

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

П.В. Шекк

М.І. Бургаз

ВІДТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОБІОРЕСУРСІВ

Конспект лекцій

Одеса
Одеський державний екологічний університет
2016

ББК 28.082
Ш 40
УДК 574.5

Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного університету Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій (протокол №8 від 28.04.2016 р.)

Шекк П.В., Бургаз М.І.

Відтворення та використання гідробіоресурсів: конспект лекцій. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2016. 193 с.

Конспект лекцій присвячено вивченню відтворення та раціонального використання гідробіоресурсів. Розкриті питання продуктивних зон утворення біологічних ресурсів морських і прісних вод планетарного масштабу та водойм України, основні принципи раціонального використання біологічних водних ресурсів. Викладаються основні аспекти напрямків та методів використання гідробіонтів. Дається характеристика водних біологічних ресурсів, а також їх постійного ефективного відтворення та охорони з метою підтримання стабільного кількісного і якісного рівня гідробіоресурсів. Конспект лекцій для магістрів I курсу денної форми навчання за спеціальністю 207 Водні біоресурси та аквакультура, спеціалізація “Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіонтів”

ISBN 978-966-186-067-3

© Шекк П.В., Бургаз М.І., 2016
© Одеський державний екологічний університет, 2020

Навчальне електронне видання

**Шекк Павло Володимирович
Бургаз Марина Іванівна**

ВІДТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОБІОРЕСУРСІВ

Конспект лекцій

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016
тел./факс: (0482) 32-67-35
E-mail: info@odeku.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 5242 від 08.11.2016

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГІДРОБІОРЕСУРСІВ	6
2 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОБІОНТІВ	12
3 СВІТОВИЙ ПРОМИСЕЛ ГІДРОБІОНТІВ	15
3.1 Промисел риби	15
3.2 Промисел нерибних об'єктів	16
3.3 Охорона й підвищення ефективності природного відтворення промислових гідробіонтів	17
4 СКЛАД СВІТОВОГО УЛОВУ ГІДРОБІОНТІВ	20
5 СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЇ І ВИЗНАЧАЛЬНІ ЇЇ ЗАКОНОМІРНОСТІ	26
5.1 Математичні моделі динаміки вікового складу стада	29
5.2 Типи нерестових популяцій у риб та їх динаміка	35
5.3 Пристосувальне значення вікової структури популяції	35
5.4 Співвідношення статей в популяції	37
5.5 Пристосувальне значення змін співвідношення статей та механізми регуляції статеві структури популяції	42
5.6 Морфологічна різноякісність особин в популяції	44
6 ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ І БІОМАСИ СТАДА РИБ	48
6.1 Пристосування до саморегуляції динаміки популяцій	48
6.2 Зв'язок плодючості батьківського стада і чисельності потомства	51
6.3 Причини флуктуації чисельності риб	54
6.4 Періодичні коливання чисельності і біомаси стад риб	56
7 БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	59
7.1 Біологічні основи математичного моделювання динаміки популяцій риб	59
7.2 Принципи складання математичних моделей	60
7.3 Моделі з безперервним часом	60
7.4 Моделі з дискретним часом	62
7.5 Біологічні основи складання математичних моделей	64
7.6 Моделі оптимальних режимів експлуатації стад риб	67
8 ПРИПУСТИМИЙ ВПЛИВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ ТА МЕТОДИ ЙОГО РОЗРАХУНКУ	70
8.1 Розрахунок нормативів припустимого впливу	

	привнесення хімічних речовин (НДВХІМ)	73
8.2	Розрахунок норм допустимого впливу за привнесенням мікроорганізмів (НДВМІКРОБ)	81
8.3	Розрахунок норм допустимого впливу за вилученням водних ресурсів (НДВВ)	81
9	ПРИНЦИПИ І МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ УЛОВУ	90
9.1	Оцінка чисельності і біомаси стад риб, що обловлюються	90
9.2	Принципи складання прогнозу динаміки стада риби	95
9.3	Прогноз чисельності стада і улову на основі аналізу статистики уловів	96
9.4	Прогноз на основі аналізу гідрологічних умов водойм	96
9.5	Прогноз, оснований на аналізі потужності окремих поколінь та співвідношенні поповнення і залишку	97
9.6	Біологічні принципи складання прогнозу динаміки стада риб	98
10	ПРИНЦИПИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ РИБ ТА ЕКОСИСТЕМ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ	103
10.1	Теорії продуктивності водойм	103
10.2	Біологічні основи раціонального рибного господарства	104
10.3	Раціональне використання кормових ресурсів водойм і шляхи підвищення їх кормності	106
10.4	Забезпечення відтворення стада	108
10.5	Раціональна експлуатація господарсько-цінних популяцій	110
10.6	Біологічні основи складання правил рибальства	114
10.7	План раціональної експлуатації сировинної бази рибної промисловості	119
10.8	Охорона середовища промислових риб	120
11	ВІДТВОРЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ ГІДРОСФЕРИ	124
11.1	Методи відтворення і товарного вирощування основних об'єктів холодоводої аквакультури	163
11.2	Методи відтворення і товарного вирощування основних об'єктів марикультури	168
	ЛІТЕРАТУРА	192

ПЕРЕДМОВА

Конспект лекцій підготовлено відповідно до програми дисципліни «Відтворення та використання гідробіоресурсів», що входить до складу дисциплін з підготовки магістрів і фахівців напряму «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіонтів».

Дисципліна «Відтворення та використання гідробіоресурсів» вивчає питання відтворення, охорони та використання гідро біологічних ресурсів України та світу.

Інтенсивний розвиток промисловості, енергетики, сільського господарства, евтрофікації, урбанізації довкілля та інші соціально-економічні процеси кінця ХХ – початку ХХІ століття викликали значне погіршення екологічного стану, як Світового океану, так і морів в Україні, особливо в Азово-Чорноморському басейні.

Із суто біологічної науки, яка вивчала взаємовідносини організмів з довкіллям, морська гідробіологія перетворилась у науку, що досліджує структурно-функціональну організацію надорганізмових систем (популяцій, угруповань, екосистем, біосфери), виявляє механізми підтримання їх стійкості у просторі й часі. Важливе значення вона набуває сьогодні, коли вплив діяльності людини на природні комплекси та біосферу в цілому має глобальний характер.

Вивчення дисципліни «Відтворення та використання гідробіоресурсів» базується на знаннях одержаних студентами при вивченні наступних дисциплін навчального плану –«Рибальста», «Розведення риб», «Охорони гідробіоресурсів», «Аквакультура природних водойм», «Аквакультура штучних водойм» та ін.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати основні продуктивні зони утворення біологічних ресурсів морських і прісних вод планетарного масштабу та водойм України: Чорного, Азовського морів, лиманів, річок, озер, водосховищ ставів та інших акваторій; стан запасів традиційних та перспективних об'єктів промислу;– загальну структуру світового видобутку водних об'єктів і розподілення– його між окремими систематичними групами гідробіонтів; основні принципи раціонального використання біологічних водних– ресурсів; вміти: об'єктивно оцінювати складові біоресурсів гідросфери, їх стан,– перспективи й масштаби ; запропонувати найбільш вивчені та обґрунтовані методи використання– водних біологічних ресурсів, а також їх постійного ефективного відтворення й охорони, із метою підтримання стабільного кількісного і якісного рівня гідробіоресурсів.

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

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГІДРОБІОРЕСУРСІВ

Всі живі організми, що людина використовує для власних потреб, називають *біологічними ресурсами*. Залежно від умов існування у Світовому океані виділяють три основні групи живих організмів: планктон, нектон, бентос.

Біологічні ресурси охоплюють усе різноманіття рослин і тварин (біомаса становить 35 млрд т і налічує 140 тис. видів), що живуть в океанах і морях. Більше як 85 % використуваної людиною морської біомаси припадає на рибу, яка в цілому становить в океані лише 0,5 млрд т. Інша частина припадає на молюсків (кальмарів, мідій, устриць), ракоподібних (крабів, омарів, лангустів, креветок, крилю) і деяких морських ссавців. Дуже мізерна частка у споживаній біомасі припадає на водорості.

В результаті росту і розмноження гідробіонтів у водоймах відбувається безперервне новоутворення біомаси. Це екосистем не явище називають біологічною продуктивністю, сам процес новоутворення біомаси - біологічним продукуванням, а новоутворену біомасу - біологічною продукцією.

У біологічну продукцію не включають ту органічну речовину, яка утворюється гідробіонтами, але в них не нагромаджується (продукти розкладу, прижиттєві виділення тощо). Таким чином, біологічна продукція - це тільки частина біоорганічної продукції, всієї органічної речовини, створюваної організмами в процесі своєї життєдіяльності. Синтезована, але не акумульована в гідробіонтах органічна речовина, нагромаджуючись у воді, суттєво підвищує біоенергетичний потенціал екосистеми.

Біопродуктивність екосистем реалізується в формі утворення організмів, корисних, нейтральних або шкідливих для людини. Розрізняють продукцію первинну і вторинну. Первинна продукція уявляє собою результат біосинтезу органічної речовини із неорганічної в процесі життєдіяльності гідробіонтів - автотрофів. Вторинна продукція утворюється в процесі трансформації вже синтезованої органічної речовини організмами - гетеротрофами.

Біопродуктивність - властивість екосистем, що проявляється в тій чи іншій формі в залежності від особливостей біотопу і біоценозу (подібно до того, як продуктивність сільськогосподарських угідь залежить, з одного боку, від особливостей ґрунту і клімату, а з іншого - від урожайності культури, що вирощується, біологічних особливостей об'єктів, що культивуються).

Біопродуктивність водних екосистем можна розглядати в двох аспектах:

- природному (біосферному);
- соціально-економічному.

У першому випадку результати продукування оцінюються як одну з особливостей кругообігу речовин в екосистемі. З соціально-економічної точки зору біопродуктивність характеризується величиною виліву гідробіонтів, що використовуються людиною. У цьому випадку продуктивність визначається як властивостями самих екосистем, що експлуатуються, так і формою їх господарського освоєння. Наприклад, одне й те ж саме озеро може бути високопродуктивним, якщо обслуговується раціонально, менш продуктивним, при погіршенні організації промислу, і зовсім непродуктивним, коли промисел відсутній. Тобто, враховуючи соціально-економічний аспект, можна говорити про біогосподарську продукцію - біомасу організмів, що мають промислове значення. Відповідно, біогосподарська продукція залежить від: величини виліву; від цінності різних гідробіонтів.

Треба зазначити, що біологічна продуктивність визначається не тільки абсолютними якостями водних організмів, але й відбиває еволюцію потреб людини і можливостей їх задоволення, причому для різних народів у відповідності до національних особливостей одні й ті ж самі гідробіонти можуть мати різну цінність.

Організми, що є об'єктами промислу, утворюють біологічні ресурси водойм. Біоресурси - поняття соціальне, яке відбиває ставлення людини до окремих рослин і тварин як до можливих предметів праці. У історичному процесі становлення природи для людини все більша кількість гідробіонтів залучається до сфери виробництва і стає біоресурсами людей.

Освоюючи водойми в промисловому відношенні, людина прагне отримати з них якомога більше біопродуктів, подібно до того як вона намагається найбільш повно використати природні біотичні багатства суші (організувати полювання або збір корисних рослин).

