки почастишали випадки аномального розвитку, наприклад, каналного сомика. Крім того, в південних районах США відбулося розселення багатьох екзотичних видів, таких, як *Macrobrachium rosenbergii* та *Tilapia aurea*, незважаючи на те, що спочатку з природних місць мешкання цих тварин було завезено лише по кілька особин. Таким чином, у багатьох випадках інбридинг був неминучим і всі його наслідки ще не зовсім ясні.

При культивуванні риби в промислових масштабах замість робіт, пов'язаних з інбридингом, можна рекомендувати проводити відбір плідників за такими ознаками, як швидкий ріст, висока ефективність засвоєння корму, хороша вгодованість та ін. Вважається, що ці ознаки контролюються домінантними генами і за кожен з них « несуть відповідальність » більше одного гена. У більшості випадків вплив зовнішнього середовища на ці характеристики не враховується, хоча воно може бути значним. Значна варіабельність умов навколишнього середовища, що впливають на культивовані види, може замаскувати вплив генів на деякі ознаки і ускладнити селекцію. Наприклад, у ретельно контрольованому експерименті група риб або безхребетних могла бути вирощена при 30 ° С від ікри до дорослого стану. При схрещуванні найбільш швидко зростаючих особин з цієї групи темп росту їх потомства був би також високим при тих же експериментальних умовах. Однак, якщо б тварин першого покоління F1 помістили в звичайну відкриту систему культивування, в якій відбуваються добові та сезонні зміни температури, вони могли б рости навіть повільніше, ніж особини, отримані від випадкового спарювання.

На перший погляд, вирощування лабораторних ліній риб або безхребетних для досліджень в області аквакультури є бажаним, проте через постійно мінливих умов у більшості промислових господарств і через відмінності клімату і якості води в лабораторіях, а також через різні методи роботи отримання ліній культивованих тварин представляється малоімовірним.

Для успішної селекції необхідно, щоб ознаки, за якими йде відбір, мали деяку мінливість. У багатьох випадках встановити таку дисперсію ознаки в популяції важко, не кажучи вже про її кількісне вираження. Наприклад, частка риб, що мають необхідну вгодованість або вміст жиру в

організмі, може коливатися в межах декількох відсотків, хоча морфологічно риби можуть бути зовні невиразні.

Частка загальної мінливості ознаки усередині популяції риб, пов'язана з деяким генетичним впливом, що називається **наслідуванням**. При низькій спадковості для поліпшення ліній тварин можуть знадобитися широкомасштабні селекційні експерименти, що включають численні спаровування і проводяться протягом кількох поколінь. Основна інформація по спадковості у сільськогосподарських тварин отримана із робіт з великою рогатою худобою та свинями, і вивчення отриманих результатів може допомогти зрозуміти ті труднощі і можливості, що очікують рибоводи в цій області.

Через нестачу інформації більшість рибоводів, що займаються культивуванням тепловодних тварин, проводять свої селекційні роботи з відбору плідників на швидке росту або інші ознаки, які можуть мати або не мати високий рівень спадковості, але явно помітні. У багатьох випадках при такому відборі поліпшення ознак тварин майже або зовсім не досягається.

Інбридинг приводить до загальної депресії потомства, зниження життєздатності ікри і личинок, почастищення появи каліцтв і мінливості різних кількісних показників. Як уже зазначалося, велика кількість подібних схрещувань спостерігається у екзотичних видів, які були завезені в США. Крім того, місцеві культивовані види, наприклад каналний сомик, теж значною мірою піддаються інбридингу, оскільки рибоводам не вдалося отримати нових ліній, щоб «розбавити» ними популяцію плідників. В результаті інбридингу у каналного сомика спостерігаються, наприклад, деформація хвостового хребця і почастищення випадків появи альбіносів. Інбридинг приводить до збільшення гомозиготності (наявність в генах тільки одного типу алелей); хоча це і може сприяти поліпшенню деяких ознак, в практиці культивування його слід уникати, за винятком спеціальних генетичних експериментів, коли є можливість працювати з великою кількістю тварин.

**Гетерозис**, або *гібридна потужність*, - це реакція організмів на схрещування з віддалено спорідненими особинами того ж виду. Таке схрещування, відоме як *ауткроссінг*, може призводити до збільшення гетерозиготності, яке виражається в поліпшенні загального стану тварин, підвищенні життєздатності ікри і т. д. Гібридна потужність зазвичай зникає у другому поколінні, так як кількість гетерозиготних особин

зменшується. Отже, щоб отримати сильне потомство, для схрещування необхідно утримувати дві або більше родинні лінії плідників. В ідеалі рибовод хотілося б мати окремі інбредні лінії організмів, гомозиготні за кількома ознаками, одну - з домінантними алелями ознаки, іншу - з рецесивними, і так по кожній ознаці. Батьківський генотип може бути таким:

$$\text{Самець} = aa BB cc DD ee$$

$$\text{Самка} = AA bb CC dd EE$$

Після схрещування цих особин потомство буде гетерозиготне по кожному гену:

$$F1 = aA bB cC dD eE$$

Зміст і схрещування двох інбредних ліній риб - це ще не вирішення проблеми. Зрештою, доведеться замінювати плідників і по необхідності змінювати генофонд популяції отриманням нових плідників шляхом подальшого інбридингу всередині ліній або селекцією риб, проведеної яким-небудь іншим способом. Для суворо випадкового схрещування (ще один спосіб зменшення інбридингу) необхідна досить велика популяція плідників, і навіть в цьому випадку можливий інбридинг. В остаточному підсумку він стає настільки серйозною проблемою, що виникає необхідність придбання нових ліній плідників. Кінкейд запропонував, щоб при культивуванні лососевих маточне стадо складалося не менше ніж з 25 пар, оптимальна чисельність стада 50-100 пар плідників.

Третій спосіб зменшення інбридингу полягає в утриманні трьох ліній плідників і застосуванні чергується схрещування ліній. Такі лінії зазвичай отримують поділом тварин, які дадуть потомство з бажаними ознаками, на три групи, що позначаються *A*, *B* і *C*. Під час кожного сезону розмноження самці з лінії *A* схрещуються з самками з лінії *B*, самці *B* - з самками *C*, самці *C* - з самками *A* (рис. 4.1). Потомство від цих схрещувань міститься або спільно, якщо батьківські особини використовуються для подальших спаровувань, або розділено в кількостях, достатніх для заміни плідників протягом декількох років, якщо це буде необхідно. Ступінь інбридингу при схрещуванні, що чергується дещо менше, ніж при випадковому. Така схема справно вирішує проблему заміщення плідників, яка виникає при використанні тільки двох ліній тварин, що розмножуються.

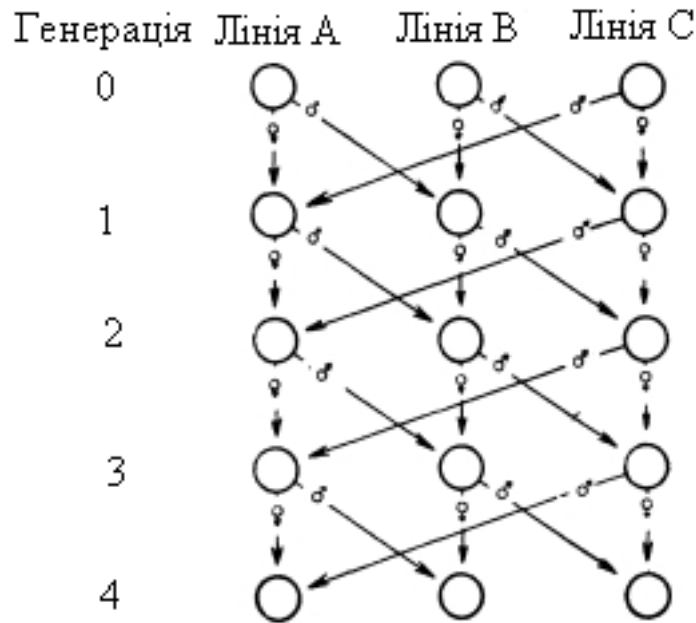


Рисунок 4.1 – Схема лінійного схрещування, що чергується для зменшення інбридингу в популяції тварин.

Одна зі складностей, пов'язана з схрещуванням ліній, що чергуються - називається *роздільне утримання популяцій плідників*. Для гарантії того, що відбувається саме потрібне схрещування, необхідно, щоб кожна лінія містилася окремо (тобто в різних ємностях для культивування). Само собою зрозуміло, що одним з найбільш важливих моментів при використанні цієї схеми схрещування є забезпечення відповідного обліку з метою запобігання помилок у схрещуванні.

#### 4.1 Генетика кількісних ознак

Основа генетичної мінливості ( $\sigma_G^2$ ) становить **адитивна** і **неадитивна мінливість**. *Адитивна мінливість* ( $\sigma_A^2$ ) обумовлена сумарною дією великого числа генів, одні з яких підсилюють, а інші послаблюють розвиток ознаки. *Неадитивна мінливість* виникає за рахунок межаллельних взаємодій (домінування і наддомінування) і взаємодії різних генів (епістаз).

*Паратипічна (середовищна) мінливість* ( $\sigma_E^2$ ) відображає варіювання ознаки під впливом факторів зовнішнього середовища. Прикладом паратипічної мінливості "в чистому вигляді" може служити різноманітність генетично ідентичних особин - представників одного клону (наприклад, у одностатевої форми срібного карася).

Показник  $\sigma_E^2$  несе в собі також елемент взаємодії генотип - середовище, що проявляється в різній реакції різних генотипів на зміни зовнішніх умов.

Показник, що виражає частку генотипічної мінливості в загальній фенотиповій мінливості ознаки, називають *коефіцієнтом спадковості* ( $h^2$ ), який визначається:

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_{Ph}^2}, \quad (4.1)$$

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_g^2}. \quad (4.2)$$

У селекційних розрахунках велике значення має визначення частки генетичної мінливості, зумовленої адитивними генами ( $\sigma_A^2$ ), від величини якої залежить ефективність відбору. Цей показник називають спадковістю в "вузькому сенсі" слова:

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_{Ph}^2} \quad (4.3)$$

Численні способи визначення показника спадковості можна об'єднати в три основні групи:

- за селекційним ефектом (реалізована спадковості);
- за коефіцієнтом кореляції або регресії ознаки у батьків і нащадків;
- на основі дисперсійного аналізу компонентів фенотипової мінливості.

Перші дві групи об'єднують непрямі методи визначення  $h^2$ , засновані на оцінці подібності нащадків і батьків. До третьої групи відносяться методи, за допомогою яких оцінюють компоненти загальної мінливості, а значення  $h^2$  визначають "прямим" способом по (4.2).

Реалізована спадковості може бути визначена шляхом порівняння середніх значень ознаки у вихідному стаді і в нащадків відібраних риб.

Таким чином,

$$h^2 = R/S \quad (4.4)$$

де  $R$  - зміна ознаки за одне покоління селекції;

$S$  - різниця між середніми значеннями ознаки у відібраних особин і в цілому по стаду.

При визначенні  $R$  можна також порівнювати ознаки у нащадків, отриманих від двох груп батьків: пройшли і не пройшли відбір. У деяких випадках порівняння ведуть між нащадками, батьки яких були відібрані в різних напрямках (плюс-, мінус-варіанти). Однак слід мати на увазі, що відбір мінус-варіантів дає зазвичай більш високий селекційний ефект, у зв'язку з чим значення реалізованої спадковості можуть виявитися завищеними. Так, в одному з дослідів спадковості маси тіла у коропа при відборі в мінус-напрямку склала 0,2-0,3, в той час як при позитивному відборі спадковості виявилася близькою до 0.

При визначенні спадковості за допомогою кореляційного або регресійного аналізу схожості батьків і нащадків порівнюють значення ознаки у батьків та їхніх нащадків. За цими даними обчислюють коефіцієнт прямолінійної кореляції  $r$  або коефіцієнт регресії  $R$ , користуючись звичайними методами біостатистики.

При порівнянні нащадків з обома батьками (тобто з середнім значенням ознаки у матері і батька) коефіцієнт спадковості рівний коефіцієнту кореляції або регресії:

$$h^2 = r \quad \text{або} \quad h^2 = R \quad (4.5)$$

При порівнянні нащадків тільки з одним з батьків

$$h^2 = 2r \quad \text{або} \quad h^2 = 2R \quad (4.6)$$

Коефіцієнти регресії і кореляції враховують в основному адитивну частину генетичної мінливості, тобто відображають спадковості в "вузькому сенсі" слова. За своїм змістом обидва ці показники відповідають усередненому (по батькам і матерям) показнику реалізованої спадковості.

Г.А. Ненашев застосував регресійний аналіз для визначення спадковості декількох ознак у коропа: маси і довжини тіла, відносної висоти і відносної товщини тіла, вмісту жиру в м'ясі, а також деяких морфологічних показників (числа гіллястих променів у спинному плавці, числа хребців і туловищном відділі і загального числа хребців та ін.) У більшості випадків результати виявилися статистично недостовірними, що пов'язано з малим числом сімей (було досліджено 8-12 сімей). Для



отримання достовірних даних, на думку автора, необхідно дослідження не менше ніж 30-40 сімей, що технічно важко здійсненне.

Визначення спадковості шляхом дисперсного аналізу компонентів фенотипової мінливості ґрунтується на розкладанні загальної фенотипічної варіанти ( $\sigma_{Ph}^2$ ) на складові її  $\sigma_G^2$  і  $\sigma_E^2$  [див. рівняння (4.1)]. Такий аналіз вимагає постановки схрещувань по певній системі, що дозволяє із загальної фенотипової мінливості вичленувати компонент генетичної мінливості і оцінити ступінь його впливу на досліджувану ознаку.

Обробка отриманих даних зводиться до оцінки у нащадків, вирощених в подібних умовах, різних дисперсій: загальної, міжродинної і внутріродинної (паратипічної). При вирощуванні в однакових умовах варіація середніх значень між різними родинами обумовлена генетичними чинниками, і, таким чином, її можна використовувати для оцінки коефіцієнта спадковості.

В залежності від схеми схрещувань відмінності між потомством можуть бути визначені окремо по батьках ( $\sigma_S^2$ ) і матерях ( $\sigma_D^2$ ), а також по обох батьках ( $\sigma_S^2 + \sigma_D^2$ ).

Одна з найбільш простих схем схрещувань, що дозволяє визначити величину по самцях, показана на рис. 4.2.

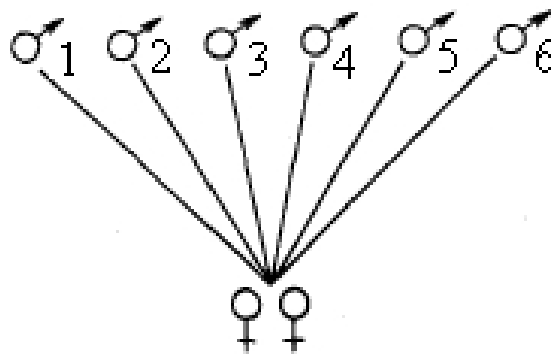


Рис. 4.2 – Схема схрещування при визначенні спадковості за самцями (використовують суміш ікри від 3-4 самок).

При постановці досліду суміш ікри від декількох (трьох-чотирьох) самок ділять на кілька порцій, кожна з яких запліднюють спермою певного самця. Потомства кожного самця вирощують окремо, не менше ніж у трьох повторностях. Попередні відомості по величині коефіцієнта спадковості можна отримати вже на мальках, але більш точну оцінку  $h^2$  дає аналіз цьоголіток. Отримані дані обробляють із застосуванням дисперсійного аналізу.

Величину коефіцієнта спадковості розраховують за формулою:

$$h^2 = \frac{4\sigma_S^2}{\sigma_{Ph}^2} \quad (4.7)$$

де  $\sigma_S^2$  - мінливість середніх значень ознаки, зумовлена впливом батьків.

Величина коефіцієнта спадковості ознаки залежить від цілого ряду чинників. *По-перше*, величина  $h^2$  залежить від генетичної різноманітності досліджуваних груп, і при інших рівних умовах вона тим вище, чим вище генетична гетерогенність популяції. Таким чином, величина коефіцієнта спадковості служить мірою генетичної різноманітності популяції.

*По-друге*, величина коефіцієнта спадковості в значній мірі визначається природою самої ознаки - його залежністю від факторів середовища: сильна залежність ознаки від умов зовнішнього середовища збільшує частку паратонічної мінливості. При одному і тому ж рівні генотипичної різноманітності ознаки, сильно залежать від умов середовища, мають менші значення  $h^2$ .

*По-третє*, величина коефіцієнта спадковості залежить від умов середовища. Чим більш різноманітні умови вирощування дослідженого матеріалу, тим вище неспадкова (паратипічна) мінливість і тим нижче величина  $h^2$ .

*По-четверте*, величина коефіцієнта спадковості залежить від способу його визначення, зокрема від того, чи враховується загальна генетична варіанта або тільки її адитивна частина.