Зростаюча технічна озброєність людей робить реальним перенесення на водойми тих принципів господарювання, які склалися в процесі освоєння суші і дозволили отримувати з неї біопродуктів у сотні і тисячі разів більше, ніж вона давала в природному стані. Промисел гідробіонтів усе більше доповнюється їх розведенням, виникає нова галузь народного господарства - аквакультура, що здійснюється як на прісних водоймах, так і на морях.

Треба зазначити, що аквакультура не є аналогом агрокультури, тому що на відміну від неї орієнтована в основному на отримання продуктів не рослинного, а тваринного походження. У більшій степені аквакультура подібна до пасовищного тваринництва, яке поєднує підвищення урожайності пасовищ з покращенням використання їх продукції.

Новоутворення органічної речовини з мінеральних уявляє собою основу усіх продукційних процесів, що відбуваються у водоймах. Тому вірне уявлення про величину первинної продукції і факторах, що її обумовлюють, важливі як одна з основних передумов раціонального пошуку шляхів підвищення біопродуктивності водойм. Вивчення процесів утворення первинної продукції має і самостійне значення:

- водні рослини є промисловими об'єктами;
- під час бурхливого розвитку водні рослини сильно ускладнюють експлуатацію водойм і виникає необхідність у розробці спеціальних заходів для боротьби з ними;
- утворення кисню в процесі первинного продукування має величезне значення для аерації водойм, формування якості питних вод і посилення самоочисної здатності водойм.

Первинна продукція водойм, поверхня яких освітлюється приблизно однаково, може різнитися в десятки і сотні разів. Вона залежить від:

- видового складу рослин у водоймі;
- кількості рослин і їх розподілу в товщі води;
- оптичних властивостей води;
- концентрації біогенів;
- температури води.

З просуванням в глибину в різних водоймах умови освітлення погіршуються неоднаково залежно від прозорості води. У Світовому океані понад 75% первинної продукції створюється в поверхневому шарі товщиною 40 - 50 м, де освітленість складає не менше 400 Лк, глибше 100-200 м через світлове голодування водоростей первинна продукція фотосинтетиків практично дорівнює нулю.

Через збільшення концентрації водоростей величина первинної продукції звичайно зростає, але не лінійно, а по спадній кривій, поступово наближаючись до певної межі. Це в першу чергу пов'язано із самозатіненням водоростей при їх високій концентрації.

Величезний вплив на ефективність первинного продукування має забезпеченість водоростей біогенами. З відхиленням їх концентрацій від оптимальної темп продукування починає знижуватись аналогічно тому, як це відбувається при світловому голодуванні. З дефіцитом азоту і фосфору зокрема, пов'язана оліготрофність цілого ряду районів світового океану. Первинна продукція ставів та інших водойм звичайно різко зростає після внесення солей фосфору і азоту.

У Світовому океані величина первинного продукування в різних ділянках коливається від декількох мг до десятків часток грама вуглецю за день на 1 м² і в основному зумовлюється ступенем перемішування вод (винесенням в поверхневий шар біогенів). За продуктивністю виділяють три зони Світового океану:

- відкрита зона;
- прибережні води;
- апвелінг.

Чиста продукція цих вод в середньому становить відповідно 50, 100 та 300 г вуглецю/ м² за рік. Валова ж продукція (первинна) Світового океану за оцінками різних авторів дорівнює 60-70 млрд. тон вуглецю.

Помітно вище, ніж у Світовому океані, темп продукування органічної речовини в континентальних водоймах, особливо в озерах. В евтрофних озерах світу середньодобова чиста продукція становить 600-800 мг С/ м²; в мезотрофних - 250-500, в оліготрофних - 50-300. Високій рівень первинного продукування в континентальних водоймах пояснюється більшим надходженням біогенів з суші і перемішуванням вод. Завдяки циркуляції, що часто охоплює в ті чи інші строки водну масу озер, відбувається значна мобілізація біогенів донних відкладів. Тому взаємодія між водною товщею і донними відкладами в озерах набагато інтенсивніша, ніж у Світовому океані і є додатковим фактором, що сприяє існуванню фітопланктону і збільшенню його продукції. В дуже глибоких озерах первинна продукція стає значно меншою, особливо якщо поверхневий стік у порівнянні з усією водною масою озера незначний.

З розвитком цивілізації і розширенням технічних можливостей гідросфера освоюється усе інтенсивніше. Цей процес здійснюється різними шляхами. Перш за все, до освоєння малих водойм додається експлуатація більш крупних. Другий шлях - посилення експлуатації тих біоресурсів, що є "дарунком природи", за рахунок удосконалення техніки лову і розширення асортименту об'єктів, що виловлюються. Третій шлях - охорона природного відтворення біоресурсів і здійснення ряду заходів, які підвищують ефективність. Четвертий - перетворення водойм на угіддя, що культурно обробляються і на які поширюються принципи, що використовуються у сільському господарстві.

У вузькому розумінні слова аквакультура - це промислове вирощування гідробіонтів за певною технологічною схемою з контролем над усіма ланками процесу. Якщо мова іде про вирощування морських організмів, то мають на увазі марікультуру. Розведення прісноводних гідробіонтів - лімнокультура. У широкому розумінні слова під аквакультурою розуміють господарювання на водоймах з метою підвищення їх продуктивності.

Існують 2 принципи ведення аквакультури:

- максимальне використання водойм як господарських угідь.

Це досягається за рахунок стимуляції первинного продукування і управління екосистемними процесами з метою отримання з одиниці площі максимальної продукції. Досягти підвищення первинної продукції можна шляхом внесення мінеральних добрив.

- використання води як середовища для вирощування господарськоцінних об'єктів за рахунок відгодівлі їх малоцінними продуктами.

Згідно першого принципу відбувається новоутворення біологічної сировини, а другого - трансформація одного виду в інший з програванням в кількості і вирашем у якості. На практиці ці два принципи дуже часто виступають у поєднанні.

Формами аквакультури є :

- рибництво в озерах і водосховищах;
- ставкове рибництво;
- садкове й басейнове вирощування риб;
- устричні і мідієві господарства;
- культивування ракоподібних, водоростей та інших гідробіонтів.

Ставкове рибництво - це історично найдавніша і більш детально розроблена форма аквакультури, при якій риборозведення здійснюється в штучно споруджених водоймах з постійним контролем за складом іхтіофауни. У ставки запускають молодь вирощуваних риб і контролюють процес їх росту. Їжею риб, з одного боку, є планктон і бентос, а з іншого - штучні корми, що вносяться до водойми. Ставки облаштовують спускними, що дозволяє повністю відловлювати вирощувану рибу і полегшує догляд за водоймою.

Для товарного вирощування в ставках використовують чисельні породи коропа, форель, товстолобик, тільпії, буффало та інші. Вирощування ведуть:

- 1 - у монокультурі, коли ставки зариблюють молоддю одного виду;
- 2 - у полікультурі, за рахунок спільного утримання різних видів риб.

За способом організації розрізняють ставкові господарства:

- повносистемні
- не повносистемні.

У перших риба вирощується від ікринки до товарної продукції, в других - здійснюється тільки частина цього виробничого процесу: або вирощування посадкового матеріалу (риборозплідники), або вирощування товарної риби із завезеного посадкового матеріалу. У нашій країні більше поширені другі.

За складом риб, що вирощуються, ставкові господарства поділяються на:

- тепловодні (короп, товстолобик);
- холодноводі (форель).

У залежності від типу ставкового господарства, складу вирощуваної риби, кліматичної зони час, необхідний для отримання товарної продукції, неоднаковий. Так, в Україні в ставкових господарствах переважають 2-річні оберти.

Процес вирощування товарної риби забезпечується використанням ставків різного типу. У відносно глибоких маточкових ставах містяться плідники вирощуваного виду риби і ремонтний молодняк, тобто особини, що залишені для поповнення стада плідників. Навесні плідників пересаджують у неглибокі нерестові стави, отримують від них статеві продукти, штучно запліднюють ікру і інкубують її в спеціальних апаратах. Личинок, що з'явилися, випускають у малькові стави. На зиму зростаючі у малькових ставах молодь пересаджують у глибокі зимувальні стави і навесні використовують у якості посадкового матеріалу для зариблення нагульних ставів, де вирощуються до товарного стандарту.

Рибопродуктивність ставів визначається тим, наскільки близькі до оптимальних абіотичні та біотичні параметри створюваних екосистем. З абіотичних факторів найсуттєвішими є температурний і кисневий режими, які в певній мірі контролюються конструкцією ставів і організацією їх водопостачання. З біологічних факторів найбільше значення має трофічний, включаючи хижаків, паразитів та харчових конкурентів.

Покращення трофічних умов найбільш ефективно досягається удобренням ставів. Внесення біогенів стимулює первинне продукування, посилюючи здатність екосистеми зв'язувати більшу кількість сонячної енергії і тим самим збільшувати її трофічний потенціал. Внесення органічних добрив – це введення до екосистеми вже зв'язаної енергії і в широкому екологічному плані менш перспективне, хоча в багатьох випадках дає високий господарський ефект.

Питання для самоперевірки

1. Що називають біопродукцією, біопродуктивністю та біологічними ресурсами?
2. В яких аспектах можна розглядати біопродуктивність водних екосистем?
3. Що собою являє первинна та вторинна біологічна продукція?
4. Яке значення має первинне продукування органічної речовини у водоймах?
5. Які Ви знаєте методи визначення величини первинної продукції? В чому їх суть?

2 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОБІОНТІВ

Світовий океан є джерелом вдоволення потреб людей у харчових, хімічних, паливно-енергетичних і мінерально-сировинних ресурсах.

Велике значення мають біологічні ресурси Світового океану.

Харчове використання гідробіонтів. Риба та інші гідробіонти служать джерелом легкозасвоюваного білка, поліненасичених жирних кислот, вуглеводів, вітамінів, ферментів, гормонів, інших біологічно активних речовин.

За розрахунками вчених, добова потреба людини в білках становить 30 г. Деякі американські вчені нормою вважають 70 г. За даними ООН, 80 % населення земної кулі відчувають нестачу в тваринному протеїні і отримують в день 15 г і менше. Тканини гідробіонтів в основному містять менше білка, ніж тканини наземних тварин, за винятком морських ссавців і морських рослин. Однак біологічна цінність білка риби не нижче, ніж м'яса, білки гідробіонтів легше засвоюються. Так, з 100 г білка риби засвоюється близько 40 г, а з 100 г білка яловичини - тільки 15 г. Те ж саме можна сказати і про жир, вміст якого в різних видах гідробіонтів коливається від 0,3 до 30 %. За калорійністю 1 кг м'яса можна замінити 1,5 кг свіжої, 1 кг соленої або 0,5 кг сушеної риби. Поліненасичені жирні кислоти гідробіонтів знижують вміст в крові холестерину, жирних кислот, ліпопротеїнів низької щільності.

У ліпідах гідробіонтів містяться вітаміни А, Б, Е, що виконують в організмі важливі фізіологічні функції.

Гідробіонти забезпечують надходження 25 % білкової їжі в світі, поступаючись молоку (43 %) і м'ясу (35 %).

Споживання риби та інших водних об'єктів на душу населення визначається структурою та особливостями економіки, культури та побутового устрою країн. Розвинені країни споживають 20 і більше кг риби на рік на душу населення (Австралія, Бельгія, Нідерланди, Франція, Швеція, США, Канада). В Японії, Іспанії, Португалії, Норвегії, Данії та Ісландії на душу населення припадає від 20 до 80 кг. У СРСР середнє споживання рибних товарів на душу населення склало в 1990р. 20,3 кг. У країнах Азії, Африки та Латинської Америки споживання морепродуктів не перевищує 5 кг.