Таким чином, коефіцієнт спадковості є характеристикою конкретної дослідженої групи риб, вирощеної за певних умов. У зв'язку з цим  $h^2$  однієї і тієї ж ознаки може сильно варіювати. Проте визначення величини  $h^2$  має велике практичне значення. Величина коефіцієнта спадковості свідчить про ступінь кореляції між фенотиповою і генотиповою цінністю тварин, що може бути використано у відповідних селекційних розрахунках. Чим вище значення  $h^2$ , тим імовірніше передача відібраними особинами своїх позитивних якостей, тим, отже, вище може бути і ефективність селекції.

Для орієнтовної оцінки показника спадковості визначають повторюваність ознаки. Багаторазове вимірювання ознаки у одних і тих же особин в різному віці або при вирощуванні в різних умовах дозволяє визначити ступінь повторюваності ("*стійкості*") індивідуальних відмінностей за досліджуваною ознакою, яка тим вище, чим більшою мірою ці відмінності обумовлені генетичними факторами. Повторюваність

ознаки може бути визначена за коефіцієнтом внутрішньокласової кореляції ( $r_w$ ), який розраховують за допомогою дисперсійного аналізу.

Слід підкреслити, що коефіцієнт повторюваності дає орієнтовну і найчастіше завищену оцінку спадковості, оскільки він включає деяку частку випадкових впливів. Однак низька повторюваність однозначно вказує на низьку спадковість.

Спадковість селекційних і деяких морфологічних ознак найбільш повно вивчена до теперішнього часу у коропа, райдужної форелі і пеляді. У табл. 4.1 наведені середні значення показника спадковості різних ознак у різних видів риб, що розраховані за допомогою дисперсійного аналізу.

Таблиця 4.1 – Спадковість деяких селекційних та діагностичних ознак у ставових риб.

Ознака	Райдужна форель	Короп	Канальний сомик	Тиліпія	Пелядь
Маса тіла у молоді	0,12	0,21	0,42	0,04	-
Маса тіла у дорослих риб	0,17	0,1-0,4	0,49	-	-
Довжина тіла у молоді	0,24	0,21	0,12	0,06	0,14
Довжина тіла у дорослих риб	0,17	-	0,61	-	-
Життєздатність	0,14	-	-	-	0,13
М'ясистість	0,14	-	-	-	-
Вміст жиру	0,46	0,22	0,23	-	-
Вік статевого дозрівання	0,18	-	-	-	-
Діаметр ікри	-	-	-	-	0,45
Відносна плодючість	0,20	-	-	-	0,20
Робоча плодючість	-	-	-	-	0,37
Число гіллястих променів у спинному плавці	-	0,63	-	-	-
Загальне число хребців	0,66	0,65	-	-	0,9
Числу лусок у боковій лінії	-	0,37	-	-	-
Число зяберних тичинок на 1-шій зяберній дузі	-	0,80-1,0	-	-	-

Найважливіша селекційна ознака - **маса тіла** - має зазвичай невисоку спадковість. У коропа спадковість маси тіла становить найчастіше 0,1-0,4. Істотні відмінності по реалізованій спадковості при відборі плюс-і мінус-

напрямках свідчать про те, що фенотипічні відмінності за масою риб в значній мірі обумовлені ефектом гетерозису.

Значення  $h^2$  для репродуктивних ознак (термін настання статевої зрілості, плодючість і ін.) складають 0,18-0,45 і близькі до значень  $h^2$  для маси тіла. Виняток становить така ознака, як термін дозрівання в нерестовий сезоні. Реалізована спадковість (у пеляді) виявилася близька до 1, а коефіцієнт повторюваності цього ж ознаки у райдужної форелі склав 0,7.

Спадковість загальної життєздатності у риб низька ( $h^2 = 0,13/0,14$ ). Головною причиною низької спадкової життєздатності (як і відмінностей по масі тіла) є залежність цієї ознаки від неадитивної взаємодії генів. Підтвердженням цьому служить добре відомий у риб позитивний зв'язок між життєздатністю та рівнем гетерозиготності.

Порівняно низька у риб спадковість стійкості риб до захворювань: у різних видів лососевих риб вона становить 0,01-0,60.

Як показують дані табл. 4.1, високою спадковістю володіє більшість екстер'єрних показників і рахункових ознак, що обумовлено, по-перше, меншою залежністю цих ознак від умов середовища і, по-друге, високою генетичною гетерогенністю популяції за цими ознаками, які не мають особливого селекційного значення.

В цілому накопичені до цього часу матеріали показують, що за багатьма ознаками риби мають досить високу генетичну мінливість. Це особливо відноситься до нових об'єктів товарного рибництва (сигів, рослиноїдних риб, каналного сомика та ін.), які знаходяться на початкових стадіях одомашнення.

## 4.2 Індукований мутагенез

Під **індукованим (штучно викликуваним) мутагенезом** розуміють виникнення спадкових змін в результаті впливу на організм особливими агентами-мутагенами. В залежності від природи мутагену розрізняють радіаційний і хімічний мутагенез.

Як відомо, частота природних мутацій невелика і складає приблизно 10<sup>-5</sup> (в розрахунку на 1 ген за одне покоління). Індукований мутагенез дозволяє значно підвищити частоту мутацій. Таким чином, за допомогою даного методу вдається забезпечити одне з найбільш важливих умов успішної селекції - підвищення спадкової мінливості селекційного матеріалу.

Відкриття явища індукованого мутагенезу в 20-30-х роках нашого століття пов'язано з іменами великих радянських і зарубіжних вчених: Г.А.

Надсона, Г.С. Філіппова, В.В. Сахарова, М.Є. Лобашева, І.А. Раппопорта (СРСР), Г. Меллера, Л. Стадлера (США) і Ш. Ауербах (Англія). Пізніше, як в області теоретичних досягнень, так і практичного застосування даного методу на культурних рослинах і мікроорганізмах, були досягнуті значні успіхи.

**Основною метою** застосування індукованого мутагенезу в селекції риби, є збільшення генетичної мінливості за рахунок нових (індукованих) в тому числі і корисних мутацій. Мова йде в першу чергу про мутації генів, що впливають на прояв ознак продуктивності: росту, виживання, стійкості до захворювань та ін. При цьому не виключається можливість виникнення якихось якісних мутацій, що веде до появи особин з новими, котрі представляють інтерес для селекціонера властивостями.

На рибах вже використовується метод **хімічного індукованого мутагенезу**. Розробка цього методу була почата в СРСР у середині 60-х років з ініціативи В.С. Кирпичникова, а в подальшому успішно продовжена Р.М. Цоєм.

Основні відомості, що стосуються закономірностей хімічного мутагенезу у риби, отримані в роботах по селекції казахстанського коропа; об'єктами досліджень були також пелядь, райдужна форель, білий амур, білий товстолобик, буффало.

У роботах з рибами в якості мутагенів були використані різні алкілюючі сполуки з високою біологічною активністю (супермутагени); етиленімін (*ЕІ*), нітрузо етил сечовина (*Нем*), диметилсульфат (*ДМС*) та ін. Ці сполуки, вибірково впливаючи на ДНК хромосом, пошкоджують її, що може призвести до виникнення мутацій.

Для отримання індукованих мутацій зазвичай обробляють статеві клітини (ікру, сперму) або ранні зародки риби. Генетичний ефект тим вище, чим доступніше ядро клітини дії мутагену. З цієї точки зору більш ефективна обробка мутагеном зрілих сперміїв. При обробці сперміїв знижується також імовірність накопичення мутагену в цитоплазмі статевої клітини і його подальшого впливу на розвивається зародок.

Мутагенний ефект алкілюючих сполук доведений на прикладі генів лускатої покриття у коропа. Так, при обробці сперми коропа *Нем* виявлені мутації алелі  $n > N$  і алелі  $S > s$ ; при обробці сперми коропа *ДМС* ці дві мутації виявлені одночасно. Середня частота виникнення домінантною мутації  $N$  серед нащадків, отриманих з використанням *Нем* і *ДМС*, склала  $1,1 \times 10^{-3}$  (45 мутантних особин серед 40 323 шт. цього літоку) і була більш ніж на два порядки вище частоти природної мутації.

Іншим підтвердженням можливості мутагенного ефекту алкілюючих сполук є підвищення частоти хромосомних перебудов (розривів хромосом, злипання та ін.), що легко реєструється при аналізі ембріональних мітозів.

Встановлена певна специфічність мутагенів за характером мутацій, що викликаються ними. Так, наприклад, при обробці сперми коропа *Нем* частіше виникають точкові (генні) мутації, а при обробці сперми ДМС - хромосомні перебудови.

Непрямим підтвердженням мутагенної дії хімічних сполук є збільшення фенотипової мінливості різних ознак.

У різних видів риб чутливість до одного і того ж мутагену може бути різною. При однакових дозах впливу *Нем* на спермін (концентрація мутагену 0,0025-0,02%) виживання ембріонів в мутагенного потомства склала (у% від контролю): 36,5-0,0 (білий товстолобик), 63,8-0, 0 (білий амур) та 111,3-26,1 (короп). Ці дані свідчать про меншу чутливості до мутагенів у поліплоїдних видів (короп), ніж у диплоїдних (білий амур і білий товстолобик).

Багато мутагенів активні в широкому діапазоні концентрацій, але найбільш ефективними є концентрації мутагену, що близькі до напівлегальним.

Мутагенні потомства першого покоління характеризуються зниженим виживанням і підвищеним числом потворних особин, що є наслідком індукованих шкідливих, у тому числі летальних домінантних мутацій. Основна загибель особин - носіїв таких мутацій - відбувається в ембріогенезі, починаючи з пізньої бластули; значна частина нащадків гине в період вилуплення. Серед життєздатної частини потомства зустрічаються різноманітні виродки. Наприклад, в мутагенного потомства коропа виявлено 23 типи каліцтв. Різні мутагени індукують різний спектр аномалій. Найбільш частими порушеннями (зустрічаються при використанні практично всіх мутагенів) виявилися викривлення хребта, каліцтва голови та рота. При високих дозах мутагенів виродки можуть становити в потомстві 20-30%.

Як показали роботи з казахстанським коропом, в мутагенному потомстві першого покоління спостерігається підвищена фенотипова мінливість за багатьма кількісними ознаками, в тому числі і по найважливішому показнику продуктивності - масі тіла. В окремих потомствах коефіцієнт варіації маси тіла зростав в два-три рази в порівнянні з контролем, а серед нащадків з'являлися особини, що перевищують по темпу росту кращих контрольних риб більш ніж у два рази.

Отримання другого і наступних поколінь селекції здійснюють звичайно без застосування мутагенезу. Найважливішим завданням є елімінація індукованих шкідливих мутацій в селекціонуємому матеріалі. У відношенні домінантних мутацій це досягається інтенсивним відбором. Набагато складніше йде справа з шкідливими рецесивними мутаціями, які при звичайному розведенні залишаються в прихованому стані протягом

багатьох поколінь. Для прискореної елімінації рецесивних мутацій доцільне застосування індукованого гіногенеза. У коропа, за наявними даними, вже в другому гіногенетичному поколінні 80-90% всіх генів переходить в гомозиготний стан, що призводить до фенотипичного прояву багатьох рецесивних мутацій. Одночасно таким же шляхом можуть бути виявлені і корисні мутації.

Таким чином, використання індукованого гіногенеза дозволяє різко прискорити мутагенну селекцію. У цьому зв'язку індукований гіногенез був включений в програму селекції казахстанського коропа.

Порівняно недавно на рибах були розпочаті дослідження з радіаційного мутагенезу з використанням в якості мутагену ультрафіолету.

Застосування індукованого мутагенезу особливо доцільно при сильному виснаженні генетичної мінливості в селекціонуємому стаді (що може бути результатом попередньої інтенсивної селекції), коли звичайні методи селекції стають неефективними.

### 4.3 Індукований гіногенез

Під **індукованим гіногенезом** розуміють отримання гіногенетичних потомств у видів риб, що розмножуються звичайним статевим шляхом. Принципова можливість вирішення такого завдання була показана ще в 1913 р. німецьким дослідником К. Опперманом в дослідях з райдужною фореллю. Систематичні дослідження з індукованим гіногенезом як методом селекції риб були розпочаті в кінці 50-х і початку 60-х років під керівництвом К.А. Головінської і Д.Д. Ромашова. До теперішнього часу гіногенетичні потомства отримані і досліджені у багатьох видів риб: коропа, білого амура, білого товстолобика, райдужної форелі, декількох видів камбал, тилапія, двох видів індійських коропів і інших риб.

Для отримання гіногенетичного потомства у видів, що розмножуються звичайним статевим шляхом, необхідно вирішити два головних завдання (рис. 4.3). Перше полягає у здійсненні генетичної інактивзації спермій, що порівняно просто досягається шляхом обробки сперми високими (інактивує) дозами мутагенів. В якості мутагену при отриманні гіногенетичних потомств використовують зазвичай високі дози радіації (радіаційний гіногенез). Опромінення сперми іонізуючою радіацією в дозах близько 100-200 кр. або ультрафіолетом в дозах порядку 300 Дж/м<sup>2</sup> викликає руйнування хромосом. При цьому завдяки відносно низькій радіочутливості цитоплазматичних компонентів клітини опромінені спермій зберігають здатність активно рухатися у воді, проникати в яйцеклітину і спонукати її до розвитку.

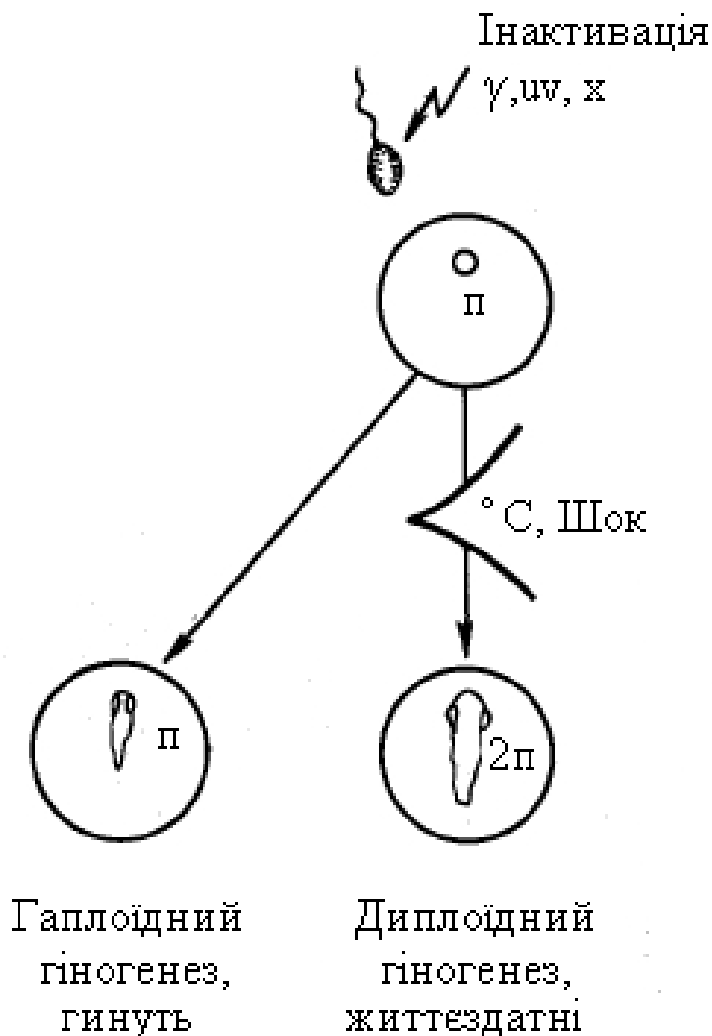


Рис. 4.3 – Схема отримання диплоїдного індукованого геногенезу у риби.

Осіменіння ікри генетично інактивованою спермою призводить до утворення гаплоїдних зародків, що розвиваються під контролем одинарного жіночого набору хромосом. Такі нащадки гинуть в період вилуплення. Для отримання повноцінних (диплоїдних) геногенетичних нащадків необхідно вирішити друге, більш складне завдання: домогтися подвоєння хромосомного набору яйцеклітини, що буде компенсувати відсутні чоловічі хромосоми.

Розроблено кілька способів діплоїдизації жіночого хромосомного набору. Найчастіше для цієї мети використовують так звані "температурні шоки" - вплив сублетальних (низькими чи високими) температурами на незапліднену (стадія метафази II) або запліднену (стадія анафази II) ікру. У результаті такого впливу два материнських



хромосомних набори (продукти другого поділу мейозу) залишаються в яйцеклітині і формують диплоїдне ядро геногенетичного зародка. Рідше температурний шок застосовують на стадії першого поділу дроблення. В останньому випадку диплоїдних відновлюється в результаті об'єднання двох гаплоїдних наборів, що утворилися в мітозі.

Ефективність температурного шоку підтверджена багаторазово на різних видах риб, в окремих випадках вихід геногенетичних диплоїдних нащадків вдавалося підняти до 62% (в'юн), 56% (короп), 93% (різні види камбал), 25% (форель), 23% (білий амур), що на 2-3 порядки вище частоти спонтанної діплоїдизації жіночих хромосом.

Відновлення диплоїдного по материнському комплексу у другому поділі мейозу призводить до підвищеної гомозиготизації. Імовірність переходу гена в гомозиготний стан залежить від частоти мейотичного перехреста на ділянці хромосоми між геном і центроміром і в зв'язку з цим різна для різних генів.

Як показали дослідження на коропа і форелі, частота гетерозигот в першому поколінні індукованого геногенеза коливається по окремих генів від 0,05 до 0,99 (короп) і від 0,02 до 1 (форель). Імовірність же переходу гена в гомозиготний стан становить за одне покоління індукованого геногенеза в середньому 0,4 (форель) і 0,6 (короп).

У перших поколіннях індукованого геногенеза швидкість гомозиготизації (*коефіцієнт інбридингу*) виявляється, таким чином, вище, ніж при тісному інбридингу (схрещування типу брат x сестра). Однак у наступних геногенетичних поколіннях (у райдужної форелі, наприклад, після четвертого покоління) вона гальмується генами (по яких стійко підтримується гетерозиготність) і стає нижче, ніж при схрещуванні сибсів.

Великий інтерес представляє метод діплоїдизації жіночих хромосом на стадії першого поділу дроблення зародка, який дозволяє отримувати повністю гомозиготних нащадків за одне покоління індукованого геногенеза.

При жіночої гомогаметості ( $\text{♀} \text{♀} \text{XX}$ ) усі геногенетичні нащадки є самками. Одностатеві-жіночі геногенетичні потомства отримані у коропа, райдужної форелі і білого амура.

Високий ступінь гомозиготизації при індукованому геногенеза негативно впливає на багато ознак. Це питання найбільш повно вивчений на коропа. У геногенетичних коропів спостерігається зниження життєздатності (особливо на першому та другому роках життя), поява каліцтв, підвищена сприйнятливості до захворювань і порушення в розвитку яєчників.

Індукований геногенез може знайти застосування в багатьох селекційно-генетичних роботах з рибами. Одна з найбільш важливих областей застосування індукованого геногенеза в практичній селекції -

прискорене отримання за допомогою даного методу високоінбредних (високогомозиготних) сімейств (ліній). Висока швидкість гомозиготизації при індукованому гіногенеза веде до генетичної однорідності індивідуальних гіногенетичних потомств. Методом трансплантації тканин, зокрема, показано, що четверте послідовне гіногенетичні покоління коропа являє собою фактично ізогенних групу (лінію). Гіногенетичні лінії можна використовувати в промислових схрещуваннях. Досвід такого використання індукованого гіногенеза мається в угорських селекціонерів, які повідомляють, що промислові гібриди, отримані за участю деяких гіногенетичних ліній, на 10% перевершували по продуктивності кращий крос угорського коропа.

Отриманню гіногенетичних ліній для промислових схрещувань повинні передувати звичайна селекція і виявлення племінних груш з високою комбінаційною здатністю. Таким чином, використання індукованого гіногенеза потрібно розглядати як частину загальної селекційної програми.

Застосування індукованого гіногенеза дозволяє вирішувати і ряд інших важливих завдань. За допомогою гіногенеза можна виявляти рідкісні рецесивні гени і при звичайній селекції. Індукований гіногенез представляє інтерес як спосіб отримання одностатеві-жіночих потомств, вирощування яких у багатьох випадках більш вигідно, ніж звичайних двостатевих. Дослідження гіногенетичних потомств дає селекціонерів важливі відомості про особливості прояву інбредних депресії у різних видів риб при різного ступеня інбридингу. Генетично однорідні лінії можуть служити зручним матеріалом для вивчення впливу модифікаційних чинників на мінливість ознаки. У спеціальних генетичних роботах за допомогою індукованого гіногенеза можна визначити локалізацію генів на хромосомі щодо центроміра (картирувати гени).

В області практичного використання даного методу найбільші успіхи досягнуті на коропа. Розроблено технологію одержання гіногенетичних потомств коропа в промислових масштабах, за допомогою якої отримано десятки тисяч диплоїдних гіногенетичних коропів. Як згадувалося вище, даний метод застосовується в селекції казахстанського коропа, його використання передбачене програмою селекції середньоросійського коропа. Найбільш просунуто використання гіногенеза в селекції угорського коропа; тут від різних селекційних груп коропа отримані гіногенетичні лінії (включаючи четверте послідовне покоління індукованого гіногенеза) і проведено промислові схрещування з їх участю. Розпочато використання індукованого гіногенеза в селекції пеляді. У роботах з фореллю і іншими видами риб індукований гіногенез успішно застосовується для регуляції статі та отримання одностатеві-жіночих потомств.

#### *Питання для самоперевірки до розділу 4*

1. Охарактеризуйте генетику риб як науку.
2. Що таке гетерозис або гібридна потужність?
3. Що називають депресією потомства?
4. Що таке генетична мінливість?
5. Охарактеризуйте адитивну та неадитивну мінливість.
6. Охарактеризуйте паратипічну мінливість.
7. Що називається коефіцієнтом спадковості?
8. Дайте характеристику основним трьом групам чисельних способів визначення показника спадковості.
9. Як визначають спадковість за допомогою кореляційного або регресійного аналізу?
10. Як визначають спадковість за допомогою дисперсного аналізу?
11. Охарактеризуйте схему схрещувань, яка дозволяє визначити величину по самцях.
12. Що таке маса тіла, як селекційна ознака?
13. Що таке індукований мутагенез (штучно викликаний)?
14. Яка мета застосування індукованого мутагенезу?
15. Що називається мутагенами?
16. Що таке індукований гіногенез?
17. Назвіть та охарактеризуйте головні завдання отримання гіногенетичного потомства?
18. Що називається гомозиготним станом?
19. Що таке гіногенетична лінія?
20. Як отримують гіногенетичні лінії для промислових схрещувань у рибництві?

## 5 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РИБ

Як об'єкти селекції риби мають ряд цінних властивостей.

Великі можливості селекції на рибах пов'язані з їх високою плодовитістю. У лососевих риб число нащадків, залишених самкою за один нерестовий сезон, досягає декількох тисяч. Плодючість ж коропових риб обчислюється сотнями тисяч; від окремих самок вдається отримувати більше 1 млн. личинок.

Величезна плодючість риб дозволяє проводити селекцію з надзвичайно високою інтенсивністю. Напруженість відбору на рибах в десятки разів перевищує максимально можливу напруженість відбору при селекції багатьох домашніх тварин.

Іншою сприятливою особливістю багатьох видів риб є **зовнішнє запліднення**. Можливість безпосереднього експериментального впливу на чоловічі і жіночі статеві клітини, а також на ембріони, що розвиваються, що істотно розширює арсенал методів селекції і дозволяє використовувати такі прийоми селекційної роботи, які в роботах з іншими домашніми тваринами недоступні.

Відомо, що у більшості домашніх тварин плідники мають одночасно і племінну, і споживчу цінність. Плідники риб не представляють великої споживчої цінності, в той час як їх племінна цінність може бути дуже високою. Так, загальна маса товарної продукції потомства, одержуваного за один нерестовий сезон від однієї самки коропа, складає приблизно 150 ц. Підвищення продуктивності на 10% дозволяє отримати додатково від однієї самки 15 ц продукції.

Порівняно невелика вартість вирощування плідників риб дозволяє в одному господарстві виростити численне селекційне стадо. Останнє в поєднанні з високою плодовитістю риб створює сприятливі передумови для концентрації селекційної роботи в обмеженому числі господарств.

Поряд із зазначеними вище позитивними властивостями у риб як об'єктів селекції є особливості, що створюють серйозні труднощі при проведенні селекційних робіт.

Більшість видів риб, що розводяться характеризується пізнім статевим дозріванням. Наприклад, у коропа зміна поколінь в звичайних ставкових умовах відбувається (в залежності від кліматичних умов) через 4-6 років. Таким чином, отримання 5-7 селекційних поколінь коропа (необхідних для формування породи) потребує не менше 25-30 років.

Як уже зазначалося, багато ознак у риб піддаються сильному впливу зовнішнього середовища. Велика паратипічна мінливість ускладнює виявлення генетичних відмінностей у селекціонуємих риб. Для оцінки

генетичної цінності окремих плідників або племінних груп риб потрібно постановка складних дослідів з великим числом повторювань.

Великі складнощі при проведенні селекційної роботи пов'язані з проживанням риб у водному середовищі. У процесі вирощування риби не можуть бути піддані прямому візуальному контролю. У зв'язку з цим селекція по деяким важливим ознакам, наприклад по активності споживання корму, оплаті корму і т.п., практично неможлива.

Проживання риб у водному середовищі створює надзвичайно великі складнощі і у відношенні контролю за умовами середовища, при ставковому вирощуванні можна забезпечити стандартні умови, необхідні для оцінки селекційного матеріалу.

Дуже складний індивідуальний облік риб. Відомі надійні способи мічення племінних риб застосовуються в основному на дорослих особинах.

Масовість матеріалу, дрібні розміри, складність мічення і велика рухливість риб створюють важко вирішувану проблему збереження селекційного матеріалу в чистоті.

Перераховані позитивні і негативні властивості риб як об'єктів селекції складають специфіку селекційно-племінної роботи з ними, визначають особливості її організації і методів ведення.

## 5.1 Чистопородне розведення

**Чистопородне (чисте) розведення** передбачає відтворення якої-небудь племінної групи (породи, породної групи, внутрішньопородного типу і т. п.) "*в чистоті*". За ступеня споріднення плідників чистопородне розведення підрозділяють на *родинне (інбридинг)* і *неродинне (аутбридинг)*.

**Інбридинг.** Під *інбридингом* розуміють отримання потомства від плідників, що знаходяться в ближньому ступені споріднення. *Ступінь споріднення* визначається числом поколінь до спільного предка. Парування особин, що мають загального родича в першому поколінні (спаровування типу: брат х сестра, батько х дочка), називають *тісним інбридингом* або *близькоспорідненим розведенням*; в інших випадках говорять про *помірний інбридинг*.

Інбридинг як метод розведення широко використовують в селекції багатьох сільськогосподарських тварин. Родинне розведення необхідне, зокрема, для збереження в селекціонуемому стаді цінних генів, отриманих від видатного родоначальника (розведення по лініях, сімейна селекція і т.п.). Помірний інбридинг прискорює процес стабілізації породи. Інбридинг є обов'язковим прийомом при створенні генетично однорідних груп, призначених для промислової гібридизації.

Показником *ступеня інбридингу* служить **коефіцієнт інбридингу**, під яким розуміють ймовірність зменшення числа гетерозиготних локусів в порівнянні з вихідним станом. Наприклад, якщо припустити, що у вихідній популяції 80% всіх локусів знаходилися в гетерозиготному стані, то при коефіцієнті інбридингу 0,3 число гетерозиготних локусів знизиться на 24% і складе 56%, в той час як число гомозиготних локусів підвищиться до 44%. Однак слід мати на увазі, що це лише розрахункові, імовірнісні величини. Підвищенню ступеня гомозиготизації в значній мірі можуть перешкоджати (особливо при помірному інбридингу) природний і штучний відбір, які підтримують в популяції збалансовані поліморфні системи.

У роботах з рибами коефіцієнт інбридингу  $F$  визначають за кількістю плідників, які використовуються для одержання потомства. При співвідношенні самок і самців - 1:1 величину коефіцієнта інбридингу за одне покоління  $F_X$  обчислюють наближено:

$$F_x = 1/(2N), \quad (5.1)$$

де  $N$  - загальне число використовуваних для відтворення плідників.

При визначенні коефіцієнта інбридингу, що досягається за кілька поколінь спорідненого схрещування ( $F_t$ ), використовують формулу:

$$F_t = 1 - (1 - F_x)^t, \quad (5.2)$$

де  $t$  - число поколінь.

Наведені формули розрахунку коефіцієнта інбридингу носять наближений характер: вони були б повністю справедливі тільки за умови вільного схрещування (панмиксії) і відсутності відбору, чого зазвичай не буває при розведенні домашніх тварин.

Родинне розведення веде, як правило, до пригнічення ряду ознак - **інбредних депресій**. Основною причиною інбредних депресій є перехід в гомозиготний стан і, як наслідок, - фенотипічні прояв шкідливих рецесивних генів. Важливу роль при цьому відіграє також порушення систем збалансованого поліморфізму.

При інбридингу різко знижуються виживаність і плодючість нащадків, а в деяких випадках близькоспоріднене розведення веде до повної втрати селекційного матеріалу. Тому при створенні високоінбредних ліній закладають звичайно безліч (кілька десятків і навіть сотень) груп, з яких надалі зберігається лише незначна частина особин, витримали тривалий інбридинг.

Інбредних депресії найбільш сильно виражена в популяціях, раніше не піддаваних інбридингу. У перших поколіннях близькоспорідненого розведення ступінь депресії зростає, в подальшому вона може стабілізуватися і навіть дещо знизитися за рахунок відбору та накопичення в популяції комплексу генетичних факторів, що компенсують вплив шкідливих генів.

Ступінь інбредних депресії залежить від швидкості наростання коефіцієнта інбридингу. За допомогою помірно спорідненого схрещування можна домогтися відносно високих значень коефіцієнта інбридингу (близько 30-40%) без істотного зниження життєздатності і продуктивності тварин. У цьому випадку гомозиготності зростає лише по окремих генах із збереженням збалансованого поліморфізму по найбільш важливим локусам.

Ступінь прояву інбредних депресії сильно залежить від інтенсивності і спрямованості відбору. При інтенсивній селекції за ознаками, найбільш схильним інбредних депресії (плодючість, життєздатність, темп росту та ін), йде автоматичний відбір гетерозигот. Це сприяє збереженню поліморфізму по найважливішим генетичним системам і тим самим частково або майже повністю нейтралізує негативний вплив інбридингу.

Наслідки інбридингу на рибах вивчені поки що недостатньо. Є відомості, що у коропа одне покоління тісного інбридингу (схрещування сибсов) знижує темп росту на 15-20%; поряд з цим значно знижується виживаність, збільшується відносно число виродків. За даними Г. Кінкайда, схрещування сибсов форелі протягом двох поколінь знизило виживання молоді на 29,7%, темп росту на 33,5%, ефективність використання корму на 14,9%; число особин з різними морфологічними дефектами збільшилося майже вдвічі. Негативні наслідки інбридингу відзначені і в інших видів риб.

Особливо сильно позначається інбридинг на відтворної системі. Так, у високоінбредних гіногенетичних самок коропа ( $F = 0,6 / 0,8$ ) спостерігалися затримка статевого дозрівання і різні порушення в розвитку яєчників: близько 40% всіх досліджених риб мали ознаки інтерсексуальні, зустрічалися і стерильні особини.

**Аутбридинг.** *Аутбридингом* називають отримання потомства від неспоріднених плідників. Неспорідненими зазвичай вважають особин, у яких спільні предки відсутні не менше ніж у п'яти поколіннях. *Аутбридингом* називають також систему випадкових схрещувань (панмиксія) при достатньої чисельності плідників, що беруть участь у відтворенні (20 пар і більше).

Аутбридинг зберігає високу гетерозиготність селекціонуємої популяції. Зазвичай його застосовують на більш пізніх стадіях

селекційного процесу для забезпечення масової репродукції племінного матеріалу.

## 5.2 Схрещування

Отримання потомства від плідників, що відносяться до різних племінних груп (породам, внутрішньопородного групам, відводками і т. п.), називають **схрещуванням**. При схрещуванні більш віддалених форм (підвидів, видів і т.п.) говорять про **гібридизації**.

Схрещування призводить до об'єднання спадкових задатків генетично різних особин. Одержуване потомство володіє збагаченою спадковістю, що відкриває широкі можливості для селекції. Схрещування є, таким чином, одним з найважливіших прийомів, використовуваних для поліпшення існуючих і виведення нових порід (перетворювальне схрещування).

Залежно від поставленого завдання вихідні неспоріднені групи використовують в схрещуваннях одноразово чи багаторазово. У відповідності з цим розрізняють кілька типів перетворювального схрещування (рис. 5.1).

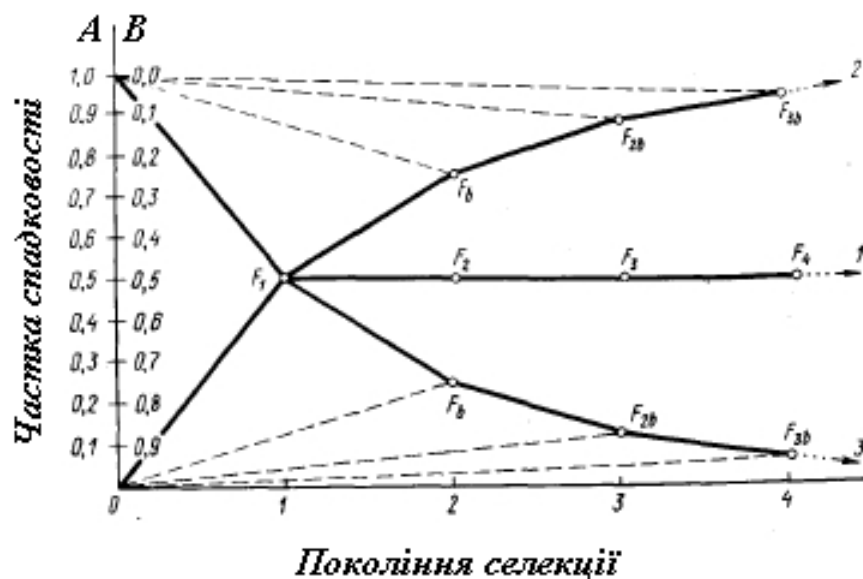


Рис. 5.1 Основні типи перетворювального схрещування:  
 1 – відтворювальне, 2 – ввідне, 3 – поглинальне;  
 A – покращувальна, B – покращувальна племінні групи.  
 Пунктирною лінією позначені повернення схрещування гібридів з групи A (зверху) та B (знизу).