Технічне використання гідробіонтів. Воно почалося ще в давнину. Як зброю застосовували зуби акул, шипи скатів-хвостоколів, шипи кісткових риб. Збирали корали, перли.

У XVI столітті в Європі з золи водоростей отримували поташ (K_2CO_3).

Морські водорості багаті полісахаридами - агаром і агароїдами, які широко використовуються в бактеріології, мікробіології та медицині для приготування поживних середовищ, а також в кондитерській промисловості при виробництві джемів, мармеладу, желе, пастили, шоколаду, зефіру, цукатів. Агар використовується при випіканні хліба і приготуванні консервів. Застосовується агар і в текстильній промисловості, він замінює крохмаль, надає тканинам твердості.

Полісахариди рослинного походження використовуються при протезуванні зубів, склеюванні фанери, отриманні штучної шкіри. До полісахаридів тваринного походження відносяться хітин і його похідна - хітозан. Найбільша кількість хітину міститься в панцирах ракоподібних. Тільки з панцирів креветок можна добувати 28 тис. тонн хітину, а видобувають набагато менше (у США – 23 тонн, в Японії 56 тонн).

Плівки, отримані з хітозану, відрізняються стійкістю до агресивних середовищ (кислот, лугів, органічних розчинників), а також до нагрівання та охолодження. З бурих водоростей отримують альгінат, що широко використовується в текстильній, хімічній та харчовій промисловості

У Росії (як раніше в СРСР) з водоростей виробляють порошок для нафтової та текстильної промисловості, набивальний матеріал для меблів, добрива. З морських трав (зостера, філоспадікс тощо) виробляють папір, чорнило, нітроцелюлозу, спирт, ацетон, водоростевий порошок (для глянцювання паперу), харчовий та технічний натрій.

Ліпіди гідробіонтів використовуються для отримання масляних фарб, мила, пральних порошоків, шампунів, гліцерину, мастил. З шкіри риб і шкур морських ссавців після вичинки шиють одяг, виготовляють ремені, взуття.

Кормове використання гідробіонтів. Годують гідробіонтами сільськогосподарських тварин, хутрових звірів, самців риб.

Для приготування кормів для риб використовують цілу рибу або відходи рибообробки (голови, нутроці, кістки, шкіру). Найчастіше на кормові цілі йдуть мойва, шпрот, піщанка, тріска, сайда та інші тріскові. Залежно від виду риб і сезону вміст протеїну (в перерахунку на сиру масу) складає 17-18 %, жиру - 4-20 %. Наприклад, вміст жиру в мойві перед нерестом (січень-лютий) становить 13-14 %, а в після нерестовий період - 4-6 %. Для того, щоб додати м'ясу лососів стійкого рожевого забарвлення в корми додають 10-20 % панцирів креветки або креветкового борошна.

Фармацевтичне використання гідробіонтів. Це найбільш молодий напрям використання гідробіонтів. Він почав розвиватись з кінця 60 – початку 70-х років ХХ століття.

Прикладом більш раннього використання може слугувати одержання йоду з ламінарії (з 1811 р.).

Розвитку напрямку сприяли, з одного боку, висока вартість ліків, скорочення земель для збору лікарських трав, а з іншого - вдосконалення методів отримання хімічних сполук.

В Японії налагоджено промислове отримання «морського» інсуліну з тунців, морського окуня, жовтохвосту та інших риб, а також із китів.

Ліпіди гідробіонтів служать супозиторною основою для мазей, кремів у фармацевтиці.

Питання для самоперевірки

1. Якими ресурсами забезпечує Світовий океан людство?
2. Що таке біологічні ресурси Світового океану?
3. Що таке гідробіонти?
4. Дайте характеристику використання гідробіонтів в харчуванні.
5. Які гідробіонти є джерелом легкозасвоюваного білку?
6. Скільки становить добова норма білку для людини?
7. Які вітаміни входять до складу ліпідів гідробіонтів?
8. Чим визначається споживання риби населенням?
9. Дайте характеристику використання гідробіонтів технічними засобами.
10. У яких сферах діяльності використовуються морські водорості?
11. Як використовуються ліпіди гідробіонтів?
12. Дайте характеристику кормового використання гідробіонтів.
13. Дайте характеристику фармацевтичному використанню гідробіонтів.
14. З якого року почали використовувати морські гідробіонти у фармацевтиці?
15. Як отримують «морський» інсулін?

3 СВІТОВИЙ ПРОМИСЕЛ ГІДРОБІОНТІВ

3.1 Промисел риби

На його частку в середньому доводиться близько 90% всього видобутку гідробіонтів, причому приблизно 90% риби виловлюється в морях і близько 10% - у прісних водах. Розподіл промислу у Світовому океані вкрай неоднаковий, що, з одного боку, визначається станом сировинної бази, а з іншого боку - ступенем промислового освоєння акваторій.

Найбільша кількість риби виловлюється в пелагічно-неритичних районах, менше - у придонних шельфових районах, придонних районах материкового схилу й у відкритих районах пелагіалі. У першому районі переважне значення в сучасному промислі мають анчоуси, оселедці, сардини, скумбрієві й ставридові, минтаї, мойва. Серед донних риби на шельфі в основному ловлять тріску, мерлуз, камбал. У придонних районах схилу й підняття океанського дна найбільше промислове значення мають морські окуні, у районах відкритої пелагіалі - тунці й макрелешуки (зокрема сайра).

Для розвитку промислу у Світовому океані характерний його зсув з Північної півкулі в Південну, із прибережних районів у відкриті, з поверхневих вод у глибинні. Більша частина риби, що виловлюються, є планктофагами (53%), друге місце займають хижаки (22%) і третє - бентофаги (5,5%). Серед морських риби найбільше добувається оселедцевих, тріскових, скумбрієвих, тунцових, ставридових і камбалових. Із прохідних риби переважають у промислі лососєві.

Середня рибопродуктивність Світового океану - близько 1,7 кг-га-1 на рік. В регіонах підйому глибинних вод, що займають не більше 0,1% площі Світового океану, видобувається біля половини всього улову. Низька рибопродуктивність основної акваторії пояснюється недостатністю біогенів у трофогенному шарі, що, у свою чергу, пов'язане з низьким рівнем перемішування вод. У тропіках і субтропіках йому перешкоджає стабільне термічне розшарування. У бореальній зоні рибопродуктивність вище завдяки конвекційному перемішуванню води. Головною причиною підйому глибинних вод у жаркій зоні є пасати, що викликають зниження рівня води поблизу західних берегів континентів. Високою рибопродуктивністю відрізняються континентальні шельфи, які займають 9,9% акваторії Світового океану і на яких виловлюється близько половини всієї риби

або в перерахуванні на 1 га близько 8,5 кг. Рибопродуктивність континентальних водойм вища, ніж в океані.

3.2 Промисел нерибних об'єктів

Дотепер вилов водних безхребетних і рослин залишається дуже невеликим і лише в незначній мірі відбиває потенційні можливості промислу. Зазвичай, це пояснюється впливом різних звичаїв, коли цінні в харчовому відношенні водні організми не використовуються населенням тих або інших країн, хоча часом охоче вживаються в їжу іншими народами. Тільки водні ссавці, зокрема кити, виловлюються в кількості, що допускається сировинною базою. Серед них найбільше значення в промислі мають кашалоти й фінвали. Понад 70% їх добувається у водах Антарктики, близько 20% - в інших районах Південної півкулі й тільки близько 5% - у водах Північної півкулі. Крім китоподібних добуваються різні ластоногі - вухасті тюлені (наприклад, морський котик), безвухі тюлені, моржі.

Серед моллюсків найбільше значення мають головоногі, устриці, морське вушко, мідії й гребінці. З головоногих в найбільшій кількості видобуваються кальмари (3 види) каракатиці (3 види) восьминіг (1 вид). Двостулкові представлені в уловах переважно устрицями, мідіями, гребінцями. Серед червононогих найбільше значення в промислі мають галіотиси, пателли і літоріни. Крім їстівних моллюсків значне місце в промислі займають деякі двостулкові, з яких добуваються перли й виготовляється перламутр. Світовий видобуток моллюсків може значно зрости, зокрема, за рахунок вилову кальмарів.

Серед ракоподібних переважно добуваються креветки, краби, омари й лангусти. Все ширше розгортається промисел антарктичного крилю, біомаса якого в Південному океані оцінюється в 0,1-5 млрд. т, а можливий річний вилов - в 100 млн. т і більше. Із крабів найбільше значення має камчатський. Із креветок в уловах переважають крангони (піщані креветки), пенеїди, пандалноси, з омарів - омар звичайний і американський. Найбільше значення серед голкошкірих мають їстівні їжаки.

З рослин у великій кількості добуваються як харчові об'єкти й технічна сировина багато водоростей. З харчовою метою використовуються червоні водорості лауренсія порфіра і родіменія з бурих - ламінарія, фукуси, алярія і хондрія, із зелених - ульва (морський салат). Вживаються водорості в їжу у свіжому, сушеному й вареному виді. Із червоних водоростей добувають агар, з бурих - поташ, йод і інші хімічні речовини, а також різні вітаміни. Вуглеводи водоростей людина переварює погано, але в народів, що харчуються

цією їжею регулярно і з дитинства, наприклад, в Японії, у кишечнику створюється специфічна бактеріальна флора, що сприяє засвоєнню водоростей. В Україні найбільше промислове значення з рослин мають філофора й анфельція. Ведуться розробки технологій переробки і використанню інших видів, зокрема кераміуму. З вищих рослин добуваються для виготовлення паперу, тканин, технічних матеріалів і добрив зостера, морський льон, очерет, рогоз і інші макрофіти.

3.3 Охорона й підвищення ефективності природного відтворення промислових гідробіонтів

В наш час рівень використання біоресурсів гідросфери відносно більшості традиційних об'єктів промислу досяг величин, близьких до граничних. В багатьох випадках спостерігається перелов гідробіонтів, коли відтворна здатність їхніх популяцій уже не може компенсувати збиток наслідків промислу. В 1770 р. був вбитий останній екземпляр чудового рослиноїдного ссавця -стелерової (морської) корови. Майже зник в наш час гренландський кит, взятий під охорону занадто пізно, під загрозою зникнення перебуває синій кит. Серед риб спостерігається перелов багатьох видів камбал, оселедців. У надзвичайно напруженому стані перебувають в деяких районах запаси крабів. Тому з надзвичайною гостротою встає питання про охорону й підвищення ефективності природного відтворення біоресурсів.

Одна з найважливіших задач охорони природного відтворення біоресурсів водойм - захист останніх від забруднення. Забруднення водойм може спричинити отруєння промислових організмів, а також зниження їхньої чисельності внаслідок загибелі кормових для них об'єктів. Крім цього, забруднення погіршує газовий режим водойм, зокрема веде до зниження концентрації кисню, що також погіршує умови існування гідробіонтів. Тому боротьба із забрудненням водойм - одна з найважливіших проблем охорони природного відтворення промислових організмів. Особливо великої шкоди відтворенню гідробіонтів завдає забруднення водойм нафтою і її продуктами, пестицидами, солями важких металів, радіонуклідами, детергентами. Особливо актуальним останнім часом є біологічне забруднення (вселення чужорідних видів).

Серйозна шкода відтворенню промислових гідробіонтів може наносити гідротехнічне будівництво, зокрема спорудження гребель, що перерізають природні міграційні шляхи прохідних риб. Величезна кількість молоді риб гине, потрапляючи в зрошувальні системи або турбіни електростанцій. Очевидно, будь-яке гідробудівництво повинно

вестися з урахуванням інтересів промислу водних організмів. Зокрема, спорудження гребель повинне супроводжуватися створенням рибопідйомників, рибоходів або інших пристроїв, що дають можливість прохідним риbam потрапляти з нижніх б'єфів гребель у верхні. Часто доводиться вживати заходи щодо збереження природних нерестовищ, що зникають внаслідок підняття рівня води, або вишукувати шляхи їхньої біологічної заміни. Для попередження запливання молоді в канали зрошувальної системи й турбіни електростанцій створюються різні загороджувачі, зокрема електричні. Оскільки в темряві в молоді реореакції немає, вона на 80-90% потрапляє в зрошувальну мережу вночі; регулюючи час забору води або організовуючи «світловий захист» (виклик реореакції) можна різко знизити загибель молоді.

Підрив природного відтворення промислових організмів часто викликає погана організація їхнього вилову. У зв'язку із цим необхідне науково обґрунтоване регулювання промислу: воно повинно зводитися не тільки до визначення припустимого обсягу вилову, але також і встановленню строків і місць промислу, регламентуванню способів, знарядь лову й промислової міри риб з таким розрахунком, щоб збиток природному відтворенню не виходив за рамки саморегуляційних властивостей видів. Істотним заходом охорони природного відтворення риб є порятунок її молоді, яка часто в великих кількостях гине у дрібних ізольованих водоймах, що утворюються в заплаві рік після проходження паводку. Відрізану від ріки молодь можна врятувати виловом з пересихаючих водойм (з наступним випуском у ріку) або з'єднанням останніх із руслом.

Проблема охорони й підвищення ефективності природного відтворення біоресурсів ускладнюється тим, що її доводиться вирішувати в умовах комплексного використання водойм, з огляду на інтереси досить різних галузей господарства, пов'язаних з використанням водойм. Інтереси енергетики, зрошувального землеробства, навігації, питного водопостачання, рибного господарства, рекреації й ряд інших необхідно по можливості гармонійно сполучити один з одним, знаходячи оптимальне сполучення масштабів різних впливів. Завдання збереження біоресурсів стає одним з елементів проблеми комплексного використання водойм як природних тіл в інтересах усього народного господарства.

Велике значення для посилення природного відтворення промислових організмів має боротьба з їхніми харчовими конкурентами, ворогами й паразитами. Ворогами промислових організмів можуть бути безхребетні й хребетних тварин. Величезної шкоди завдають промисловим організмам паразити. Величезна кількість

риби гине від вірусних і бактеріальних захворювань. Основний елемент у комплексі заходів з боротьби з паразитами ставкових риб - профілактика захворювань, зокрема суворий контроль за перевезеннями риб. Крім санітарно-профілактичних заходів проводяться лікувальні: спеціальні антипаразитарні обробки риби, використання антибіотиків, антигельмінтиків, хіміко-терапевтичних препаратів.

Боротьба з харчовими конкурентами, ворогами й паразитами промислових організмів може значно підвищити їхню продукцію. У ставковому господарстві обрі результати може давати організація приманних ставків, які після заселення їх шкідливими тваринами осушуються, і останні гинуть. Іноді застосовуються пастки для шкідливих комах, що приманюються ультрафіолетовим світлом. Для боротьби з хижакими й конкурентами устриць, а також мідій застосовують механічні методи, але особливо ефективні хімічні: розчинення у воді пестицидів, розкидання по ґрунту контактних діючих нерозчинних у воді отрут, створення навколо устричних банок бар'єрів з таких речовин, змішаних з піском, обробка раковин устриць речовинами, що запобігають осіданню перифітонів, розкидання отруєних привад для хижих ракоподібних, і т.п.

Питання для самоперевірки

1. Які молюски є основним промисловим виловом?
2. Як використовують молюсків в харчових цілях?
3. Охарактеризуйте обсяги вилову молюсків в Світовому океані.
4. Назвіть ареали мешкання устриць, мідій в індустріальних умовах?
5. Як відбувається вирощування устриць, мідій в індустріальних умовах?
6. Дайте характеристику червононогим гідробіонтам.
7. Назвіть основні промислові види червононогих молюсків.
8. Дайте характеристику голкошкірим гідробіонтам.
9. Що таке трепам, кукумарія?
10. Дайте характеристику ракоподібним гідробіонтам.
11. Охарактеризуйте морського рака (омар).
12. Дайте характеристику звичайному лангусту.
13. Дайте характеристику морським ссавцям.
14. Як використовують м'ясо та жир китоподібних?
15. В якому році та якою організацією прийнято рішення про заборону вилову китів?

4 СКЛАД СВІТОВОГО УЛОВУ ГІДРОБІОНТІВ

Промисловим рибальством на нашій планеті займаються більш ніж 250 країн. Загальний вилов гідробіонтів разом з продукцією аквакультури перевищив 100 млн. тонн (1996 р. -115600000 тонн).

У вилові домінує риба – 90 %, решта 10 % складають молюски, ракоподібні, водорості і морські ссавці. Серед безхребетних більше половини (65-70 %) припадає на частку молюсків, близько 30 % становлять ракоподібні і менше 1 % голкошкірі. Таке співвідношення зберігається відносно постійним протягом тривалого періоду.

Молюски. Вони представлені в промислі головоногими, двостулковими, пластинчато зябровими і брюхоногими видами. У черевоногих і двостулкових молюсків тіло вкрите важким вапняним панциром (до 80 % від загальної маси). Головоногих видобувається 1/3 загальної кількості молюсків (приблизно 6 млн. тонн), але за вмістом білку це становить 70 % видобутих молюсків.

Добувають також восьминогів і каракатиць. Всі вони є хижаками, харчуються стадними пелагічeskими рибами: сардинами, анчоусами, макрелешуками та ін

У головоногих рот оточений щупальцями з сильними присосками. Щупальцями тварини хапають і утримують здобич, а також прикріплюються до різних предметів. Головоногі, з силою виштовхуючи воду з мантійної (зябрової) порожнини через особливу воронку, досить швидко пересуваються в товщі води за принципом ракети. У багатьох видів є «чорнильний» мішок, з якого при небезпеці викидається його секрет, що створює своєрідну «димову завісу».

Тихоокеанський кальмар. Форма тіла торпедоподібна. На боках широкі плавники. Довжина тихоокеанського кальмара не перевищує 60 см (в океанах зустрічаються інші види кальмарів-гігантів розміром понад 17 м).

Восьминоги. Деякі види восьминогів досягають 1,5 м. Тіло складається з голови з вісьмома щупальцями і великого овального тулуба. Восьминіг веде переважно донний спосіб життя, віддаючи перевагу скелястим або кам'янистим ділянкам дна.

Головоногих молюсків сушать, маринують, консервують, а також використовують у свіжому вигляді. З чорнильних мішків виготовляють фарбу – сепію.

За останні 10-15 років відзначається помітне зростання світового обсягу видобутку кальмарів. Найбільш продуктивні райони - це Північно-Східна та Центрально-Західна частини Тихого океану, Південно-Західна Атлантика. До числа перспективних відноситься Південна частина Тихого океану. Перше місце з видобутку кальмарів займає Японія, на другому місці - Таїланд. З європейських країн основні споживачі - Іспанія та Італія.

Двостулкові. Особливо багаті цими моллюсками далекосхідні моря, де мешкають устриці, мідії, гребешки та інші двостулкові моллюски. М'ясо їх вживають у їжу в свіжому і консервованому вигляді. Великі запаси мідій знаходяться у Чорному морі.

Устриці. Рід устриці налічує близько 60 видів. Устриці - теплолюбні тварини, поширені в морях південних і середніх широт. Область їх проживання знаходиться південніше 66° північної широти, тому що низькі температури води несприятливі для їх розмноження.

Зустрічаються на глибинах від 1 до 70 м переважно на кам'янистих і піщано-мулистих ґрунтах. Нерідко поселення устриць настільки щільні, що вони розташовуються в кілька ярусів, прикріплюючись один до одного.

Найбільша тихоокеанська устриця досягає довжини 38 і ширини 12 см. Чорноморська устриця менших розмірів, її діаметр досягає 9 см.

В даний час в багатьох країнах створені плантації по розведенню устриць.

Мідії. Рід мідій має багато видів, що мешкають в різних морях земної кулі. Вони досить невибагливі до умов проживання, легко переносять значні коливання температури (від -1 до $+30^{\circ}$ C) і солоності води.

Мідії мешкають в межах мілководних районів на каменях, скелях, галькових і піщано-мулистих ґрунтах. Оселяються на підводних спорудах і навіть на днищах кораблів. У сприятливих умовах мідії швидко розмножуються і іноді розташовуються, як і устриці, у кілька ярусів.

Найбільша мідія мешкає в Японському морі, де її раковина досягає 20 см. Чорноморська мідія має довжину 8-11 см.

Розміри найбільш широко поширеної звичайної мідії не перевищують 8 см.

Мідії мають істотне промислове значення. У деяких країнах їх розводять штучно.

Гребінець дуже поширений у Світовому океані, зустрічається на глибинах від 0,5 до 50 м. Розмір раковини у гребінців коливається від 3 до 20 см в діаметрі.

Раковинні моллюски використовуються в їжу, з них виготовляють кормову муку, отримують перламутр і перли.

Багато видів молюсків вирощуються штучно. Серед культивованих молюсків, за даними на 1994 р., переважали тихоокеанські устриці (946 тис. тонн). Морського гребінця вирощували 1 млн./т, мідій - 941,1 тис. тонн.

Червоногі. Промислові види - морське вушко і трубачі.

Ці теплолюбні тварини відсутні в північних і арктичних морях. Раковини їх мають характерну вуховидну форму, яскраво забарвлені зовні, з товстим перламутровим шаром. Розміри раковин зазвичай не більше 10-12 см, але тропічні форми досягають 25 см. Мешкають у прибережній зоні, прикріплюючись до скель і каменів. Видобуваються в основному заради перламутру, але також використовуються в їжу.

У російських водах на Далекому Сході мешкають 3 промислових види трубачів.

Голкошкірі. До промислових голкошкірих відносяться їстівні голотурії та деякі види морських їжаків, у яких їстівна ікра. Морські зірки наносять шкоду плантаціям молюсків, але перспективні в якості фармацевтичного сировини.

У далекосхідних морях промислове значення має **трепанг**, поширений в Японському морі. Тіло трепанга досягає 30-40 см в довжину, в сушеному вигляді 7 см. Навколо рота - віночок щупалець, як у всіх голотурій. Мешкає трепанг на глибинах від 0,5 до 50 м в захищених від штормів бухтах і затоках, на твердих скелястих ґрунтах і в заростях морської трави.

Виловлених трепангів сушать і надалі готують з них супи, рагу. Їдять їх і в свіжому вигляді. Трепанг - вельми ласе блюдо і вживаються в їжу здавна.

Значно поширена в далекосхідних морях і інша голотурія - **кукумарія**. досягає в довжину 40 см і маси 1 кг. Витягнута з води, кукумарія стискається, набуваючи форму яйця або кулі. Далекосхідні рибалки називають її «морським огірком» або «морською картоплею». Мешкає в прибережній смужі на глибинах до 10 м. Харчове борошно, отримане з сушеної кукумарії, містить багато білків і мінеральних солей.