**Відтворювальне схрещування** - одноразове схрещування плідників різного походження. Отриманих гібридів надалі відтворюють "в собі"; в ряду поколінь проводять інтенсивний відбір в напрямку, що відповідає завданню селекції. На початку селекції іноді послідовно схрещують три (і більше) групи тварин (складне відтворювальне схрещування). При цьому прагнуть, щоб кожна з вихідних груп володіла якимись цінними властивостями, об'єднання яких було б бажаним в створюваній породі. Такий метод створення порід називають **синтетичною селекцією**.

**Відтворювальне схрещування** і його різновид - **синтетична селекція** - отримали дуже широке застосування в рибництві. Цей метод використаний в селекційних роботах з ропшінським, білоруським і парським коропами. На основі синтетичної селекції ведеться створення породи середньоросійського коропа. Особливий інтерес представляє синтетична селекція з використанням віддаленої гібридизації (наприклад, при схрещуванні різних видів осетрових, товстолобиків, деяких лососевих риб, тиляпія), що дозволяє створювати нові форми, відсутні в природі.

**Ввідним схрещуванням** називають одноразове схрещування місцевої породи або безпородної групи з породою-поліпшувачів. Потім отриманих гібридів протягом кількох поколінь схрещують з вихідної місцевої формою.

**Вступне схрещування** застосовують звичайно в тому випадку, коли місцевий матеріал задовольняє в цілому вимогам селекціонера. Схрещування ж використовують для передачі лише якогось одного або небагатьох властивостей, відсутніх у місцевої породи.

Вступне схрещування було використано в роботах по селекції нівчанського внутрішньопородного типу української коропа: для підвищення загальної життєздатності українських коропів їх схрестили з ропшінськими коропами, а потім провели два поворотних схрещування отриманих гібридів з українськими коропами.

**Поглиналине схрещування** - багаторазове схрещування гібридів з породою-поліпшувачів. У тваринництві цей метод застосовують для поступової заміни місцевих стад цінних племінним матеріалом. При цьому самок місцевих стад схрещують з самцями завезеної цінної породи. У рибництві даний метод не представляє особливого інтересу: замість нього доцільна пряма заміна місцевого матеріалу, що завдяки високій плодючості риб досягається порівняно швидко.

Схрещування має і негативні наслідки. При схрещуванні відбувається порушення генетично збалансованих систем, що склалися в ході попередньої селекції породи. Проведення багаторазових схрещувань при повільній зміні поколінь у риб потребує багато часу і затягує селекційний процес.

**Перетворювальне схрещування** у всіх випадках повинно поєднуватися з інтенсивним відбором, направленим на закріплення корисних властивостей у селекційного матеріалу.

### 5.3 Регулювання статі та отримання стерильних риб

Регуляція статі у риб може бути використана для вирішення різних селекційних і рибогосподарських завдань. В першу чергу методи регуляції статі розробляються для отримання особин якоїсь однієї бажаної статі, представники якої мають переважну господарську цінність. У більшій частині об'єктів рибництва перевагу при товарному вирощуванні мають самки, оскільки вони пізніше дозрівають і в зв'язку з цим краще, ніж самці, ростуть. Проблема отримання одностатево-жіночих потомств особливо актуальна для лососевих і осетрових риб, самки яких продукують делікатесний харчовий продукт - червону і чорну ікру. Вирощування одностатевих потомств запобігає безконтрольному нересту плідників і тим самим забезпечує можливість регулювання чисельності риб. Останнє дуже важливо при зарибленні швидкодозріваючими високо плодовитими рибами (наприклад, тилapia) водойм (озер, неспускних ставків, водосховищ), що не обловлюються. Надійний контроль над відтворенням необхідний і при випуску у водойми маловивчених нових видів, зокрема при проведенні робіт з акліматизації.

Одним з найбільш перспективних способів отримання одностатево-жіночих потомств є *гормональна інверсія статі*.

Методи гормональної інверсії (перетворення генотипових самок у функціонально повноцінних самців або генотипових самців у самок) розроблені в даний час для багатьох видів риб, включаючи і об'єкти товарного рибництва (короп, форель, білий амур і ін.). Введення в певних дозах чоловічого статевому гормону (метилтестостерону) на ранніх стадіях онтогенезу, що відповідають початку диференціювання статевої залози, призводить до розвитку сім'яників у генотипових самок. Таким чином, можна отримати функціонально повноцінних самців з хромосомною конституцією самок ( $XX$  - при жіночій гомогаметних,  $ZW$  - при жіночій гетерогаметних). І навпаки, обробка молоді жіночими статевими гормонами (естрогенами) призводить до розвитку статевої залози у генотипових самців за жіночим типом і дозволяє отримувати самок-інверсантів ( $XY$  або  $ZZ$ ).

В роботах з об'єктами товарного рибництва практичний інтерес частіше представляє вирощування одностатево-жіночих потомств, що (при жіночій гомогаметних) може бути досягнуто шляхом схрещування звичайних самок з самцями-інверсантами: ♀ ♀  $XX$  x ♂ ♂  $XX$  =  $XX$  (♀ ♀ ,

100%). У зв'язку з цим значне число досліджень було присвячено отриманню самців-інверсантів XX. Для вирішення цього завдання особливо зручно використовувати гіногенетичні (одностатеві жіночі) потомства, оскільки всі самці, отримані в результаті гормонального впливу на гіногенетичну молодь, є безумовно генотипічними самками; далі проводять схрещування таких самців інверсантів із звичайними самками (рис. 5.2).

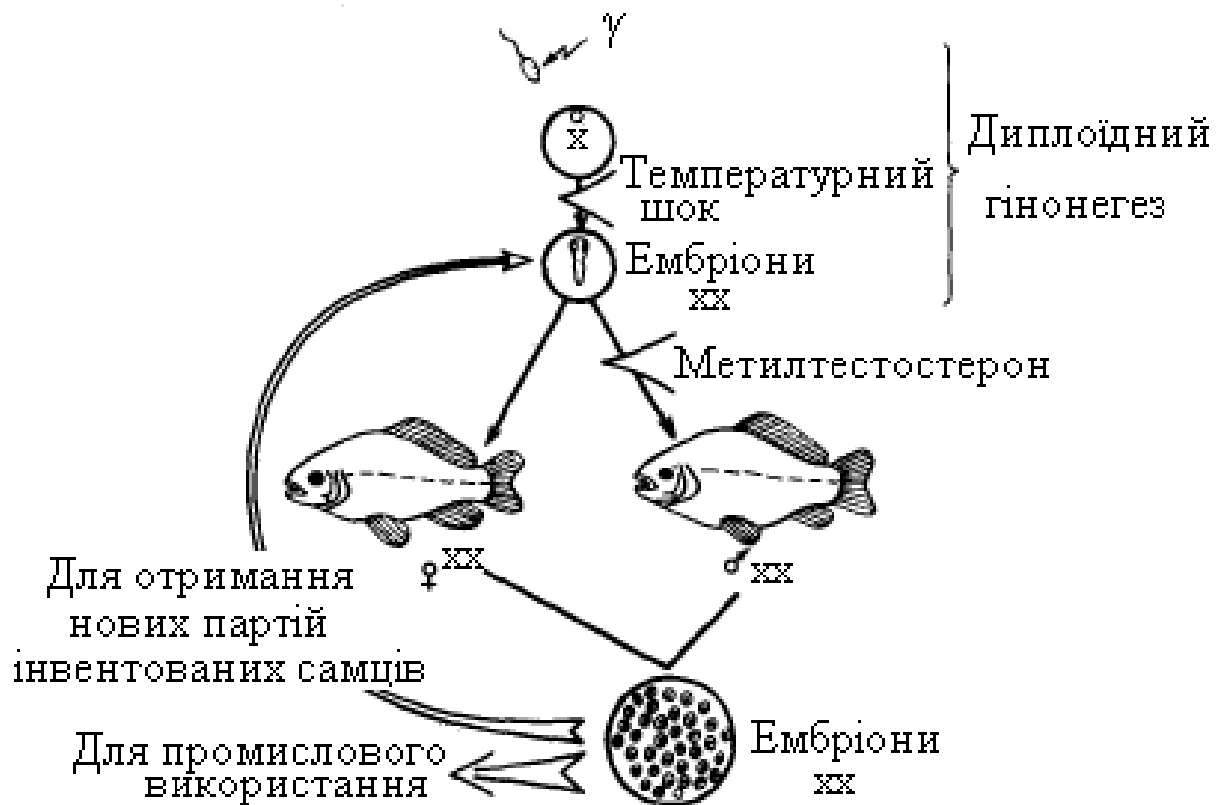


Рис. 5.2 – Схема отримання одно статево-жіночого потомства за допомогою індукованого гіногенезу та гормональної інверсії статі у видів з жіночою гомогаметністю.

Розглянутий спосіб отримання одностатевих жіночих потомств на відміну від індукованого гіногенеза забезпечує отримання фізіологічно повноцінних самок. Він був використаний в роботах з коропом і декількома видами лососевих риб; найближчим часом його намічено застосувати в роботах з рослиноїдними рибами.

Детальні дослідження проведені на коропах. Показано, що самці-інверсанти коропа репродуктивно повноцінні і дають цілком нормальне потомство. У селекції угорського коропа самці-інверсанти (отримані з

гіногенетичних самок) успішно використовуються в міжлінійних схрещуваннях.

У деяких випадках отримання одностатевих потомств можливо за допомогою схрещування різних (близьких) видів. Так, при схрещуванні деяких видів теляпії в потомстві з'являються лише самці. Одне з можливих пояснень цього полягає в наявності різних типів хромосомного визначення статі у схрещується видів. Якщо у одного виду гомогаметною підлогою є самки ( $XX$ ), а в іншого - самці ( $ZZ$ ), то при домінуванні фактора чоловічої статі всі отримані від такого схрещування нащадки ( $XZ$ ) будуть самцями. Одностатеві-чоловіче потомство дає гібридизація і деяких видів сонячних риб *p. Lepomis*.

Одностатеві-чоловічі гібридні потомства теляпії широко використовуються в рибництві деяких південних країн, насамперед для попередження неконтрольованого розмноження риб та регулювання їх чисельності у водоймі. Товарне вирощування самців теляпії дозволяє, крім того, підвищувати рибопродуктивність водойм завдяки кращому росту самців (у порівнянні з самками).

Поряд з вирощуванням одностатевих потомств рибогосподарський інтерес може представляти вирощування повністю стерильних риб. Використання останніх також дозволяє контролювати чисельність риб у водоймі. Крім того, придушення генеративного обміну у стерильних риб має сприяти їх кращому росту.

**Генетичним прийомом отримання стерильних риб** є індукований триплоїд - отримання особин з потрійним набором хромосом. При триплоїді затруднена нормальна кон'югація хромосом в мейозі, що веде до порушення гаметогенезу і до стерильності.

Отримання триплоїдних нащадків досягається за рахунок дішюїдизації жіночого хромосомного комплексу і його подальшого об'єднання з гаплоїдним-чоловічим в процесі запліднення. Єдина складність в даному випадку полягає в реставрації диплоїдного набору жіночих хромосом. Як і при індукованому гіногенезі, це завдання вирішується за допомогою температурних шоків або інших експериментальних дій з подібним цитологічним ефектом. Другий, більш складний шлях передбачає попереднє отримання тетраплоїдних риб, які (у разі нормального проходження у них мейозу) повинні продукувати диплоїдні гамети.

З використанням першого способу триплоїди отримані у багатьох видів риб, у тому числі у коропа, райдужної форелі, атлантичного лосося (і інших видів лососевих риб), каналного сомика, європейського сома, білого амура, горчача, різних видів камбал. Тетраплоїдні особини отримані поки що тільки у райдужної форелі.

### *Питання для самоперевірки до розділу 5*

1. Що називається зовнішнім заплідненням?
2. Що називається чистопорідним (чистим) розведенням?
3. Що таке інбридинг?
4. Що показує коефіцієнт інбридингу?
5. Охарактеризуйте інбредні депресії
6. Від чого залежить ступінь прояву інбредних депресій?
7. Що називають аутбридингом?
8. Для чого потрібен аутбридинг у селекції?
9. Дайте порівняльну характеристику інбридингу і аутбридингу.
10. Що називається гібридизацією?
11. Що називається схрещуванням?
12. Які види схрещування вам відомі?
13. Охарактеризуйте метод створення порід, що називається синтетичною селекцією.
14. Охарактеризуйте відтворювальне схрещування.
15. Охарактеризуйте ввідне схрещування.
16. Охарактеризуйте вступне схрещування.
17. Охарактеризуйте поглинальне схрещування.
18. Охарактеризуйте перетворювальне схрещування.
19. Охарактеризуйте методи гормональної інверсії.
20. Які самці називаються самцями інверсантами?
21. Що таке температурний шок?
22. Який прийом використовують для отримання стерильних риб?

## 6 СЕЛЕКЦІЙНО-ПЛЕМІННА РОБОТА У РИБНИЦТВІ

Селекційно-племінна робота полягає в планомірному систематичному поліпшенні господарсько-цінних якостей вирощуваної риби (збільшення швидкості росту, підвищення стійкості до різних факторів середовища, посилення опірності до хвороб, покращення смакових якостей, прискорення дозрівання, збільшення плодючості, більш раннє дозрівання та ін.) На основі відбору слід прагнути сформувати таке племінне стадо, яке забезпечило б вирощування рибопосадкового матеріалу та товарної риби необхідної якості і в потрібній кількості при найменших витратах засобів і праці.

Проводячи селекцію, рибовод повинен знати, що це тривалий процес, кінцеві результати якого не завжди можна передбачити, через те що стійкість селекціонуємих ознак знаходиться в залежності від багатьох факторів. Крім того, придбані ознаки не завжди повністю передаються потомству. Тим не менш правильно поставлена робота по селекції дає дуже хороші результати, компенсуючи витрати коштів і часу. Рибоводи зобов'язані систематично вести спрямований відбір, відбракувати особини, що не відповідають тим або іншим вимогам.

Відбір проводять з урахуванням як морфологічних, так і фізіологічних ознак. У першому випадку звертають увагу на комплекс пластичних і меристичних ознак, особливо на форму тіла, мускулистість, величину голови, забарвлення тіла і розвиток плавників, у другому - на швидкість росту, ставлення до природних і штучних кормів, опірність хворобам, якість статевих продуктів. Підвищений темп росту, велика плодючість, раннє настання статевої зрілості, рівномірність росту, опірність хворобам, невеликі відходи - це основні ознаки, за якими слід проводити селекцію. Як відзначає Е.А. Боровик, потрібно враховувати також вік дозрівання, час нересту, кількість, розмір і забарвлення ікри. В штучній селекції користуються методами негативного масового відбору, позитивного масового відбору, а також методом індивідуального відбору з перевіркою спадкових ознак, причому останній метод найбільш складний. В.С. Кирпичников поряд з масовим добором, який необхідно удосконалювати, виділяє відбір по потомству, при якому здійснюють оцінку відібраних особин в зрілому стані. Якщо є можливість зіставити у порівнянних умовах достатнє число потомств, то проводять сімейний відбір. **Основним методом селекції є масовий відбір, а головним критерієм при відборі - маса селекціонуємих риб.** На початку цієї роботи необхідно виявити з кількох груп, популяцій риб найбільш продуктивну, швидкорослу і менш піддану різних захворювань. Для цього в господарство завозять ікру або личинок, цьоголіток або годовиків риб

різних ліній з різних господарств. Найкраще завозити ікру, отриману від плідників одного віку. Більш дрібну ікру слід відбракувати. Необхідно пам'ятати, що завозити ікру можна тільки з благополучних по захворюваннях господарств при суворому дотриманні правил ветеринарного нагляду.

Інкубацію ікри проводять в апаратах, застосовуваних в господарствах, проте всі партії ікри інкубують в однакових умовах. Коли ікру доставляють з різних господарств, то враховують загальний відхід, час початку і кінця викльова, кількість потворних личинок.

У подальшому проводять роздільне витримування личинок, вирощування молоді, цьоголіток, годовиків і дволіток, бажано з потрійною повторністю. Одночасно з роздільним вирощуванням слід провести і спільне вирощування різних порівнюваних груп.

При спільному вирощуванні обов'язково *мічення риб*. Застосування того чи іншого способу мічення залежить від конкретних завдань. У будь-якому випадку мітки повинні бути добре видні на тілі риби, не заважати руху, добре зберігатися і легко наноситися або кріпитися. Часто використовують підрізання плавників (жирового, грудних або черевних). Слід мати на увазі, що плавці здатні відростати знову (регенерувати).