Ракоподібні в світовому промислі займають друге місце, поступаючись молюскам.

Основний промисел їх ведеться в Атлантичному та Тихому океанах.

Найбільше промислове значення мають десятиногі раки, які поділяються на плаваючих (креветки) і плазунів (камчатський краб, справжні краби, лангусти, омари, річкові раки). Їх видобувають понад 3 млн. тонн на рік.

Креветки. Промислові види креветок зустрічаються в багатьох океанічних районах. Найбільш інтенсивний промисел ведеться в північній частині Тихого океану, біля берегів Мексики і Африки, в Перській затоці та інших районах. На Далекому Сході живе близько 100 видів креветок. Біля берегів Японії, Кореї, Китаю - креветки-пенеїди. Перше місце по промислу і штучному розведенню креветок займає Таїланд, в західній півкулі - Еквадор.

Креветки відносяться до плаваючих ракоподібних і мешкають у товщі води. Їм властиво подовжене, стисле з боків тіло. Далекосхідна креветка - трав'яний шрімс - досягає в довжину 15-18 см при масі 15-20 г. У їжу у креветок використовується мускулисте черевце, що становить приблизно третину маси всього тіла.

Вживаються креветки в свіжому, сушеному, мороженому і консервованому видах. Містять амінокислоти, фосфор, ряд вітамінів і мікроелементів. Відходи, що містять хітин, йдуть на виготовлення кормового борошна для домашніх птахів і тварин.

Омар - своєрідний морський рак. За зовнішнім виглядом нагадує річкового раку, але значно більших розмірів. Дуже цінується через високі смакові якості м'яса.

Промислове значення мають звичайний і американський омари. Перший зустрічається вздовж європейського узбережжя від Північного до Середземного моря. Американський омар поширений вздовж Атлантичного узбережжя Північної Америки.

Омари дотримуються кам'янистих і скелястих ділянок узбережжя. Довжина їх тіла досягає 50 см при масі до 6 кг.

Звичайний лангуст. Поширений в тропічних і помірних морях Атлантичного і Тихого океанів. Зовні від омарів відрізняється відсутністю клешнів.

Зазвичай довжина тіла не перевищує 40-50 см, маса – 4 кг, але зустрічаються лангусти масою до 8 кг. Лангусти використовуються в їжу так само, як і інші ракоподібні.

Камчатський краб. Він поширений в північній частині Тихого океану, у великій кількості зустрічається біля берегів Камчатки і в затоці Аляска. Камчатський краб відноситься до крабоїдів, тобто до неповнохвостих раків, а за зовнішнім виглядом дуже схожий на справжнього краба, хоча з ним знаходиться лише у віддаленому спорідненні. Камчатський краб - найбільш велика серед ракоподібних тварина. Розмах його ніг у великих екземплярів досягає 1,5 м. Середній розмір його панцира 16 см при масі 2 кг, зустрічаються екземпляри масою

7 кг з панциром до 25 см в поперечнику. Самки крабів менше самців і у промислі не використовуються.

Мешкає краб на глибинах від 4 до 250 м, на зиму з мілководь відходить на глибші місця, а навесні підходить ближче до берега. Краб - донна тварина, здебільшого дотримується піщаних і піщано-мулистих ґрунтів.

Косяки крабів, в які об'єднуються сотні тварин, в пошуках їжі переміщуються на значні відстані зі швидкістю близько 2-4 км на добу.

Для приготування харчових консервів використовується мускулатура кінцівок, а з тулуба виробляють кормове борошно і удобрювальний тук.

Справжні краби, або короткохвості раки, поширені більш широко, але мають менше промислове значення. До них відносяться: далеосхідний краб волохатий, чорноморські трав'яний і кам'яний.

Річкові раки. Річкові раки живуть переважно в водоймах з проточною водою (річках, струмках, озерах з чистою прозорою водою). Деякі форми пристосувалися до життя в опріснених ділянках моря. Дотримуються раки прибережних ділянок з щільним ґрунтом, віддаючи перевагу каменям і корчам, які служать їм притулком.

Серед річкових раків виділяють широкопалого і вузькопалого. Широкопалі раки цінуються вище, тому що їх широкі клешні багатші мускулатурою. Їстівні частини цих раків становлять до 30 % маси, а у вузькопалих до 20 %. До широкопалтих раків належать звичайний товстоногий і колхидський раки, до вузькопалих - російський рак, який має не менше п'яти різновидів.

Раки досягають довжини 18-20 см.

Найбільш цінне м'ясо клешнів і хвостової частини, ракова шийка. Раків вживають в їжу у вареному і консервованому вигляді. З відходів (голови і кінцівки) роблять кормову муку, а також виготовляють ракове масло.

До нижчих промислових ракоподібних відноситься криль, який має довжину до 4,5 см і мешкає в приантарктичних водах. Криль входив до складу харчового раціону вусатих китів, тюленів, також використовується людиною в якості харчового об'єкта. Його біомаса оцінюється в межах 0,8-3 млрд. тонн, а можливий вилов може досягти 10-15 млн. тонн на рік.

Морські ссавці. Ця група включає в себе представників ряду: китоподібні, ластоногі і сирени. Із загону Хижі сімейства Куньи сюди відносяться морські видри та калани. Кити підрозділяються на вусатих і зубатих. Кити-планктонофаги найбільш великі. Так, синій кит має довжину 30 м і більше. Вусаті кити в основному винищені. До зубатих китів відносяться кашалоти, касатки, дельфіни. За останнє сторіччя

видобули 2 млн. голів різних китів, в 1960-і рр. запаси різко знизилися до 50 тис. голів. Основними районами промислу китоподібних були Антарктика та Північна частина Тихого океану (на північ від 35 ° півн.ш.).

З китоподібних отримували м'ясо, жир, який йшов на виготовлення харчових жирів, мастил, мила, пральних порошків. У кишечнику і шлунку кашалота міститься амбра - речовина, що закріплює запахи, що використовується в парфумерії. Спермацет кашалота використовувався в косметичній промисловості для виготовлення кремів, мазей. Крім м'яса і жиру, кит середнього розміру давав до 3 тонн кормової муки і більше 1 тонни добрив. З 1988 р. рішенням Міжнародної китобійної комісії промисловий видобуток китів заборонено.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте процентним співвідношенням вилови Світового океану.
2. Дайте характеристику будові тіла молюска.
3. Які молюски є основним промисловим виловом?
4. Як використовують молюсків в харчових цілях?
5. Охарактеризуйте обсяги вилову молюсків в Світовому океані.
6. Дайте характеристику двостулковим молюскам.
7. Назвіть ареали мешкання устриць, мідій в індустріальних умовах.
8. Як відбувається вирощування устриць, мідій в індустріальних умовах?
9. Які ракоподібні мають найбільше промислове значення?
10. Охарактеризуйте пенеїдну креветку.
11. Охарактеризуйте камчатського краба.
12. Дайте характеристику річковим ракам.

5 СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЇ І ВИЗНАЧАЛЬНІ ЇЇ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Структура популяції – це співвідношення чисельності і біомаси вікових і розмірних груп в стаді тварин, це характер статевого дозрівання і співвідношення статевозрілої (нерестова популяція або нерестова частина популяції) і нестатевозрілої частин стада, це характер старіння і співвідношення старих особин з іншою частиною популяції.

Структура популяції специфічна для виду і його окремих стад. Вона є видовою і популяційною властивістю, що відбиває характер взаємозв'язків виду і його окремих популяцій з середовищем, тобто структурі популяції виду і внутрішньовидовим групам властива стабільність.

Тривалість життя у риб дуже відрізняється: від декількох місяців у деяких бичків до майже ста років у деяких осетрових. Найбільше число видів риб має граничний вік 5-15 років і довжину 30-50 см.

У тропічних і екваторіальних водоймах середня тривалість життя риб, дещо менша. Найкрупніші риби з найбільшою тривалістю життя – це, як правило, крупні хижаки, зазвичай з коротким періодом інтенсивного нагулу. Основне живлення зазвичай здійснюється під час підходу жертв – прохідних або напівпрохідних риб або концентрації на місцях нересту, або перед нерестом. Так живляться білуга, калуга, сом. До групи риб, що досягають середніх розмірів (до 1 м і трохи більше віком до 30 років, відносяться головним чином бентофаги, частково рослиноїдні риби і хижаки-рибоїди. Планктоноідних риб серед цієї розмірно-вікової групи порівняно мало. Серед дрібних риб з коротким життєвим циклом переважають планктонофаги і риби, що годуються дрібним бентосом. Хижаків серед дрібних риб з коротким життєвим циклом майже немає.

І у різних популяцій одного і того ж виду граничний вік і максимальні розміри можуть бути дуже різними, відбиваючи пристосованість популяції до тих умов, в яких вона існує.

Серед всіх морських риб більш південні (у північній півкулі) популяції виявляються зазвичай більш дрібними, з меншим граничним і середнім віком. Подібні відмінності в структурі більш південних (раніше дозрівання, менші розміри, менший середній і граничний вік) і більш північних популяцій, пов'язані в першу чергу з різною інтенсивністю дії хижаків і є пристосуванням, що забезпечує інтенсивніше відтворення.

Прибережні популяції навіть в одній і тій ж водоймі зазвичай характеризуються більш коротким життєвим циклом і меншими розмірами в порівнянні з мігруючими. В цьому випадку різниця в структурі житлових і мігруючих популяцій пов'язана в першу чергу з різницею в забезпеченості їжею.

Значно складніша картина спостерігається у прісноводних і прохідних риб.

У різних популяцій севрюги відмінності в структурі популяції так само, і у більшості інших осетрових, пов'язані в першу чергу з різницею в забезпеченості їжею. Значно складніша картина спостерігається у кумжи *Salmo trutta* L. Річкові популяції цієї риби, що відрізняються коротким життєвим циклом і раннім статевим дозріванням, а також річкові частини популяцій прохідних форм (самці) характеризуються коротким життєвим циклом і часто (але не завжди) більш ранньою зрілістю. Цікаво, що ці популяції за характером живлення відрізняються одна від одної так само, як різні види риб з коротким і довгим життєвим циклом. Прохідні крупні риби, як правило, хижаки, а житлові дрібні живляться безхребетними.

У плотви структура популяції у різних форм дуже різноманітна. У прісноводних форм, що живляться рослинністю і дрібними безхребетними, спостерігається те же явище, що і у морських риб: більш південні популяції дозрівають в більш ранньому віці, інколи більш дрібних розмірів, ніж північні, і тривалість життя у них менша. Ця відмінність так само, як і у морських форм, пов'язана з пристосованістю південних форм до більш інтенсивної дії хижаків. Напівпрохідні форми, що живляться молюсками, досягають статевої зрілості раніше, ніж прісноводні форми, але при тих же розмірах, що і прісноводні форми тих же широт, як це спостерігається у вобли Штеттінської бухти і у поширених в цих же широтах прісноводних форм плотви.

У південних напівпрохідних форм плотви (каспійська і аральська вобла) статеве дозрівання зазвичай настає в тому ж віці, що і у прісноводних форм і у прибережних житлових, так званих очеретяних форм, проте розміри, при яких напівпрохідні популяції досягають смуги зрілості, виявляються значно більшими, і зазвичай вікова структура стада у напівпрохідних більш складна, тобто включає більше вікових груп.

Такі відмінності в структурі популяцій у північних напівпрохідних форм плотви, пов'язані з пристосованістю до різної забезпеченості їжею. Північні форми живуть при більш низькій забезпеченості їжею, ніж напівпрохідні. Інтенсивність дії хижаків і на житлові, і на напівпрохідні північні популяції менша, ніж на південні. Південні житлові популяції досягають статевої зрілості при менших розмірах, що пов'язано з пристосуванням до високого пресу хижаків при низькій кормовій базі. У південних напівпрохідних форм розміри, при яких настає статеве дозрівання, зберігаються близькими до тих, що спостерігаються у північних форм. У напівпрохідних форм, що живуть при високій забезпеченості їжею, зниження інтенсивності дії хижаків частково досягається за допомогою більш швидкого росту.

Зміни вікового складу в межах однієї популяції

Віковий склад стада є результатом взаємодії трьох процесів: поповнення (врожайності), росту і спаду, та співвідношення цих трьох взаємозв'язаних процесів і залежить від зміни вікової структури як популяції в цілому, так і її статевозрілій частині. На вікову структуру стада впливає різниця в чисельності (врожайності) окремих поколінь. У різних видів риб ступінь врожайності різних поколінь коливається в різних межах.

У одних видів (тріска, оселедець та ін.) флуктуації, тобто коливання чисельності окремих поколінь, виражені сильно, і в деяких випадках потужне покоління може бути більшим від слабкого в 50-90 разів. Такі коливання в першу чергу і визначають ту мінливість врожайності вікового складу статевозрілої частини популяції, яка спостерігається, наприклад, у аркто-норвезької тріски і атлантично-скандинавських оселедців.

У ряду видів риб коливання врожайності за роками невеликі. Поза дією рибальства, тобто зміни інтенсивності смертності, вікова структура стада у них майже не змінюється (природно, за умови стабільної забезпеченості їжею).

Окрім коливань врожайності, на структуру популяції істотно впливає зміна забезпеченості їжею і росту риб в популяції. У разі підвищення забезпеченості популяції їжею, яке може бути викликане збільшенням кормової бази, подовженням сезону нагулу або розрідженням популяції, у риби прискорюється ріст, більш рано настає статева зрілість, інколи змінюється співвідношення статей і зазвичай скорочується тривалість життя. Так, наприклад, зміни вікового складу морської камбали під впливом інтенсифікації рибальства і в роки першої і другої світових воєн відбувалося таким чином: у роки інтенсифікації рибальства прискорювався темп росту риб і відбувалося омолодження стада; у роки військових запусків ріст сповільнювався, і збільшувався як середній, так і максимальний вік риб в нерестовому стаді.

У більшості риб розміри, що досягаються особиною до часу статевого дозрівання удвічі менші максимальних розмірів, що досягаються рибою. Отже, якщо риба росте швидше, вона швидше досягає віку статевої зрілості і в молодшому віці досягає і граничних розмірів; при цьому, природно, скоротиться і тривалість життя. Навпаки, уповільнення росту пов'язано з більш пізнім досягненням статевої зрілості і більшою тривалістю життя. Нарешті, на вікову структуру популяції істотно впливають характер і інтенсивність смертності.

Так само, як віковий склад, розмірний склад і вагова структура популяції специфічні для виду й змінюються відповідно до змін умов життя. У тих видів риб, у яких різниця у врожайності окремих поколінь значна, дуже сильно змінюється за роками і розмірний склад, і структура

біомаси популяції. З іншого боку, розмірна і вагова структура популяцій, що живуть в стабільних умовах забезпеченості їжею і врожайності поколінь, залишається майже незмінною з року в рік.

Зміни розмірного і вагового складу популяції відбивають зміни умов життя. Розширення розмірного ряду дозволяє популяції освоювати більш широкий спектр кормів і забезпечувати більш стабільне поповнення. Скорочення розмірного ряду можливо за умов високої забезпеченості їжею і пов'язано з підвищенням інтенсивності відтворення при щодо стабільних умовах розмноження.

В межах стада риби, особливо у високих і помірних широтах, зазвичай виникають тимчасові, більш-менш тривалі, але рідко існуючі протягом всього життя покоління, угруповання – «елементарні популяції» за термінологією Н.В. Лебедева (1967 р.). Ці угруповання об'єднують головним чином особини одного покоління, що характеризуються схожим біологічним станом (жирністю, зрілістю гонад і так далі), розмірним складом і поведінкою. Інколи в елементарну популяцію можуть включатися і особини інших віків, але близькі за своїм біологічним станом до «ядра», що становить елементарну популяцію. Такі елементарні популяції відмічені у хамси, кільки, вобли, тріски та деяких інших риб.

5.1 Математичні моделі динаміки вікового складу стада

В основу аналізу процесів, які визначають вікову структуру стада, покладені моделі співвідношення поповнення і спаду. Нижче наведена спроба промодельовати ті процеси, які визначають зміни вікової структури стада.

Якщо взяти нерестову популяцію з певним розподілом віків і допустити, що смертність її особин неселективна і здійснюється з інтенсивністю в 10 і 90% (табл. 5.1 і рис. 5.1), то:

- Разова неселективна загибель з будь-якою інтенсивністю не змінює вікової структури стада (1-й рік).

- У наступні роки структура популяції зміщується на одну вікову групу праворуч (2-5-й роки) за відсутності поповнення.

- Це відбувається поки риба не досягне граничного віку, потім – загибель популяції. В цьому прикладі граничний вік риб в популяції – 7 років.

Цікаво, як змінюватиметься вікова структура стада нерестової популяції при різній величині поповнення нерестового стада, якщо віковий склад поповнення (3-літки – 20%, 4-літки – 60%; 5-літки – 20%) залишається незмінним.

Таблиця 5.1 – Вплив неселективної смертності нерестової популяції на її вікову структуру за відсутності поповнення (0% від залишку)

Рік спост-нь	Показники	Вікова структура нерестової популяції					загальна чисельність, шт.	Середній вік
		3	4	5	6	7		
1-й	Кількість риб							5,20
	весна, шт.	1000	2000	3000	2000	2000	10000	
	осінь, шт.	100	200	300	200	200	1000	
	у %	10	20	30	20	20	100	
2-й	Кількість риб							5,75
	осінь, шт.	-	100	200	300	200	1000	
	весна, шт.	-	10	20	30	20	80	
	у %	-	12,5	25	37,5	25	100	
3-й	Кількість риб							6,33
	весна, шт.	-	-	10	20	30	60	
	осінь, шт.	-	-	1	2	3	6	
	у %	-	-	16,6	33,4	50,0	100	
4-й	Кількість риб							6,66
	осінь, шт.	-	-	-	1	2	3	
	весна, шт.	-	-	-	0,1	0,2	0,3	
	у %	-	-	-	33,4	66,4	100	
5-й	Кількість риб							7,00
	весна, шт.	-	-	-	-	0,1	0,1	
	осінь, шт.	-	-	-	-	0,01	0,01	
	у %	-	-	-	-	100	100	

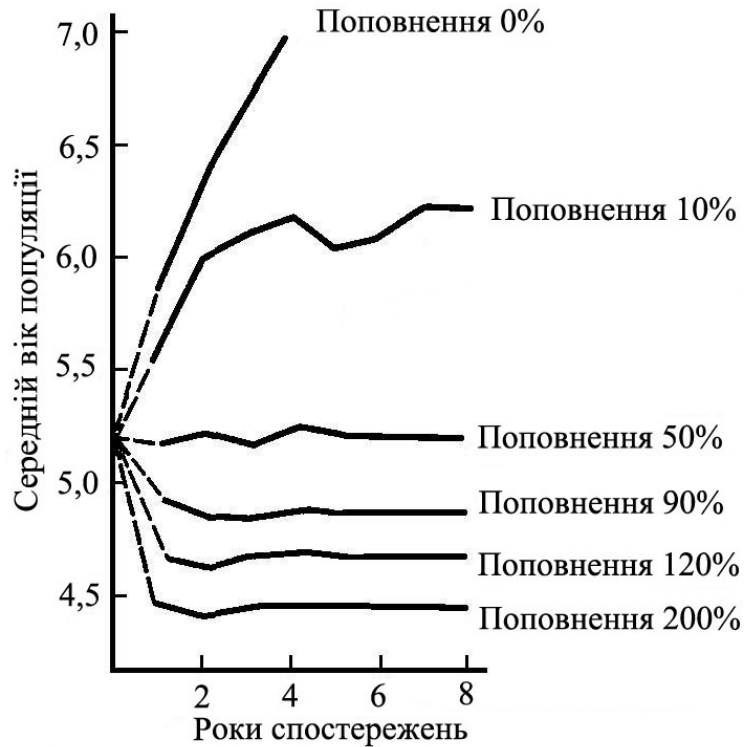


Рисунок 5.1 – Зміни середнього віку популяції в залежності від інтенсивності вилову

Умовні позначення: Вилов 10 і 90%; смертність риб старше 7 років – 100%; поповнення має постійний віковий склад: 3 роки – 20%; 4 роки – 60%; 5 років – 20%

Початкова чисельність у разі вилучення 10 і 90% вважається однаковою. Розрахунок проводиться для поповнення 10, 50, 90, 120 і 200% від залишку. При однаковій відносній величині поповнення і при вилученні 10 і 90% зміни вікової структури стада і середнього віку популяції виявляються однаковими. До того моменту, поки в стаді залишаються ще риби початкового ряду, спостерігаються деякі коливання середнього віку. Зміни середнього віку в перші роки пояснюються тим, яка за чисельністю вікова група початкового ряду досягає граничного віку і виключається з нерестового стада. Починаючи ж з моменту, коли все стадо утворюється поповненнями, що надійшли раніше, встановлюється стабільний середній вік, однаковий у популяції при вилученні і 10 і 90% та не залежний від абсолютної чисельності стада. Чим більший відсоток складає поповнення по відношенню до залишку, тим молодшим виявляється середній вік нерестової популяції (рис. 5.2).

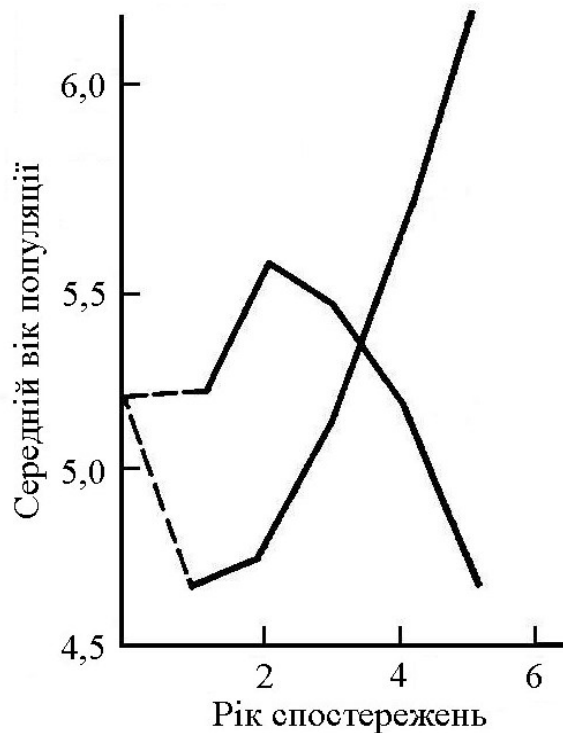


Рисунок 5.2 – Зміни вікового складу промислової популяції при вилученні 90 і 10% при різній величині поповнення

Умовні позначення: Віковий склад поповнення: 3-літки – 20% поповнення; 4-літки – 60%; 5-літки – 20%; 1 – середній вік популяції при вилові 90 і 10% і розподілу поповнення: в перший рік – 0%, в другий – 10%, в третій – 50%, в четвертий – 90%, в п'ятий – 120%; 2 – середній вік популяції при вилові 90 і 10% і розподілу поповнення: в перший рік – 120%, в другий – 90%, в третій – 50%, в четвертий – 10%, в п'ятий – 0%

Необхідно визначити, як змінюватиметься вікова структура нерестової популяції, якщо її чисельність залишається стабільною. Така стабільність досягається, якщо смертність складає не більше ніж 43%, а поповнення 100%. Хід змін вікового складу і середнього віку популяції і в цьому випадку виявляється аналогічним тому, що спостерігається при вилові 10% і поповненні понад 50%, коли чисельність популяції збільшується, і при вилові 90%, коли чисельність популяції знижується (рис. 5.3).