Використовують *спосіб підшкірного забарвлення* діхлортріазіновими (М-проціоновими) барвниками, які вводять за допомогою шприца в область між грудними і черевними плавниками. Для приготування робочого розчину беруть 200 мг барвника і розчиняють в 10-15 см<sup>3</sup> дистильованої води. На велику рибу витрачають до 0,5 см<sup>3</sup> розчину барвника. Така мітка може зберігатися до 7 років. Мічення барвниками можна проводити на рибах починаючи з маси 15 г.

Для індивідуального і масового мічення застосовують і *підвісні мітки*. Колір міток повинен бути нейтральним. Прикріплюють їх до спинного або черевних плавників. Підвісні мітки застосовують для риб масою не менше 15 м. Перспективний метод холодного таврування форелі рідким азотом. Клеймо добре зберігається на шкірі і легко переноситься рибою.

Методика рибоводних робіт по догляду за племінною рибою звичайна, прийнята в господарстві.

Швидкорослих, добре вгодованих, позбавлених дефектів годовиків і дволіток виділяють в племінній фонд, з якого згодом формують маточне стадо.

В кінці першого року вирощування проводять м'яке бракування і для подальшої роботи залишають 20-50% вирощеної риби, тобто половину годовиків бракують і передають для звичайного товарного вирощування. Необхідно пам'ятати, що самці на першому році життя ростуть швидше і тому в відібраній швидкозростаючою групі самців може виявитися більше,

ніж самок. Щоб цього не сталося, залишають і особин, які за масою трохи поступаються лідерам.

Масовим добором передбачається збереження для племінного розведення особин, які відрізняються від своїх однолітків великими розмірами тіла, кращим екстер'єром, більшою життєстійкістю і т.п. Рибовод проводить ретельний відбір і залишає кращих особин. Ступінь суворості відбору характеризується коефіцієнтом напруженості відбору ( $V$ ), тобто відношенням числа відібраних риб ( $n$ ) до загального числа вирощених ( $N$ ) у відсотках:

$$V = \frac{n \cdot 100}{N}. \quad (6.1)$$

Істотним показником жорсткості відбору є селекційний диференціал ( $S$ ), який показує різницю у величині ознаки між відібраними і невідібраними особинами.

Вираз селекційного диференціала в середніх квадратичних відхиленнях ( $\sigma$ ) характеризує інтенсивність відбору ( $i$ ):

$$i = \frac{S}{\sigma}. \quad (6.2)$$

Ефективність селекції ( $R$ ) визначають за формулою

$$R = i\sigma h^2, \quad (6.3)$$

де  $h$  - спадковості відмінностей за цією ознакою.

Індивідуальний відбір передбачає оцінку плідників по потомству або при порівнянні декількох сімейств. Для проведення індивідуального відбору необхідно вирощувати багато сімейств одночасно в однакових умовах і без змішання. Це технічно важко здійсненне завдання, тому в рибництві частіше застосовують масовий добір.

Найбільш ретельний відбір проводять при досягненні фореллю товарної маси. Восени з вирощених дволіток залишають тільки 5-10% початкової кількості годовиків.

Для трирічних і чотирирічних риб жорсткість відбору різко зменшується. Серед них проводять лише коригувальний відбір, що становить 5% від загальної кількості риб. Вибраковують риб з дефектами тіла, щелеп, плавців, хворих, травмованих, сильно відстали в рості і т.п. За даними Г.Г. Савостьянова, в форелевих господарствах Північно-Заходу на



плем'я залишають годовиків масою в середньому 0,02-0,04 кг, дволіток - 0,2-0,4, трьохлітки - 0,7-1,0 і чотирирічки - 1,2 - 1,6 кг.

## 6.1 Система організація селекційно-племінної роботи

Основні принципи організації селекційно-племінної роботи в ставковому рибництві були розроблені в 50-60-х роках радянськими рибоводами-селекціонерами В.С. Кирпичниковим, К.А. Головінською і А.І. Куземою. З урахуванням досвіду тваринництва ними була запропонована триступенева схема організації селекційно-племінної роботи, що передбачає три типи рибоводних господарств:

- селекційно-племінні господарства вищого типу;
- племрозсадники-репродуктори;
- промислові господарства.

Селекційно-племінні господарства вищого типу (1-й тип) займаються створенням нових порід. Покращений племінний матеріал з таких господарств надходить для масової репродукції в племрозсадники-репродуктори (2-й тип). Останні займаються вирощуванням ремонту і забезпечують плідниками промислові господарства (3-й тип).

За вищенаведеною схемою працюють коропові господарства на Україні, де діють три типи спеціалізованих господарств: селекційні господарства, племрозсадники-репродуктори I категорії і племрозсадники-репродуктори II категорії.

**Племрозсадники-репродуктори I категорії** суміщають функції селекційного господарства і репродуктора: займаються поліпшенням породних якостей і масовим відтворенням районованих породних і зональних типів українських коропів.

**Племрозсадники-репродуктори II категорії** займаються масовим відтворенням внутрішньопородних і зональних типів українських коропів. Є також господарства, спеціалізовані на репродукції ропшінського коропа і амурського сазана (використовуваних для промислової гібридизації з українськими коропами).

В даний час на Україні функціонує 24 племрозсадника-репродуктора I і II категорій, потужність яких майже повністю задовольняє потребу рибгоспів України в племінному матеріалі; частина плідників реалізують також у рибгоспи інших республік.

Аналогічна схема організації селекційно-племінної роботи з коропом існує в Молдавії і в Литві, а також частково впроваджена в Білорусії і в деяких районах РСФСР.

Накопичений до теперішнього часу досвід показує доцільність подальшої концентрації в спеціалізованих господарствах-репродукторах

робіт з племінним матеріалом, включаючи і отримання від вирощених плідників потомства для товарного вирощування. Репродуктори в цьому випадку функціонують як відтворювальні комплекси, що забезпечують промислові рибгоспи не плідниками, а личинками, підрощеними мальками і т.п. Загальна схема організації селекційно-племінної роботи стає двоступеневою, так як випадає третя ланка - робота з плідниками в промислових рибгоспах.

Двоступенева схема організації селекційно-племінної роботи з коропом в даний час впроваджена лише в окремих районах країни. У найближчому майбутньому намічено повністю перейти на роботи по цій схемі в Казахстані, Молдові, Узбекистані та деяких інших республіках.

Двоступенева схема організації селекційно-племінної роботи має ряд переваг у порівнянні з описаною вище триступеневою, а саме:

- дозволяє (при наявності в репродукторах потужних інкубаційних цехів) сконцентрувати отримання молоді в невеликій кількості спеціалізованих господарств;
- забезпечує можливість більш раціонального використання наявного племінного фонду;
- спрощує функції промислових господарств і зменшує вартість їх будівництва;
- зменшує небезпеку поширення інфекційних захворювань.

Концентрація всіх робіт з племінним матеріалом в обмеженому числі господарств спрощує систему організації племінної справи в галузі, скорочує потребу в фахівцях, забезпечує більш високу продуктивність праці.

Ефективність двоступеневої схеми організації селекційно-племінної роботи підтверджується досвідом робіт з рослиноїдними рибами, виробництво яких майже повністю зосереджено в нечисленних спеціалізованих відтворювальних комплексах.

## **6.2 Вимоги до умов вирощування риб при селекції**

Відомо, що різні породи тварин, а також окремі індивідууми по-різному реагують на умови утримання. Добре відселекціоновані породи проявляють властиву їм високу продуктивність тільки при достатньо високому біотехнічному рівні, в той час як при несприятливих умовах і особливо при обмеженому харчуванні більш продуктивними можуть виявитися безпородні тварини.

Таким чином, фенотипічні значення ознаки, по якому судять про племінної цінності тварини, залежить від певного поєднання спадкових факторів і умов середовища. Взаємодія "генотип - середовище" особливо

сильно проявляється у ознак з низькою спадковістю, що володіють високою паратипічною мінливістю, таких, як, наприклад, ріст і виживання.

У ставкових риб особливо сильний вплив на результати оцінки відносної цінності різних груп може надати різна щільність посадки при вирощуванні, рівень якої визначає забезпеченість риб природною їжею. Це положення ілюструють досліди по спільному вирощуванню різних груп коропа (табл. 6.1)

Таблиця 6.1 – Ріст різних груп коропа при різній щільності посадки.

Щільність посадки коропа, шт./га	Приріст, г					
	ВВ*	Нашіце	Дор	ВВ×Нашіце	ВВ×Дор	Середнє
10700	264	278	394	378	383	357
6500	297	352	517	454	457	450
6500	367	479	593	505	535	545
3200	468	795	874	725	740	815

З табл. 6.1 видно, що найбільш відселекціонована група Дор у всіх випадках займає перше місце по росту, примітивна група китайських коропів (ВВ) - останнє. Однак із збільшенням щільності посадки ці відмінності зменшуються. Те ж саме відноситься і до іншої групи європейських культурних коропів - Нашіце, яка в умовах щільної посадки майже не відрізняється по росту від китайських коропів. Зі зміною щільності посадки змінюється і відносна цінність гібридних груп. Особливо це помітно при порівнянні групи Нашіце і гібрида ВВ х Нашіце. При щільній посадці гібриди обганяють групу Нашіце майже на 40%, в той час як при рідкій посадці, навпаки, перевага по росту мають коропи Нашіце. В інших дослідах при вирощуванні риб без годування (у ставки вносили тільки гній) відселекціоновані європейські коропи практично повністю втратили перевагу по продуктивності перед китайськими коропами. Та ж тенденція спостерігалася і при заміні гранульованого комбікорму на менш повноцінний корм - зерно.

Порівняльна оцінка росту дволіток коропа і коропокарасевих гібридів при різній щільності посадки також дала різні результати. При загальній щільності посадки риб 4,2-4,9 тис. шт. на 1 га швидкість росту у коропа і гібридів була приблизно однаковою. Однак в умовах розрідженої щільності (1 тис. шт. на 1 га) коропи значно обігнали гібридів по масі, незважаючи на стартову перевагу гібридів.

Фактор взаємодії, таким чином, може зробити істотний вплив на результати порівняльної оцінки племінної цінності різних груп (або

окремих особин), що вказує на важливість підтримки певних умов середовища при проведенні селекції.

Викладені вище дані підкреслюють помилковість уявлень про доцільність вирощування селекційного матеріалу в особливо сприятливих умовах, при розрідженій щільності посадки. Такі уявлення (все ще широко поширені серед рибоводів) частково пов'язані зі збереженими хибними думками щодо спадкування "благоотриманих" ознак. При цьому упускається з виду, що зміна спадкових якостей розводжуваного об'єкта можливе лише під впливом відбору та направлено в сторону пристосування риб до умов, в яких вирощується селекціонуємий матеріал. Селекціонер повинен володіти такою технологією і передбачити основні тенденції її розвитку в майбутньому. Останнє положення особливо важливо стосовно рибництва - відносно молодій галузі тваринництва, схильної до швидкого прогресу.

Викладені вище вимоги до умов вирощування селекційного матеріалу поширюються на період, що передує основним відбору (наприклад, при селекції коропа за масою тіла - до досягнення рибами дворічного віку). Надалі основним завданням стає вирощування фізіологічно повноцінних плідників, що досягається за рахунок оптимізації умов (розрідженої посадки, годування високоякісними кормами і т. п.). Вирощені в таких умовах плідники можуть повною мірою проявити свої спадкові відмінності по репродуктивним властивостям (швидкість статевого дозрівання, плодючість і т. п.), що дозволяє вести відбір і по цим важливим ознаками.

Дотримання виробничих умов до досягнення рибами "товарного віку" необхідно при проведенні всіх селекційних заходів, включаючи порівняльну оцінку продуктивності різних племінних груп, проведення масового і індивідуального відбору. Ці ж вимоги поширюються на спеціальні дослідження, пов'язані з селекцією, такі, як вивчення впливу інбридингу, оцінка комбінаційної здатності різних племінних груп, визначення коефіцієнта спадковості ознак та ін.

Основними методичними вимогами, яких необхідно дотримуватися при проведенні селекційних робіт з рибами являються:

1. при відтворенні селекційного матеріалу повинна підтримуватися його генетична гетерогенність, що досягається певною чисельністю плідників (15-20 пар і більше);
2. уникнути випадкових стартових відмінностей, що збільшують неспадкові мінливості в потомстві, необхідний одноразовий нерест всіх використовуваних для відтворення плідників. При заводському способі відтворення цю умову виконати нескладно: потомство отримують, змішуючи статеві продукти від всіх самок і самців;

3. вирощування племінних риб доцільно проводити в одному, достатньому по площі ставку. У разі вирощування в декількох ставках наступне об'єднання риб неприпустимо, оскільки це може призвести до істотного збільшення паратипічної мінливості, знижує ефективність відбору;
4. основний відбір риб по росту слід проводити в "товарному віці": при дворічному обороті - серед дволіток, при трирічному - серед тріліток. У більш ранньому або більш пізньому віці проведення інтенсивного відбору неефективно, оскільки кореляція величини маси тіла у риб різного віку порівняно невисока;
5. вирощування племінних риб до проведення основного відбору, слід проводити в умовах, близьких до виробничих.

### 6.2.1 Правила визначення та реєстрації індивідуальних показників риб

Маса риб прийнята як основний показник при відборі. Переклад молодих плідників з ремонту в маточне стадо виробляють по масі і по мірі вираженості статевих відмінностей. Для племінних цілей залишають тих риб, у яких вони добре виражені.

**Ознаки захворювань і каліцтв. Захворювання риб** - одна з причин вибракування і визначається в господарстві іхтіопатологами. Разом з хворими вибракуванню підлягають риби з явними каліцтвами голови, зябрових кришок, хвостового хребця і т. д.

**Статеві відмінності і ознаки готовності до нересту.** Плідники, готові до нересту, мають чітко виражені статеві відмінності: опукле м'яке черевце у самок, шлюбний наряд у самців. При бонітування їх визначають в маточне поголів'я.

**Породна приналежність.** Якщо в господарствах крім чистих ліній коропа є сазани та їх гібриди, то на кожен таку групу риб складають відповідну відомість. Після цього їх класифікують і до I класу відносять ті категорії риб, які більш продуктивні для даного господарства. Для встановлення кращих продуктивних якостей створюють дві лінії розведення: лінію місцевих і лінію завезених риб.

**Лускатий покрив.** За лускатым покривом реєструють чотири форми коропа: лускатий, розкиданий (дзеркальний), лінійний і голий. Лускатою і розкиданістю коропів в господарствах використовують для створення двох ліній племінного розведення.

### 6.2.2 Підбір плідників для відтворення

При створенні племінного стада коропів обов'язковим є підбір для нересту або заводського розведення знаходяться не в спорідненості самок і самців. Підбираються плідники кращі за екстер'єром, мають господарсько-цінні характеристики попередніх років.

Рекомендована така схема підбору плідників по класах згідно шкали племінної оцінки (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Підбір плідників за класами

Сполучення	Клас самок	Клас самців
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	2	2
5	3	1
6	3	2
7	3	3

Краще потомство отримують при схрещуванні плідників різного віку в таких поєднаннях (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Підбір плідників за віком

Сполучення	Вік самок, роки	Вік самців, роки
1	6	5-7
2	7	5-6
3	8	5-6-7
4	9	5-6-7-8
5	5	6-7
6	6	5-6-7-8-9-10

Якість потомства в межах класів знижується по мірі збільшення порядкового номера поєднання.

При підборі плідників слід враховувати несприятливий вплив інбридингу на життєздатність і продуктивність риб. Для коропа встановлено зниження на 10-15% інтенсивності росту вже в першому поколінні при спарюванні - брат × сестра Щоб виключити небажані наслідки інбридингу, рекомендується використовувати метод двох

лінійного розведення, яке має стати обов'язковим для кожного племрозплідника-репродуктора.

### 6.2.3 Вирощування і годівля племінних риб

Перша умова правильного ведення селекційно-племінної роботи - це спеціальне вирощування риби в ставках, починаючи з цьоголіток. Масовий відбір найбільш великих особин при вирощуванні в звичайних виробничих ставках в більшості випадків не дає позитивного ефекту.

Отриманих заводським методом личинок витримують 3-4 дні (в залежності від температури води) до переходу їх на зовнішнє живлення та життєстійких стадій. При підрощуванні застосовують живий зоопланктон (коловертки, дрібні форми гіллястовусих ракоподібних, личинки і яйця артемії). Починаючи з шостого і по десятий день, личинок можна підгодовувати вже більш великими безхребетними, такими як дафнія. При відсутності живого зоопланктону застосовують борошно з селезінки, печінки, порошок і соєве молоко, стартові корми.

У період росту личинок плюсова температура води повинна бути на рівні 21-23 ° С, вміст кисню у воді не нижче 4 мг/л, рН - 7,0-6,2, сума солей у воді не більше 1000 мг/л.

Вирощувальні стави площею до 10 га необхідно ретельно підготувати. Їх очищають від торішньої рослинності, дно вапнують. Навесні ложе ставка зорюють. Встановлюють фільтри на водоподачу. Заповнюють водою на 30-40%. Вносять мінеральні добрива. Через 5 днів після заповнення ставків водою запускають одновікових личинок. За уріз води вносять органічні добрива і розкладають сінні снопики. Для стимулювання розвитку природної кормової бази у ставки до заповнення їх водою вносять гній з розрахунку 5 т/га, а в травні-липні в воду - суперфосфат і аміачну селітру.