Якщо інтенсивність смертності збільшуватиметься з року в рік, але співвідношення поповнення і залишку залишатиметься тим самим, тобто поповнення складатиме 50% від залишку при стабільному віковому складі поповнення, то ніякого омолодження вікового складу популяції не відбувається. Середній вік популяції залишається приблизно таким же, а невеликі коливання середнього віку, пов'язані з тим, яка за потужністю

вікова група початкового ряду досягла граничного віку і вибула зі складу стада.

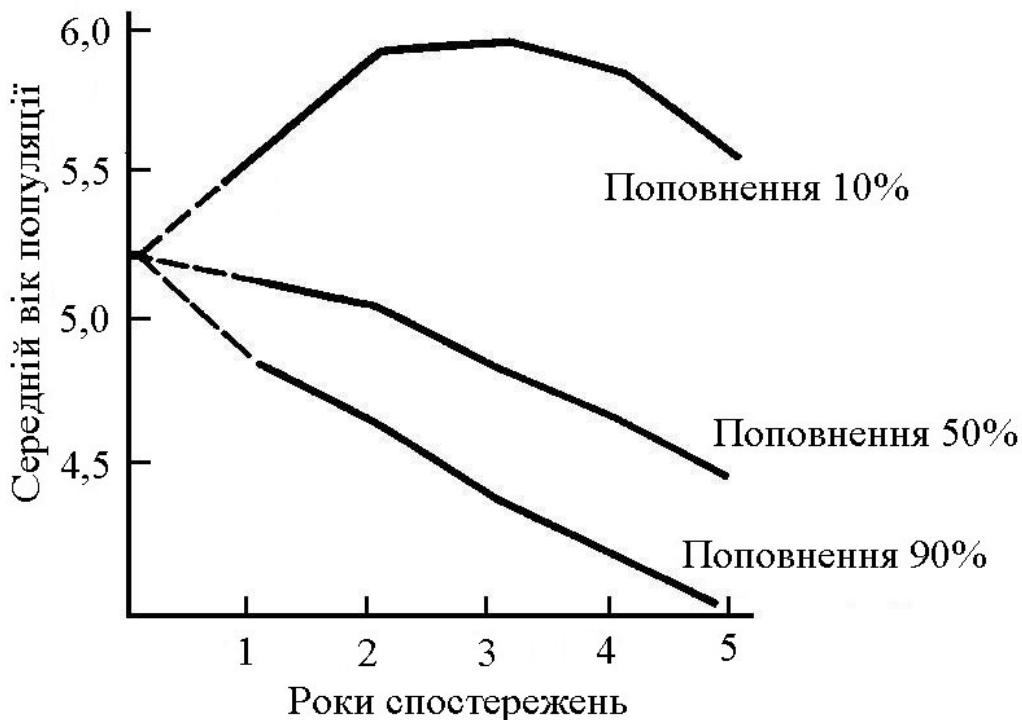


Рисунок 5.3 – Зміна середнього віку промислових популяцій при вилові 90 і 10% і різному віковому складі поповнення

Умовні позначення: Віковий склад поповнення непостійний. Середній вік поповнення: перший рік – 3,9 г, другий – 3,7 г, третій – 3,4 г, четвертий – 3,2 г, п'ятий – 3,0 г

Наведені модельні приклади показують, що неселективна смертність сама по собі не змінює структури популяції. Зміни у віковому складі популяції викликаються зміною величини і характеру співвідношення поповнення і залишку.

При поліпшенні умов відтворення, тобто збільшенні відсотка поповнення по відношенню до залишку спостерігатиметься незалежно від інтенсивності смертності омолодження стада.

Зворотна картина відбувається при прогресуючому зниженні відносної величини поповнення від 120 до 0% і при смертності 90 і 10%: поступове збільшення середнього віку популяції, що обловлюється. Різна інтенсивність смертності в цьому випадку не відбивається на змінах вікової структури популяції.

При одній і тій же інтенсивності смертності (у даному випадку 10%), але при різній структурі поповнення віковий склад нерестової популяції змінюватиметься таким чином: при більшому середньому віці поповнення відбувається постаріння стада, при меншому – омолодження.

В результаті прискорення росту особин в популяції відбувається прогресуюче омолодження вікової структури поповнення, яке змінюється таким чином: в результаті (спад при розрахунку прийнятий рівним 10 і 90%) залежно від інтенсивності поповнення середній вік знижується, тобто популяція омолоджується. При 10-відсотковому поповненні цей процес йде значно повільніше, ніж при поповненні 90%.

На основі виконаного аналізу можна зробити такі загальні висновки:

1. Неселективна смертність будь-якої інтенсивності нерестової популяції сама по собі ще не спричиняє зміни вікової структури і середнього віку стада.

2. Омолодження вікового складу стада може мати місце при:

а) відносному збільшенні відсотка поповнення по відношенню до залишку;

б) омолодженні вікової структури поповнення.

3. Зменшення відсотка поповнення по відношенню до залишку і прогресуюче збільшення середнього віку поповнення призведуть до збільшення середнього віку нерестової популяції. Таким чином, посилений вилов молоді – статевонезрілих риб – спричиняє відносно скорочення поповнення і тим самим постаріння нерестової популяції.

4. При збільшенні чисельності стада риб слід чекати зменшення відсотка старших вікових груп за рахунок високої чисельності молодших поколінь.

5. При скороченні чисельності стада за рахунок скорочення поповнення спостерігається підвищення питомої ваги старших вікових груп в стаді.

6. Омолодження стада далеко не завжди є результатом інтенсивного вилову.

У наведених вище моделях допущений ряд спрощень в порівнянні з процесами, що відбуваються в природних популяціях. Як відомо основна властивість популяцій всіх організмів, що дозволяє їм існувати багато тисячоліть в стані відносної стабільності – це властивість саморегуляції відповідно до забезпеченості їжею. На зміни співвідношення поповнення і залишку популяція автоматично реагує через зміну темпу росту статевозрілих особин і їх плодючості зміною величини і структури поповнення. У наведених вище моделях штучно відчленований один процес від іншого, в природі вони взаємозв'язані.

5.2 Типи нерестових популяцій у риб та їх динаміка

За віковою структурою популяції види риб дуже різноманітні. У більшості риб популяція складається зі: 1) статевонезрілих особин; 2) риб, що вперше досягли статевої зрілості; 3) повторно нерестуючих, 4) риб старих, які частково або повністю втратили здатність відтворення. В межах кожної з цих груп риби у свою чергу знаходяться на різних етапах розвитку. Проте співвідношення цих окремих груп особин в популяції, структура кожної з цих груп дуже різні, специфічні в певних межах для кожного виду і в той же час можуть змінюватися у зв'язку із зміною умов життя.

Г.Н. Монастирський (1949, 1953 рр.), аналізуючи структуру нерестової частини популяції, виділив три «типи нерестових популяцій»:

1. **Перший тип** – це популяція, у якої відсутні повторно нерестуючі та старі особини. Всі статовозрілі риби після першого розмноження гинуть. До цього типу відносяться далекосхідні лососі, деякі бички. В межах цього типу істотні відмінності спостерігаються не тільки в розмірах, при яких риби досягають статевої зрілості, але і у віковій структурі вперше дозріваючих риб.

2. **Другий тип** нерестової популяції складається як з поповнення, тобто вперше нерестуючих риб, так і риб повторно нерестуючих, а інколи і риб старих, які втратили здатність до розмноження. До риб цього типу нерестової популяції відносяться каспійські оселедці, атлантичний лосось і низка інших видів риб. І в межах цього типу у різних видів також є істотні відмінності в структурі стада і часу статевого дозрівання.

3. **Третій тип** нерестової популяції характеризується переважанням залишку над поповненням. У риб цієї групи, як правило, час статевого дозрівання розтягнутий, структура залишку часто дуже складна. Залишок складається як з риб, нерестуючих щороку, так і із риб, що пропускають один або декілька нерестових сезонів (наприклад, багато осетрових). У риб з популяцією цього типу часто досить великий відсоток складають старі риби.

У деяких видів, наприклад, тюлька, вобла і хамса в різні роки поповнення виявляється більшим за залишок і навпаки.

Загалом структура популяції дуже динамічна; вона визначається співвідношенням поповнення і залишку, яке безперервно змінюється, відбиваючи саму динаміку чисельності стада.

5.3 Пристосувальне значення вікової структури популяції

Багатовікова структура стада забезпечує виду широкий спектр живлення, тобто стійкішу кормову базу; якщо це пов'язано з малими коливаннями врожайності по роках, як, наприклад, у осетрових або палтуса, то це вказує на відносну стабільність забезпеченості їжею. Якщо у виду спостерігаються значні коливання потужності поколінь, як, наприклад, у атлантично-скандинавських оселедців і арктичної тріски, то це вказує на лабільність забезпеченості їжею і, зокрема, у тріски і оселедця в першу чергу на лабільність кормового ареалу і тривалість сезону нагулу. Нерестове стадо риб з довгим життєвим циклом складається з великого числа вікових груп, причому багатовіковим є не тільки залишок – повторно нерестуючі особини, але і поповнення. Наприклад, у тріски поповнення складається з 7-10 вікових груп, у каспійського ляща з 5-6 і так далі. Це забезпечує, з одного боку, згладжування вступу потужніших поколінь в нерестове стадо, а з іншого – те, що щорічне поповнення складає відносно невеликий відсоток від всієї популяції і забезпечує певну стабільність загальної чисельності стада. Більшість риб з довгим життєвим циклом зазвичай досягають статевої зрілості відносно пізно – не на перших роках життя. У багатьох риб, наприклад осетрових і деяких інших (аральський вусань), розмноження і після досягнення статевої зрілості відбувається не щороку, причому інколи проміжки між подальшими нерестами можуть бути досить тривалими. У осетрових перерви між ікрометанням бувають від 4 до 7 років і більше. Це відмічено як у європейських, так і у американських видів. Сповільнений і відносно мало лабільний темп відтворення у популяції з тривалим життям риб і багатовіковою структурою зазвичай пов'язаний з доброю захищеністю від ворогів у дорослих риб, а тим самим щодо малою і не лабільною смертністю на старших віках. Популяції з великою тривалістю життя особин і складною віковою структурою витримують відносно невисокий відсоток вилучення від статевозрілого стада.