Посаджених у ставки мальків у віці 10-13 днів необхідно почати підгодовувати сухим молоком, соєвим борошном, лялечками тутового шовкопряда або іншими сумішами. На ставках роблять кормові місця розміром 4х4 м для внесення комбікормів, з розрахунку 1 кормове місце на 5 тис. мальків. Кормові місця роблять на твердому ґрунті ложка ставка на глибині 0,4-0,8 м і позначають кілками. Кормові місця обов'язково вапнують і між ними розкладають органічні добрива. При температурі води 20° С кількість корму для цьоголіток становить 8-10% маси тіла.

Протягом усього періоду вирощування риби необхідно ретельно контролювати умови середовища існування і росту. Для цього в ставках щодня визначають температуру води, не рідше одного разу на тиждень - вміст розчиненого у воді кисню; два рази на місяць проводять

гідрохімічний аналіз, стежать за рівнем розвитку природної кормової бази. Два рази на місяць проводять контрольні облови риби для визначення росту цьоголіток, їх вгодованості. Лов проводять в дрібних місцях ставка, що розрізняються по глибині, з таким розрахунком, щоб було виловлено 0,2-0,25% всієї вирощуваної риби. При цьому від 5 до 10 цьоголіток піддають іхтіопатологічному огляду і аналізують вміст їх кишечника. Вживаність цьоголіток в вирощувальних ставах - 45-50%.

Вирощування цьоголіток закінчують при зниженні температури води до 8-10° С.

Рибу садять на зимівлю в ретельно підготовлені зимувальні ставки при щільності 300-500 тис. шт./га.

#### **6.2.4 Вирощування та утримання ремонтної молоді**

Відібраних годовиків пересаджують у нагульні стави, які підготовлені до експлуатації. Підготовка нагульних ставків полягає в їх осінньому осушенні, вапнуванні ложа, очищенню меліоративної мережі, ремонті дамб, водоподводящих та скидних споруд, установці рибозахисних пристроїв та весняному заповненні водою.

Зариблення нагульних ставків годовиками виробляють якомога раніше, в кінці березня - початку квітня, відразу після розтину ставка від льоду.

Заповнення ставка водою слід проводити через фільтри і сороуловітелі. Для знищення бур'янистої риби підсаджують годовиків судака і сома - по 50 шт. / га.

Необхідний ретельний контроль за гідрохімічним і температурним режимом ставків. У разі відхилень від норми вживають відповідних заходів. Вживаність в літніх і зимових ставках - 80% від посаджених на нагул або зимівлю риб.

У ремонтних ставках необхідно створювати хорошу кормову базу. Проводять ті ж меліоративні роботи, що і в вирощувальних ставах. У весняний період вкрай важлива підгодівля риби вітамінними кормовими сумішами, так як риба після зимівлі відчуває нестачу вітамінів. Величина раціону залежить від поїдання корму і температури води (табл. 6.4). Норму корму визначають за поїданням.

Годувати молодь риби треба правильно складеними кормосумішами. До їх складу включають корми тваринного і рослинного походження, збалансованими за протеїном, у тому числі по незамінним амінокислотам, мінеральним речовинам, вітамінів і мікроелементів.



Таблиця 6.4 – Величина раціону (у відсотках до маси тіла) в залежності від температури води для різних вікових груп коропа.

Вікові групи	Температура води, ° С				
	10	13	16	18	20
Дволітки	1	2	2,5	3	5-7
Трилітки	1	2	2,5	3	5-6
Чотирилітки	1	2	2,5	3	4-5

Так як при посадці на 1 га ставу 3-5 тис. годовиків коропа частка природної їжі знижується до 10-15%, кормова суміш повинна містити не менше 30% протеїну, 3-3,5% жиру і не більше 9-10% клітковини .

Добовий раціон для дволіток коропа повинен становити 14%, для триліток - від 3 до 5%, чотирьохліток - від 2,5 до 4,0% маси тіла.

### 6.2.5 Утримання і годівля племінних плідників

Одним із способів успішного проведення нерестової кампанії є годування плідників в переднерестовий та післянерестовий періоди.

Після того як на зимувальних ставках розтане лід, а температура води досягне 8-10° С, плідників починають підгодовувати. При досягненні температури води 10 ° С проводять бонітування. Плідників розсаджують в переднерестового стави площею до 0,5 га з розрахунку самок 300-500 шт./га, самців - 400-700 шт./га. Після нересту (заводського відтворення) плідників садять на літній нагул при щільності самок 200 шт./га і самців 300 шт./га. Інтенсивне годування плідників в переднерестовий період дозволяє зменшити або запобігти втрати в масі та отримати стійкі показники по плодючості самок і життєстійкості потомства. Збільшується відсоток самок, які віддали ікру після гіпофізарних ін'єкцій при заводському методі відтворення, зростає робоча плодючість, відсоток виживання молоді.

У перші дні годування норма дачі кормів становить 0,5-1,0 % від маси риби, або 40-50 г на 1 кг маси. З підвищенням температури кількість внесених кормів збільшують до 2-2,5 %. Кормосуміш повинна мати протеїнове відношення 1:3, тобто білкові добавки повинні складати до 30 %.

Годують плідників два рази на день - вранці і ввечері. Необхідно проводити ретельний контроль за поїданням корму і коректувати норму дачі кормів. Годування не повинне перериватися навіть при тимчасовому

зниженні температури. Після 10-15-денного годування при стійкій температурі води не нижче 15-16°C проводять відбір плідників на нерест.

Після нересту плідників слід годувати повноцінним кормом, що містить легкозасвоювані білки, вуглеводи, вітаміни та мінеральні добавки.

Так як промисловість ще не освоїла випуск комбікормів для плідників, повноцінні кормосуміші для них повинні мати 25-28 % сирого протеїну і 4-5 % сирого жиру. Годування повинне плануватися з урахуванням втрат маси за період зимівлі. Ці втрати становлять 5-10 % маси риби, переднерестового - 5-12 %, нерестові - до 15 %. Виходячи з цього, добовий раціон на початку сезону повинен становити 1-2 % від маси риби, в липні-серпні - до 3-4 %.

Корм рибі треба давати на кормових місцях чи кормових столиках. Кількість кормових місць встановлюють з розрахунку 1 місце на 25-30 плідників. Розміри кормового місця 1,5 x 1, 5 м. Іноді роблять кормові доріжки шириною до 5 м. Кормові місця і кормові доріжки відзначають завчасно віхами, кілками, буями.

При годуванні риби треба враховувати температуру води і вміст у ній кисню. Повну норму кормів дають при температурі 20-24 ° С, при зниженні температури до 17-18 ° С норму зменшують на 25-30 %, а при 14-16 ° С - на 50-60 %. Вміст кисню має бути не нижче 4 мг / л.

При вирощуванні плідників в сприятливих умовах (відсутність хвороб, хороший гідрохімічний режим) витрати корму зазвичай не перевищують 6-7 кг на 1 кг приросту.

Не можна годувати рибу зіпсованими, згірклими, пліснявими кормами, оскільки це може призвести до загибелі.

Восени рибу виловлюють, кожного плідника уважно оглядають, особливу увагу приділяють самкам, які мають ікру 4-й стадії зрілості.

На зимівлю садять плідників в ретельно підготовлені зимувальні ставки. Щільність посадки - 100 ц/га. Вживаність - 95%.

Після танення льоду на зимувальних ставках плідників підгодовують штучними кормами 2-3 рази на тиждень по 0,5-1,0% корму від маси риби. Такий режим можна підтримувати, поки температура води не підніметься до 10 ° С. Кормосуміші готують перед кожним годуванням, особливу увагу звертають на вітамінну підгодівлю.

Якщо при бонітування виявлена група самок, готових до нересту, але погодні умови не сприяють його проведенню, підгодовувати таких самок не слід. Менш готових до нересту самок необхідно підгодовувати.

При годуванні плідників слід особливу увагу приділяти складу кормосумішей. Вони повинні бути збалансовані по амінокислотам, вуглеводах, жирах, мінеральних речовин. У кормосуміші потрібно включати рибну, м'ясо-кісткове, кров'яне борошно, кормові дріжджі, лялечок шовковичного шовкопряда, сухе м'ясо моллюсків, риб'ячий; жир.

Вітамінний корм готують окремо, а потім 10-15% його додають до комбікормів. При дефіциті рибного борошна її можна замінити крилеве. Вона містить до 50% і більше високоякісного білка, від 6 до 15% жиру, багата каротиноїдами і мінеральними речовинами.

Для сумішей можна використовувати пророслу пшеницю - 25%, варену картоплю - 25%, рибний комбікорм - 50%, пророслий ячмінь - 40-50%, пшеничні висівки - 5-10%, шрот бобових - 10%, макухи - 20-30%. Гарні результати одержують при введенні в раціон коропа гідролізних дріжджів. Додаток 4% таких дріжджів забезпечує приріст маси риби на 16% при одночасному зниженні на таку ж кількість витрат кормів.

Для годування риб використовують також зерно, яке; перед внесенням у ставки замочують у воді на 16-18 годин.

Для нормального росту і розвитку риб велике значення мають вітаміни. Для отримання 1 кг маси коропа необхідно така кількість вітамінів, мг: В2 - 0,11-0,33; В6 - 0,15; РР - 0,55; В3 - 1,0-1,4; А - 100-500. Значна кількість вітамінів міститься в рослинах, тому в якості добавки до кормів використовують рослинну пасту. При її використанні в кількості 25-30% маси сухого корму витрати концентрованих кормів знижуються на 10%.

У кормосуміші також необхідно додавати мінеральні речовини, оскільки при їх нестачі в організмі риб порушується обмін речовин, виникають різні захворювання.

У кормосумішах має бути до 2% мінеральних речовин: розмеленого крейди, борошна з раковин моллюсків або гашеного вапна.

Велике значення для правильного протікання життєвих процесів мають мікроелементи. При їх недоліку риби погано ростуть і хворіють.

Таким чином, корми для плідників повинні бути збалансовані за білками, жирами та вуглеводами, містити амінокислоти, вітаміни, мікроелементи, біологічно активні речовини і т.п.

При складанні кормосумішей і визначенні норм годівлі плідників коропа треба враховувати, що недостатнє накопичення резервних речовин протягом попереднього року вирощування, тривала зимівля та недостатня годівля плідників в преднерестовий період призводять до порушення обміну речовин.

У природних умовах у плідників майже завжди є можливість поповнити цю недостачу.

Необхідним компонентом харчування коропа, особливо молоді, є природний корм (мотиль, черв'яки ракоподібні та ін.) Тому в ставках, бідних органікою, необхідно проводити комплекс заходів для розвитку природної кормової бази: вносити органічні добрива, розкладати по урізу

води снопики скошеної і підв'ялених рослинності, що сприяє яснутому розвитку бактерій, які є кормовою базою для водних безхребетних.

Для збільшення природної кормової бази у ставки вносять органічні і мінеральні добрива, що сприяє поповненню запасів біологічних речовин на дні і в воді ставка. Біогенні речовини використовуються бактеріями і фітопланктоном. Вони акумулюють у своїх клітинах з води різні сполуки азоту, фосфору, калію, кальцію та інші елементів і є кормовою базою для організмів зоопланктону і бентосу.

### **6.3 Племінна справа у рибництві**

Під *племінною справою* розуміють комплекс організаційних і біотехнічних заходів, спрямованих на забезпечення рибницьких господарств необхідною кількістю плідників і раціональне використання маточних стад.

Племінна справа включає перш за все роботу безпосередньо з племінними стадами - вирощування та відбір ремонту, утримання плідників, отримання від них потомства і т. п. (племінна робота). Іншою складовою частиною племінної справи є організаційні питання: створення необхідної мережі спеціалізованих племінних господарств і розподіл їх функцій, координація взаємозв'язку різних типів господарств, управління (і контроль) племінною роботою в окремих районах і в країні в цілому і т. д.

При селекції проводять інтенсивний відбір серед риб, вирощених в умовах, близьких до виробничих. При вирощуванні користувальних плідників задача спрямованого зміни генетичної структури маточних стад не ставиться і тому необхідність в інтенсивному відборі відпадає. Умови вирощування племінного матеріалу з самого початку повинні забезпечувати хороший нагул риб, що досягається зазвичай за рахунок розрідженої посадки і більш повноцінного (ніж при вирощуванні товарних риб) годування.

Таким чином, існують дві форми племінної роботи: селекція і власне племінна робота, кожна з яких має своє завдання і свої методи.

#### **6.3.1 Мічення племінних риб**

Невід'ємною частиною племінної роботи з рибами є їх мічення. Серійне мічення застосовують для маркування груп, що розрізняються за походженням, віком і статтю. Індивідуальне мічення, при якому кожна особина має свою позначку, необхідно для обліку плідників, їх паспортизації, а також при спеціальних роботах, таких, як оцінка плідників

по потомству, вивчення вікової та сезонної динаміки селекційних ознак і т.п. Риб мітять зазвичай навесні, при бонітуванні, рідше під час осіннього обліку.

Способи мічення племінного матеріалу повинні відповідати таким основним вимогам: мітки повинні бути добре помітними, зберігатися тривалий час і не травмувати риб; техніка мічення повинна бути досить проста, не дуже трудомістка, при міченні можна допускати тривалого перебування риби без води.

З числа відомих способів мічення риб зазначеним вимогам найбільш повно задовольняють наступні п'ять способів: *підрізання плавників, мічення барвниками, кріоклеймування, м'яке термальне таврування, випалювання міток розчином азотнокислового срібла ( $AgNO_3$ )*. Вибір того чи іншого способу визначається конкретною метою мічення (серійне або індивідуальне, короткострокове або довгострокове), а також залежить від виду риб.

Найбільш широко в даний час використовують підрізання плавників і мічення розчинами барвників. Для риб з дрібною лускою зручним способом є кріоклеймування.

Підрізання плавників (грудних, черевних, хвостового) - найбільш простий спосіб серійного мічення. Плавці підрізають ножицями приблизно на 2/3 їх довжини. Протягом найближчого після мічення вегетаційного сезону плавники відростають (особливо швидко у молодих риб), проте на місці зрізу залишається рубець, помітний протягом декількох років.

Підрізання парних плавців рекомендується застосовувати для мічення груп, що розрізняються за віком. Для маркування груп, що розрізняються по статі, зазвичай підрізають хвостовий плавець; самкам підрізають верхню, самцям - нижню лопаті.

Мічення розчином барвників є ефективним способом при міченні риб з великою лускою (лускаті коропа, білі амури та ін.) Для мічення застосовують стійкі холодно-водорозчинні барвники, що використовуються в текстильній промисловості.

У риб, тіло яких вкрите лускою, розчин барвника вводять за допомогою шприца з голкою в лускові кишеньки, у голих риб - підшкірно. Необхідно стежити, щоб розчин не потрапив в м'язи, так як це може викликати сильне запалення в області введення барвника.

Ін'єкцію розчинів барвників широко використовують для серійного та індивідуального мічення.

Для індивідуального мічення прийнята десяткова система позначення міток, що наносяться в області черевця (рис. 6.1). Колір барвника відповідає певному розряду цифри (синій - одиниці, червоний - десятки, помаранчевий - сотні), а місце введення - значенню цифри (від 1 до 9).

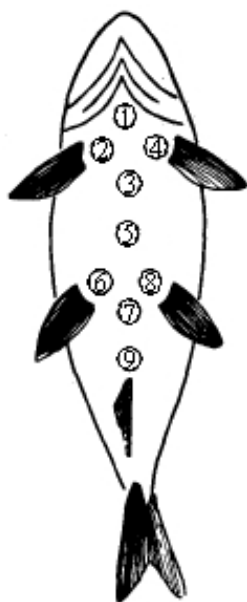


Рис.6.1 – Схема індивідуального мічення племінних риб. Обведені місця введення барвників та відповідні їм цифрові значення міток.

Цифрова система – метод використовується також для серійного мічення груп різного віку. Мітки наносять в області спини по трафаретного системі (рис. 6.2). Кожній групі риб при цьому привласнюють свій серійний номер (від 0 до 9), відповідний останній цифрі року народження цих риб.



Рис. 6.2 – Схема групового мічення різновікових груп риб. Позначені місця помаранчевого барвника (точками) та відповідні цифрові значення міток.

Мітки, нанесені розчином барвників, як правило, добре помітні протягом декількох років.

Кріоклеймування здійснюють тавром, охолодженим до низьких температур за допомогою, наприклад, рідкого азоту або твердої вуглекислоти.

Кріоклеймування можна застосовувати як для серійного, так і для індивідуального довгострокового мічення риб з дрібною лускою (форель, товстолобик, пелядь), а також для мічення коропів з редукованим лусковим покривом (розкиданих, голих, лінійних). У лускатих коропів, білих амурів та інших риб з великою лускою мітки зберігаються не більше 2 міс.

При міченні охолоджене тавро притискують до поверхні тіла риби на 1-3 с (в залежності від виду та віку риб, а також ступеня охолодження тавра). На місці таврування на шкірі змінюється пігментація. Завдана таким чином мітка може залишатися добре помітною протягом декількох років.

### **6.3.2 Анестезування племінних риб**

Анестезування племінних риб застосовують при міченні, бонітування, гормональних ін'єкціях, отримання статевих продуктів, лікувальних заходах, транспортуванні та інших роботах. Анестезування дозволяє зменшити травматизацію риб і полегшує виконання відповідних операцій.

Відомо безліч хімічних речовин, що володіють анестезуючою дією у риб. У СРСР найбільш широко використовували вітчизняний препарат хінальдін.

Хінальдін (2-метілхінолін) являє собою світло-жовту маслянисту рідину з характерним різким запахом, добре розчинну в органічних розчинниках. Препарат зберігають у темному посуді. Для анестезування використовують водну емульсію хінальдіна, який попередньо розчиняють в органічному розчиннику (чистому етиловому спирті або денатураті, ацетоні, ефірі) в співвідношенні препарату і розчинника приблизно 1:10 (матковий розчин).

Замість органічних розчинників при приготуванні стійкої емульсії хінальдіна можна використовувати розчин олеїновокіслового натрію, що служить емульгатором. Спочатку готують концентровану емульсію анестезуючого препарату. У мірну колбу об'ємом 1000 мл наливають 10 мл хінальдіна і змішують його з невеликою кількістю (100 мл) води, потім додають 10 мл 1%-ного водного розчину олеїновокіслового натрію; після перемішування доливають невелику кількість води, доводять загальний

об'єм до мітки (1000 мл ). Концентрована емульсія може зберігатися в темному місці до 10 днів.

При анестезії плідників коропа до 10 л води додають 20-30 мл концентрованої емульсії. Чим вище температура води, тим нижчою повинна бути доза препарату. Приблизно таку ж концентрацію хінальдіна застосовують у роботах з фореллю і рослиноїдними рибами.

Для більш точного визначення необхідної концентрації спочатку проводять пробне анестезування однієї-двох риб. Нормальним вважається дозування, при якому риби засипають через 1-2 хв і виходять зі стану наркозу через 2-5 хв після переміщення їх у свіжу воду.

Після проведення необхідних операцій рибу переводять в проточну воду. Для попередження асфіксії риб і підтримки постійної концентрації препарату анестезуючий розчин необхідно періодично оновлювати.

Хінальдін володіє м'якою анестезуючою дією і зазвичай не робить негативного впливу на риб. Єдиним його недоліком є неприємний запах, у зв'язку з чим деякі рибоводи воліють замінювати хінальдін іншими препаратами. Одним з таких препаратів є пропоксат.

Пропоксат (виробництва ВНР) являє собою порошок, добре розчинний у воді, без запаху. Розчин пропоксата готують зазвичай безпосередньо перед вживанням. На відміну від хінальдіна препарат має жорстку дію і в зв'язку з цим потребує більш точного дозування. При температурі 22-25 °С доза пропоксата для плідників коропа не повинна перевищувати 3 мг/л, при 15-20° С вона може бути збільшена до 4 мг/л.

### ***Питання для самоперевірки до розділу 6***

1. Хто є засновником організації селекційно-племінної роботи у рибництві?
2. Як проводять відбір риб у селекційно-племінній роботі?
3. Де проводять інкубацію ікри у селекційно-племінній роботі?
4. Що називають масовим відбором?
5. Як проводять мічення риб та для чого воно необхідне?
6. Що називають масовим доббором?
7. Що називають коефіцієнтом напруженості відбору та як він розраховується?



8. Як визначити ефективність селекції риb?
9. Що називається індивідуальним відбором?
10. Перерахуйте переваги двоступеневої схеми організації селекційно-племінної роботи?
11. Перерахуйте основні методичні вимоги для проведення селекційних робіт з рибами.
12. Що є основним показником при відборі?
13. Охарактеризуйте ознаки захворювань і каліцтв.
14. Охарактеризуйте статеві відмінності та ознаки готовності до нересту.
15. Охарактеризуйте природну приналежність.
16. Охарактеризуйте лускатий покрив.
17. За якою схемою проводиться підбір плідників?
18. Як проводять утримання молоді риb?
19. Що розуміють під племінною справою у рибництві?
20. Як проводять годування молоді риби?
21. Як визначають величину раціону?
22. Як проводять годування племінних плідників?
23. Як утримують племінних плідників?
24. Які схеми мічення племінних риb ви знаєте?
25. Що таке мітки?
26. Що таке цифрова система?
27. Що таке кріоклеймування?
28. Коли застосовують анестезування племінних риb?
29. Як готують розчини анестезії для риb?
30. Який основний препарат використовують при анестезуванні риb?

## 7 БОНІТУВАННЯ ПЛЕМІННИХ РИБ

**Бонітуванням** називають якісну оцінку племінних тварин. За результатами бонітування ремонтно-маткове стадо розділяють на декілька груп (класів), що розрізняються за племінною цінністю.

Бонітування племінних риб проводять щорічно навесні при облові зимувальних ставів. Бонітування ремонтних груп слід проводити якомога раніше, не затримуючи пересадку риб на нагул. Бонітування плідників доцільно проводити при прогріванні води до 12-14 ° С, коли статеві відмінності стають добре вираженими.

Методи проведення бонітування селекційних і промислових стад різні.

При селекційній роботі основне завдання бонітування полягає у виявленні генетично кращих плідників, що може бути досягнуто за допомогою спеціальних методів, включаючи оцінку плідників по потомству.

**Основна мета бонітування** промислового стада полягає в розподілі плідників на групи по готовності риб до нересту, показником якої служить вираженість вторинних статевих ознак.

Другий дуже важливий завданням бонітування є точне сортування плідників за статтю, оскільки присутність серед самок хоча б одного самця може викликати неконтрольований нерест в преднерестових ставках.

Стать у самців визначають зазвичай по виділенню молочка при натисканні на черевце в області генітального отвору. Однак при зниженій температурі самці погано або зовсім не течуть. У цих випадках для візуальної діагностики статі використовують ряд додаткових ознак: форму черевця, будова генітального отвору, наявність шлюбного вбрання (у самців).

Самці коропа мають підтягнуте черевце, тверде на дотик, генітальний отвір має вигляд трикутної щілини з втягнутим сосочком, на зябрової кришці є висип у вигляді шорстких горбків. При зниженій температурі на місці горбків помітні дрібні точкові пігментні утвори.

У рослиноїдних риб стать можна розрізнити по наявності (у самців) на внутрішній поверхні грудних плавників шипиків, які промацуються при русі пальця від кінця плавника до його основи. У білого товстолобика шипики мають вигляд гострих горбків, а у строкатого - гострих поздовжніх пластинок. У білого амура вони дуже дрібні і поверхня грудних плавців схожа на наждачний папір.

Самці каналного сомика молоко не виділяють. Найбільш характерною статевою ознакою у них є наявність урогенітального сосочка (відсутнього у самок), розташованого попереду анального плавця. Крім того, самці

більші за самок, мають масивну голову з добре розвиненими м'язовими буграми і більш темне забарвлення тіла.

Бонітування племінних риб в промислових стадах проводять шляхом візуальної оцінки ряду ознак, до числа яких відносяться вираженість статевих ознак, розмір риб (великі, середні, дрібні), характер статури, відсутність каліцтв, травм і ознак захворювань. В результаті такої оцінки риб поділяють на кілька класів.

Серед самок виділяють три класи. До першого класу відносять кращих риб з добре розвиненим, м'яким черевцем, що не мають ознак каліцтв та захворювань. Таких самок використовують в першу чергу. Риби, що поступаються самкам першого класу, але характеризуються в цілому задовільними показниками, а також молоді самки становлять другий клас (резервна група). До третього класу відносять самок з дуже слабо вираженими вторинними статевими ознаками (таких самок важко відрізнити від самців), а також сильно відстали в рості, травмованих і хворих риб. При достатній чисельності маточного стада таких риб вибраковують.

Самців при бонітуванні також поділяють на три класи. До першого класу відносять добре текучих самців середнього віку, що відокремлюють зовні нормальну сперму і мають задовільні показники маси та екстер'єру. Плідників, поступливіх за масою та екстер'єром риbam першої групи, а також погано текучих і дуже молодих (вперше дозріваючих) самців відносять до другого (резервного) класу. Третю групу складають не текучі самці, а також сильно відсталі в рості, дуже старі або хворі риби, що підлягають вибракуванню.

Ремонтне стадо при бонітуванні ділять на дві групи, одну з яких (відповідну стандарту) залишають у стаді, іншу вибраковують. Інтенсивність відбору планують заздалегідь з урахуванням встановлених норм і необхідної чисельності риб кожної вікової групи.

Візуальну оцінку племінних риб при бонітуванні доповнюють індивідуальними вимірами риб, на основі яких пізніше розраховують відповідні індекси.

Індивідуальним промірам підлягають усі самки першого класу. В інших випадках для отримання необхідних характеристик беруть середню пробу (не менше 30 риб).

У кожної риби вимірюють масу тіла ( $P$ ), довжину тіла ( $L$ ), найбільшу висоту ( $H$ ), найбільшу товщину тіла ( $B$ ) і найбільший обхват ( $O$ ).

Вимірювання довжини, висоти і товщини тіла риб проводять на спеціальній мірній дошці за допомогою бонітіровочного косинця (рис. 7.1). Для вимірювання обхвату використовують мірну стрічку (сантиметр).

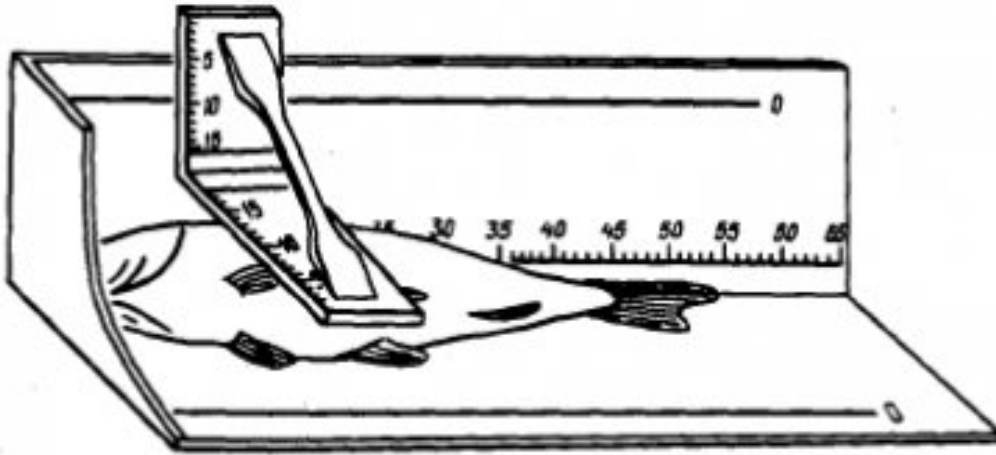


Рис. 7.1 – Визначення товщини тіла риби за допомогою двогранного мірного косинця (товщина тіла, рівна 10 см).

За даними зважування і вимірювання розраховують показники екстер'єру риб: коефіцієнт вгодованості  $K_u$ , відносну висоту тіла  $l/H$ , відносну ширину  $B/l$  (в%), відносний обхват тіла риб  $O/l$  (в%). Матеріали піддають статистичній обробці з визначенням по кожному ознакою середньої арифметичної, її помилки і коефіцієнта варіації.

Екстер'єр риб залежить від породних особливостей і віку, а також від умов нагулу племінного матеріалу. Орієнтовні значення ознак екстер'єру для плідників деяких порід і породних груп коропа (з встановленими стандартами), а також безпородного коропа і амурського сазана наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Показники екстер'єру у плідників коропа та амурського сазана.

Порідна приналежність	Стать	Середнє значення ознак			
		$K_u$	$l/H$	$B/l, \%$	$O/l, \%$
Українські коропи	♀♀	3,1-3,6	2,2-2,7	-	-
	♂♂	3,0-3,5	2,3-2,8	-	-
Парські коропи	♀♀	3,0-3,1	2,8-3,0	22-23	85-90
	♂♂	2,8-2,9	3,0-3,2	18-19	75-80
Ропшінські коропи	♀♀	2,6-2,9	2,8-3,2	17-19	-
	♂♂	2,5-2,7	3,0-3,4	16-18	-
Білоруські коропи	♀♀	2,7-3,2	2,6-3,1	18-20	80-90
	♂♂	2,6-3,0	2,7-3,2	17-19	75-85
Амурські сазани	♀♀	2,3-2,5	3,5-3,7	15-17	75-80
	♂♂	2,2-2,4	3,6-3,8	15-16	70-75

Для оцінки племінних риб важливі не стільки абсолютні значення показників екстер'єру, скільки їх значення в порівнянні з попереднім роком. Наприклад, зниження коефіцієнта вгодованості у плідників одного і того ж стада дає основу для несприятливого прогнозу результатів майбутньої нерестової кампанії. Про погіршення стану племінного стада свідчить і збільшення коефіцієнта мінливості ознак.

Деякі селекціонери рекомендують більш складну систему бонітування племінних риб, при якій для визначення класу плідників враховують заздалегідь встановлений (стандартний) рівень величини маси, екстер'єрних показників і деяких інших ознак. При цьому ознаку оцінюють за бальною системою та клас плідника встановлюють за сумою балів. У роботі з промисловими стадами настільки складна і трудомістка система бонітування практично незастосовна. Поголовний вимір плідників при великій чисельності стада затягує бонітування, що, в свою чергу, може несприятливо відбитися на стані риб.

### *Питання для самоперевірки до розділу 7*

1. Що називають бонітуванням?
2. Коли проводять бонітування племінних риб?
3. Охарактеризуйте методи проведення бонітування селекційних стад.
4. Охарактеризуйте методи проведення бонітування промислових стад.
5. Яка основна мета бонітування?
6. Що називається коефіцієнтом вгодованості?
7. Що називається відносною висотою тіла?
8. Що називається відносною шириною?
9. Що називається відносним обхватом тіла риб?
10. Порівняйте методи проведення бонітування селекційних і промислових стад.

## 8 ПРОМИСЛОВА ГІБРИДИЗАЦІЯ У РИБНИЦТВІ

**Промисловою гібридизацією** називають схрещування особин з генетично різнорідних груп в цілях отримання та промислового використання гібридів першого покоління. Останні в цьому випадку називаються "**промисловими гібридами**".

Господарська цінність промислових гібридів пов'язана з їх високими продуктивними якостями, зумовленими гетерозисним ефектом. Гібриди першого покоління в порівнянні з батьківськими формами мають підвищену загальну життєздатність, добре ростуть, іноді більш стійкі до ряду захворювань. У деяких випадках, особливо при віддаленому схрещуванні, у гібридів спостерігається вдале поєднання батьківських властивостей, що також робить вигідним їх товарне використання.

Промислове схрещування в рибицтві має велике практичне значення. Значний досвід використання промислових гібридів (особливо гібридів коропа з амурським сазаном) накопичений в коропівництві.

Узагальнення великого фактичного матеріалу, отриманого при вирощуванні гібридів коропа і амурського сазана, показує наступне.

Гібриди володіють сильним гетерозисом за ростом. У мальковий період вони обганяють батьківські форми за швидкістю росту на 50% і більше. Ці відмінності помітно посилюються при зниженій температурі, а також при нестачі їжі. З віком ефект гетерозису знижується (затухає), але при осінньому облові цьоголітки-гібриди, як правило, виявляються більшими коропів на 10-40%. У дволіток відмінності між гібридами та коропами згладжуються. Однак при несприятливих умовах (низькій температурі, нестачі їжі, ураженні хворобами і т. п.) перевага гібридів по росту може зберегтися і в дволіток. Так, при сильній епізоотії краснухи приріст дволіток у гібридів був на 30-50% вище, ніж у коропа.

Найважливішою особливістю гібридів є їх підвищена життєздатність, яка чітко проявляється вже на ембріональних стадіях. Вихід гібридних личинок (від закладеної на інкубацію ікри) зазвичай на 10-15%, а цьоголіток на 15-20% вище, ніж у коропа. Перевага гібридів по виживаності (особливо при несприятливих умовах) зберігається і в більш старшому віці.

Особливо цінною властивістю гібридів коропа і амурського сазана є їх підвищена зимостійкість, що успадковується ними від сазана. Так, в рибгоспах Північно-Заходу, де культурний короп в суворі зими практично не виживав, вихід годовиків-гібридів доходив до 70-75% і більше. У рибгоспах центральної зони (а в деяких випадках і в більш південних районах) використання гібридів підвищує вихід із зимівлі на 20-30%.

Велике практичне значення має підвищена стійкість гібридів до ряду захворювань, у тому числі і краснухи.

У порівнянні з коропом гібриди володіють підвищеною пошуковою здатністю і починають харчуватися при більш низькій температурі води. Для них, як і для амурського сазана, характерні підвищений рівень обміну при оптимальних температурних умовах і різке його зниження в період зимівлі.

Впровадження промислової гібридизації коропа з амурським сазаном в 40-50-ті роки відіграло важливу роль у розвитку ставкового рибництва; воно дозволило, зокрема, просунути коропівництво в більш північні райони СРСР.

Останнім часом все більшого поширення набуває гібридизація коропа і амурського сазана в рибгоспах України. Дослідження з промислової гібридизації з амурським сазаном включені в програму робіт з білоруським, середньоросійським, парським і деякими іншими породами коропа.

Незважаючи на високі рибогосподарські якості коропо-сазанів гібридів, прагнення до їх повсюдного використання (особливо в районах з сприятливими кліматичними умовами) навряд чи можна розцінювати як прогресивне явище. Вирощування гібридів слід розглядати швидше як вимушену міру, компенсуючу вплив несприятливих факторів середовища (неблагополуччя господарств по ряду захворювань, забруднення вододжерел промисловими і побутовими стоками, неповноцінне годування риб при надзвичайно щільною посадці і т. п.), на тлі яких "напівдикі" гібриди виявляються більш пристосованими, ніж культурні коропи. У міру поліпшення умов вирощування господарське значення коропо-сазанів гібридів, мабуть, буде знижуватися, а роль "чистого" культурного коропа зростає.

З розвитком селекційних робіт з коропом все більшого значення набуває міжпорідне і внутрішньопорідного промислове схрещування.

Сильний гетерозис за темпом росту і життєздатності виявлений, наприклад, при схрещуванні українського і ропшінського коропів. При спільному вирощуванні з українським рамчатим коропом цьоголітки-гібриди показали перевагу по росту на 25%. Досить ефективним виявилось схрещування ропшінського коропа з білоруським. Хороші результати отримані при схрещуванні відселекціонованих порід (породних груп) з безпородними коропами місцевих стад рибгоспів.

Ефект гетерозису встановлений і при внутріпорідних схрещуваннях. Так, у гібридів, отриманих при схрещуванні різних відводок середньоросійського коропа, виживання протягом першого року життя була на 30-40% вище, ніж у коропів батьківських відводок. Гетерозис встановлений також при схрещуванні ранніх внутріпорідних і екологічних

типів українських коропів, а також при схрещуванні відводок ропшінського коропа.

Промислове схрещування коропа широко застосовується в зарубіжних країнах.

Гетерозис властивий внутрішньовидовим гібридам багатьох інших риб: він виявлений при схрещуванні різних штамів форелі, різних рас осетра, амурської і китайської "ліній" білого амура та білого товстолобика та ін.

Великі перспективи у рибництві має також віддалена гібридизація. Цінні гібриди отримані при гібридизації різних видів коропових, сигових, лососевих та осетрових риб. Так, при схрещуванні білого і строкатого товстолобиків нащадки (міжродові гібриди *F1*) успадковують проміжну будову зябрового апарату, завдяки чому вони краще використовують кормову базу і добре ростуть. Ці переваги особливо чітко виявляються в ставках із зниженою кормністю.

Великий інтерес для товарного рибництва представляє гібридизація різних видів сигових риб.

Гетерозис по росту і виживаності виявлений при схрещуванні стальноголового лосося і райдужної форелі. У деяких південних країнах широко застосовують гібридизацію тиліпії. Міжвидова промислова гібридизація широко використовується також при товарному вирощуванні американських сомиків, вухатих окунів, буффало, американських щук.

Серед міжродових гібридів дуже цінними у практичному відношенні виявилися гібриди *F1* від схрещування білуги і стерляді (Бестер). Є відомості про високу господарської цінності гібридів шипа і стерляді, шипа і севрюги і деяких інших осетрових.

Необхідно мати на увазі, однак, можливі негативні наслідки віддаленої гібридизації. Навіть у випадку високої господарської цінності гібридів рекомендаціям до їх впровадження у виробництво повинен передувати глибокий аналіз наслідків масового отримання гібридів. Попадання плідних гібридів у природні водойми спричинить генетичне засмічення батьківських видів і тим самим завдасть непоправної шкоди. У рибництві (як ні в якій іншій галузі тваринництва) надзвичайно гостро стоїть проблема забезпечення надійного контролю за промисловою гібридизацією, що повністю виключає можливість засмічення гібридами батьківських форм. Велику допомогу у вирішенні цієї проблеми повинно надати залучення різних генетичних методів контролю, зокрема використання біохімічних маркерів.



## 8.1 Селекційні породи коропів

### 8.2.1 Українські породи коропа

Вихідним матеріалом для створення селекції українських порід коропа послужило місцеве стадо антонінського госрибозаповідника. В подальшому були використані коропа з інших рибгоспів України. Селекційні роботи з українськими породами коропів почали проводитися українським науково-дослідним інститутом у 1930 р. під керівництвом А.І. Куземи.

**Основним методом** селекції українських коропів був масовий відбір з високою інтенсивністю на молодших вікових групах риб. На плем'я зберігали, як правило, не більше 3% цьоголіток. Відбір проводили також на дволіток (25%), трьохлітки (50%) і при перекладі в стадо плідників (25%).

Найважливішими ознаками при відборі служили маса тіла і "міцність" конституції. На плем'я відбирали більш великих риб з лускатим покривом, відповідним прийнятому стандарту, красивою високоспинною формою тіла, відсутністю яких-небудь дефектів і ознак захворювань. При відборі самок особливу увагу звертали на вираженість вторинних статевих ознак (форму черевця).

Селекцію українських коропів спочатку вели у двох різних напрямках.

Лускаті коропа призначалися для екстенсивного вигульних рибництва в неспускних водоймах і великих руслових ставках. Основним напрямком селекції було розвиток пошукової здатності у риб. Тому вирощування племінних риб прагнули проводити в основному на природній їжі при одноразовій щільності посадки. Підгодовування риб концентрованими кормами допускалося лише в окремі періоди при виснаженні природної кормової бази.

Селекцію рамчатого коропа вели в напрямку більш ефективного використання штучних кормів при ущільненій (триразовій) щільності посадки.

Надалі в міру розвитку інтенсифікації ставкового рибництва напрями селекції лускатого і рамчатого коропів зблизилися, що призвело в кінцевому підсумку до зменшення відмінностей між цими двома групами; пізніше обидві групи українського коропа стали вирощувати на кормових сумішах при дво-триразовій щільності посадки.

Селекцію українських порід коропа здійснювали в основному по закритому типу із застосуванням внутрішньопородного схрещування досить великого числа риб (20-30 плідників). Залучення плідників з інших (кращих) аборигенних стад рибгоспів України допускали лише у

виняткових випадках з метою збільшення генетичної гетерогенності селекційного матеріалу.

На завершальному етапі на додаток до інтенсивного масового відбору проводили (в невеликому обсязі) оцінку плідників за якістю нащадків і сімейний відбір.

У 1954-1956 рр.. українські лускаті і рамчаті коропа були визнані першими вітчизняними породами коропа.

Український лускатий короп має суцільний лускатий покрив, утворений правильними рядами луски (як у сазана).

У порівнянні з рамчатим лускатий короп володіє більш високою пошуковою здатністю і повніше використовує природну їжу. У зв'язку з цим лускатий короп спочатку був рекомендований для умов екстенсивного рибництва. Однак вирощування лускатого українського коропа давало добрі результати і при інтенсивних умовах, завдяки чому він отримав широке розповсюдження.

У порівнянні з аборигенними галицькими коропами лускаті коропа мають переваги за темпом росту (на 17%), виходу дволіток (на 24%) і ефективності використання природної кормової бази (на 46%). При вирощуванні в сприятливих умовах середня маса українських лускатих коропів може бути до 3 кг (у трьохлітки).

Український рамчатий короп по особливостям лускатого покриву відноситься до малолускатого типу розкиданого коропа (генотип *ssnn*). Назва рамчатий він отримав завдяки характерному розташуванню великих дзеркальних лусок на тілі: останні облямовують тулуб уздовж спини, навколо зябрової кришки, по кілю черевця і на хвостовому стеблі, утворюючи як би рамку. Групи лусочок розташовані також у основи парних плавців. Бічна частина тіла, як правило, повністю вільна від луски, іноді зустрічаються окремі редуковані лусочки. Характер лускатого покриву стійко передається у спадок. Вищеплення в потомстві нетипових особин (з різними варіаціями розкиданого типу) не перевищує 7%, причому такі риби звичайно дещо відстають за ростом.

Український рамчатий короп, як і лускатий, відрізняється високим темпом росту і красивою високоспинною формою тіла. У дослідях дволіток українського рамчатого коропа при п'ятикратній щільності посадки проявили перевагу перед галицьким коропом за темпом росту на 15%, по виживаності в нагульних ставках - на 11%, по виходу рибпродукції з 1 га площі нагульних ставків - на 25% і витратам корму на одиницю приросту - на 21%.

При сприятливих умовах самки українських лускатих і рамчатих коропів дозрівають в чотирьох-іноді трьохрічному, а самці - в трьох-або дворічному віці. Обидві породи українських коропів володіють високою плодovitістю. У передових господарствах від одного гнізда плідників

одержують при природному нересті від 200 до 500 тис. трьох-і п'ятиденних личинок.

Українські породи коропа включають кілька внутріпорідних типів: антоніно-зозуленецький, несвічський, любеньський, нівчанський.

## 8.2 Селекційна робота з іншими видами риб

**Форель.** Селекційним роботам з фореллю приділяється велика увага за кордоном, особливо в США і Канаді, де лососеві риби користуються великим попитом. Перші роботи по селекції райдужної форелі були зроблені на початку 30-х років А. Дональдсоном. За 40-річний період селекції було досягнуто значне поліпшення найважливіших господарських показників. Маса риб 4-річного віку зросла з 400-700 г (вихідне стадо) до 4 кг; індивідуальна плодючість у трирічних самок - в 10 разів (з 500-1000 шт. до 5-11 тис. шт. ікринок). Велика частина самок стала дозрівати на рік раніше (у дворічному віці). Форель Дональдсона набула широкого поширення в США і була експортована в багато країн, де майже повсюдно зазначалося її перевагу перед місцевими формами форелі за темпом росту. Високі рибогосподарські якості форелі Дональдсона, підтвердив і досвід її вирощування в господарствах СРСР, куди вона була експортована в 1982 р. Є, однак, відомості про знижену життєздатність форелі Дональдсона (особливо на ембріональних стадіях), що може бути наслідком тривалої селекції та пов'язаним з нею інбредінгом.

У роботах по селекції форелі в СРСР, розпочатих у 60-ті роки, були виявлені високі рибогосподарські якості датської форелі. На жаль, в подальшому ці роботи були призупинені.

Проведено роботи по селекції лососевих риб на підвищення стійкості до захворювань. Позитивні результати дала селекція **гольця** (*Salvelinus fontinalis*) на стійкість до фурункулезу: в результаті 11-річної селекції загинуть риб у деяких відселекціонованих штамах знизилася майже в 5 разів (до 12% при 57% в контролі). Селекційні роботи на підвищення стійкості риб до захворювань проведені також з міжвидовими гібридами гольців *S. fontinalis* x *S. namaycush* (водянка жовткового мішка), нерки (інфекційний некроз гемопоетичних тканини), кижуч (бактеріальне захворювання нирок) та ін.

**Рослиноїдні риби.** Перші дослідження рослиноїдних риб як об'єктів селекції були початі в СРСР в 60-х роках. Планомірні селекційні роботи проводяться з середини 70-х років. Основним об'єктом селекції є **білий товстолобик**, роботи з яким ведуться в даний час в Казахстані, на Україні, Північному Кавказі і Молдавії. У Казахстані основними напрямками селекції білого товстолобика є прискорене статеве дозрівання, більш ранні

терміни нересту і зниження загибелі плідників в процесі заводського відтворення. Проводиться і відбір по масі тіла (в основному на цьоголіток і дволіток). Отримано перші позитивні результати селекції: зсув терміну дозрівання самок в нерестовий сезоні, що дозволяє починати нерестову кампанію на 20 днів раніше, ніж зазвичай.

Для товарного вирощування використовують промислових гібридів (від схрещування риб китайського і амурського походження), що виявляють *ефект гетерозису*.

Селекційні роботи з іншими об'єктами далекосхідного комплексу - строкатий товстолобик, білим і чорним амурами - знаходяться поки що в зародковому стані.

**Сигові риби.** Основним об'єктом селекції серед сигових риб є **пелядь** - озерний планктофагів, що володіє високим темпом росту.

Селекційні роботи з пеляддю проводяться в СРСР з 1972 р. Матеріалом для цих робіт послужили плідники, вирощені на ЦЕС "Ропша" (Ленінградська область) з ікри, зібраної в 1970 р. і 1973 р. на оз. Ендирь (Західний Сибір).

На початковому етапі проводили популяційно-генетичні дослідження (визначення спадковості селекційних ознак, аналіз біохімічного поліморфізму та ін.) На основі цих даних були визначені методи відбору і системи розведення пеляді в умовах штучного відтворення.

Основним напрямком селекції пеляді є більш пізніше (в нерестовий сезоні) дозрівання самок, яке дозволяє приурочити термін одержання молоді до часу масового розвитку в ставках кормових об'єктів. Враховувалися і деякі інші репродуктивні ознаки (плодючість, розмір ікри та ін), а також маса тіла риб.

Початкове стадо ендирської пеляді включає дві групи, що розрізняються за терміном дозрівання самок в нерестовий сезоні. Проведення одноразового відбору дозволило зрушити термін статевого дозрівання плідників в нерестовий сезоні на 15-20 добу і сформувати групу "пізно дозріваючих" самок. Плодючість риб збільшилася на 30-45% (в порівнянні з вихідним рівнем).

Селекційна програма робіт з пеляддю передбачає багатолінійну систему розведення. З цією метою від парного схрещування плідників закладено кілька інбредних груп. Частина ліній закладена із застосуванням індукованого гіногенеза. Диференціація селекціонуємих груп за біохімічними маркерами дозволяє розраховувати на отримання гетерозисних ефекту при схрещуванні.

**Осетрові.** Роботи по селекції осетрових проводяться тільки в СРСР. Основним об'єктом селекції до останнього часу були гібрид білуга х стерлядь (бестер). Ведуться також роботи з різними типами зворотних гібридів.

В останні роки велика увага приділяється формуванню маточних стад "чистих" видів осетрових: стерлядь, ленського осетра, шипа і ін. Особливо інтенсивні дослідження проводяться з ленським осетром, маточні стада якого формуються в ряді рибгоспів Центральної зони РРФСР, Молдавії й інших районів країни. Вельми перспективним для рибогосподарського використання та селекції є веслонос - єдиний представник осетривоподібних, що харчується зоопланктоном.

### ***Питання для самоперевірки до розділу 8***

1. Що називається промисловою гібридизацією?
2. Що називається «промисловими гібридами»?
3. Охарактеризуйте гетерозисний ефект.
4. Охарактеризуйте особливості гібридів.
5. Як проводилось впровадження промислової гібридизації коропа?
6. Що таке відділена гібридизація?
7. Які негативні наслідки віддаленої гібридизації Вам відомі?
8. Яка основна мета селекції українських коропів?
9. Охарактеризуйте два напрямки селекції українських коропів.
10. Дайте характеристику селекції українського лускатого коропа.
11. Дайте характеристику селекції українського рамчатого коропа.
12. Як проводилась селекційна робота з фореллю?
13. Як проводилась селекційна робота з рослиноїдною рибою?
14. Як проводилась селекційна робота з сиговими рибами?
15. Як проводилась селекційна робота з осетровими рибами?

## ЛІТЕРАТУРА

### *Основна*

1. Гринжевський М.В., Шерман І.І., Грициняк І.І., Василюк С.В., Третяк О.М., Томіленко В.Г., Олексієнко О.О., Мрук А.І. Організація селекційно-племінної роботи в рибництві. К.: «Рибка моя», 2006. – 352 с.
2. Шерман І.І., Гринжевський М.В., Грициняк І.І. Розведення і селекція риб. Навчальний посібник. К.: БМТ, 1999. – 238с.
3. Алимов С.І. Рибне господарство України: Стан і перспективи. Київ: Вища освіта, 2003. – 335с.
4. Биологические основы рыбоводства. Проблемы генетики и селекции. Под ред. В.С.Кирпичникова Л.: Наука, 1983. – 194с.
5. Катасонов В.Я. Гомельский Б.И. Селекция рыб с основами генетики. М.: Агропромиздат, 1991. – 208 с.
6. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука, 1987. – 516 с.
7. Кирпичников В.С. Генетические основы селекции рыб. Л.: Наука, 1979. – 391с.
8. *likontin.ru*

### *Додаткова*

1. Катасонов В.Я. Научные и практические аспекты развития селекционно-племенной работы в рыбоводстве. В кн.: Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. М.: Агропромиздат, 1983. - С.113-120.
2. Катасонов В.Я., Черфас Н.Б. Селекция и племенное дело в рыбоводстве. М.: Агропромиздат, 1986. – 180 с.
3. Кузема А.И. Украинские породы карпа. Рыбоводство и рыболовство, 1966, №1. - С14-16.
4. Биохимическая и популяционная генетика рыб. Под ред. В.С.Кирпичникова. Л.: Изд. Ин-та цитологии АН СССР, 1979. – 183с.
5. Генетика в аквакультуре. Под.ред. В.С. Кирпичникова. Л.: Наука, 1989. –120с.
6. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. М.: Высшая школа. 1989, –591с.