Риби з простою структурою популяції, що складається з невеликого числа вікових груп, і ті, що рано дозрівають пристосовані до швидкої зміни своєї чисельності. Види з подібною структурою популяції існують зазвичай в умовах лабільної кормової бази і дії хижаків. Чисельність їх популяції може дуже сильно змінюватися з року в рік. Вона швидко скорочується за несприятливих умов і збільшується при сприятливих. Якщо риби з коротким життєвим циклом і ранньою статевою зрілістю пристосовані до високої і лабільної смертності, то вони пристосовані і до відносно стабільніших умов розмноження, ніж риби зі складною структурою популяції. Неврожай покоління одного року відразу ж різко позначається на чисельності популяції риб з коротким життєвим циклом і значно слабкіше впливає на чисельність популяції риб з довгим життєвим циклом. Природно, що і дозрівання поповнення у риб з коротким

життєвим циклом відбувається дружно, а тим самим більш сильно позначаються і коливання врожайності на величину нерестового стада. Структура популяції може зазнавати інколи дуже істотних змін. Зміни, що відбуваються в структурі окремих популяцій виду і темпі їх відтворення, – це не випадково виниклі в результаті зовнішніх впливів відхилення; вони є результатом пристосувальної відповіді популяції на зміну умов життя. У риб, як і у інших організмів, виробляються пристосування, завдяки яким при підвищенні забезпеченості їжею чисельність популяції збільшується швидше, а при погіршенні забезпеченості їжею, у тому числі і в результаті збільшення щільності популяцій, темп відтворення сповільнюється або чисельність популяції скорочується іншими шляхами.

Механізми, що виробляються у риб та призводять до змін структури популяції дуже різноманітні. Основні з них наступні:

- 1) зміна швидкості росту і часу статевого дозрівання;
- 2) зміна амплітуди розмірів і вікового складу вперше дозріваючих особин, тобто структури поповнення;
- 3) зміна тривалості життя статевозрілих особин;
- 4) зміна амплітуди варіації розмірів ікри, що відкладається.

Такі основні форми пристосувань вікової структури популяції, направлені на забезпечення відомої збалансованості чисельності і біомаси популяції із забезпеченістю їжею. Характер дії регуляторних механізмів, що забезпечують зміну темпу відтворення, різний, але загальним для них є те, що вони діють в більшості випадків через зміну обміну речовин. Ці пристосування діють не по волі організму, а є достатньо доброю відпрацьованою автоматичною регуляцією, механізм якої у багатьох випадках зараз достатньо ясний, але в деяких він підлягає ще подальшому вивченню. Проте регуляторні механізми, що забезпечують перебудову структури популяції і її відтвірних властивостей, «працюють» не нескінченно, а у визначених, часто досить обмежених межах. Ці межі визначаються тим, до яких умов життя пристосований вид.

Звичайний випадок порушення дії регуляторних механізмів – це коли зміни чисельності популяції перестають відбиватися на темпі росту і часу статевого дозрівання особин. Популяція виявляється як би перебезпеченою їжею, і лише інколи зміни тривалості сезону нагулу можуть вплинути на ріст особин. Подібне явище може відбутися або у разі, коли різко погіршуються умови відтворення, або коли різко поліпшується кормова база для дорослих особин, а смертність молоді залишається на колишньому рівні, або, нарешті, коли різко зростає інтенсивність смертності статевозрілої частини стада.

5.4 Співвідношення статей в популяції

Співвідношення статей в нерестовому стаді, характер розподілу особин різної статі за розмірними і віковими групами, зміни співвідношення статей в процесі розмноження різні у різних видів риб та відбивають специфіку взаємозв'язків популяції даного виду з середовищем.

Статева структура популяції виду – така ж його пристосувальна властивість, як і всі інші ознаки і властивості виду. На зміну умов життя – забезпеченості їжею – популяція закономірно відповідає зміною статевої структури стада, що викликає відповідні зміни в темпі відтворення і в якості відтворюваного потомство.

У багатьох видів співвідношення статей в нерестовій популяції близько до рівного. Це спостерігається у видів риб, що належать до різних груп, зокрема у калуги і осетра Амура, сига Сям-озера, вобли Північного Каспію, вобли і Тереку, язя Сибіру, сибірського яльця, *Mystus gulio* (Ham.), сайри Баренцова моря, морських окунів в період спаровування та багато інших.

Проте співвідношення статей у риб можуть бути і найрізноманітнішими: у одних видів постійно переважають самці або самки, у інших зустрічаються популяції, представлені тільки самками, наприклад у срібного карася і деяких *Poecilidae*, деяким видам властивий гермафродитизм, наприклад багатьом спаровим.

Співвідношення статей різне і у риб різного розміру та віку в межах однієї нерестової популяції. Не залишається воно постійним і в різних частинах ареалу виду.

Часто самки переважають у риб з низькою плодючістю, у яких самці охороняють ікру декількох самок. Самці бичка-бубиря, наприклад, більші за самок, але кількість їх набагато менше (16 і навіть 13%). У колюшки Білого моря приблизно на дві самки доводиться один самець. Більше самок спостерігається також у риб, у яких самці нерестують порційно, а самки одноразово, ось чому самці можуть брати участь в нересті з декількома самками, як, наприклад, у малого жовтого горбиля, чукучана, у піскаря в Москві-річці і так далі. Постійне переважання самок може бути у морських пелагофільних риб. Самки таких риб відкладають ікру у воду, насичену молочками, і ікра, спливаючи через товщу молочок, запліднюється. Очевидно, з таким способом запліднення ікри пов'язані мала кількість самців і постійне переважання самок у чорноморського мерланга, у морського дракона.

Якщо загальне співвідношення статей в популяції багатьох видів риб і близько до відношення 1:1, то в різних вікових і розмірних групах воно дуже різне. Самці зазвичай переважають в молодших вікових групах. Це пов'язано з тим, що вони дозрівають раніше самок, раніше вступають до складу нерестового стада і мають меншу тривалість життя. Так, наприклад,

у камбали *Platessa platessa* (L.) Північного моря кількість самців в 2-річному віці досягає 63%, потім воно поступово зменшується, складаючи у 5-6-річних риб 50-51%, а у 9-річних тільки 13%. Проте переважання дрібних самців в нерестовій популяції властиво далеко не всім видам риб, у багатьох риб, наприклад сомів (*Silurus, Glyptosternum*), навпаки, самки дрібніші за самців і їх більше серед дрібних риб в нерестовій популяції.

За характером співвідношення статей серед особин різних розмірів Д.Ф. Замахаєв (1959 р.) виділяє три групи риб:

1. У **першій групі**, в якості прикладу якої, він приводить океанічного оселедця і арктичну тріску, не спостерігається помітної різниці в темпі росту, віці статевого дозрівання та тривалості життя самців і самок. Подібний тип співвідношення статей при просторовій роз'єднаності нерестовищ риб різного розміру забезпечує збереження необхідного співвідношення статей у всіх розмірних групах та успішне запліднення ікри самок всіх розмірів і віків.

2. **Другий тип** співвідношення статей з розмірами і віком характерний для дуже багатьох видів риб – осетрових, більшості коропових, багато лососєподібних (сиги), окуневих, камбал та ін. У риб з таким типом співвідношення статей самці стають статевозрілими раніше за самок і зазвичай раніше вмирають. У зв'язку з цим серед дрібних молодих статевозрілих риб переважають самці, а серед великих – самки. Переважання самок серед крупних риб спостерігається і у риб в межах однієї вікової групи. Подібна структура популяції, коли самки виявляються більшими за самців, забезпечує велику плодючість стада, оскільки крупні риби відкладають більше ікринок. В той же час це забезпечує внаслідок більш дрібних розмірів самців велику – при одній і тій же кормовій базі – чисельність популяції при збереженні її відтворюючої здатності.

3. **Третя група** риб – це види, у яких самці більші за самок, і вони переважають серед риб крупніших розмірів. Інколи при цьому буває, що за віком співвідношення статей виявляється зворотним. Це спостерігається, наприклад, у нерки *Oncorhynchus nerka* Walb. Самці бувають більшими і старшими за самок зазвичай у тих видів риб, у яких самці охороняють ікру. Це відмічено у сомів, губанів, бичків та деяких інших риб. У прохідних лососів великі розміри самців, мабуть, пов'язані з необхідністю подолання ними великих швидкостей течії за більш тривалий час (один самець нерестує з декількома самками).

Звичайно, виділені три типи розмірностатевих співвідношень у риб зв'язані між собою всією гаммою переходів. Проте поза сумнівом, що ці типи відображають певні форми зв'язків популяції з середовищем.

У багатьох риб разом з крупними самцями, що інколи за розмірами перевищують самок, в популяції є і так звані карликові самці, наприклад у лососів. Інколи самці бувають представлені тільки карликовими формами,

наприклад у глибоководних вудильників. Чисельність карликових самців може коливатися залежно від екологічних умов розмноження в різних річках. При штучному вирощуванні молоді куринського лосося 28-30% молоді складають карликові самці. В період масового ската молоді балтійського лосося приблизно 1/4 частину молоді складають карликові самці.

Інколи популяція буває представлена двома групами риб обох статей – карликовими самцями і самками та крупними прохідними самцями і самками. Наприклад, у чорноморського лосося в р. Чорній, серед прохідних риб 85% самок і 15% самців, а в житловій популяції 76% самців і 24% самок. Пізніше, в 1955 р. серед прохідних риб цієї річки самців було 10% і самок 90%, а серед житлових – самців 95% і самок 5%. Нерест у житлових і прохідних риб відбувається спільно, і у молоді в річковий період життя співвідношення статей близьке до 1:1. Прохідні самці лосося після нересту зазвичай гинуть мабуть, в більшому відсотку, ніж карликові, які нерестують не 1 раз в житті. Багато карликових самців після першого нересту скачуються в море і наступний раз вже нерестують як прохідні.

При скороченні чисельності стада прохідного лосося і поліпшенні внаслідок цього живлення молоді в річці відсоток самок в житловій популяції зростає.

У багатьох риб є закономірний гермафродитизм. В даний час постійні гермафродити відомі у представників чотирьох сімейств: Serranidae, Sparidae, Maenidae і Centranchidae; всі морські риби, головним чином тропічних і субтропічних широт.

Дійсні гермафродити підрозділяються на: а) функціональних, або синхронних, і б) нефункціональних. У риб першої групи в гонадах розрізняється яєчникомова і сіменниковова частини, і одночасно можуть знаходитися як зрілі яйця, так і сперма. Самозапліднення, як правило, у цих риб не відбувається, хоча у деяких видів воно можливо. До групи синхронних гермафродитів належать багато видів п/род. Serraninae (род. Serranidae), як *Hypoplectrus unicolor* (Walb.), *Prionodes phoebe* (Poeuy), *P. tabacarius* (Cuvier a. Valenc), *P. tigrinus* (Bloch).

У риб, що належать до групи нефункціональних гермафродитів, в гонаді також розрізняються яєчникомова і сіменниковова частини, проте на відміну від функціональних у нефункціональних гермафродитів обидві частини одночасно не функціонують. У одних видів риб у молодому віці найбільшого розвитку досягає яєчникомова частина, а самцова залишається неактивною. Такі особини функціонують як самки. Після одного або декількох ікрометань яєчник у них піддається редукції, овоцити резорбуються, а сіменник розвивається. Таке явище зміни статі носить назву протогінії. Протогінія зустрічається у риб род. Serranidae п/род. Epinephelinae – *Epinephelus guttatus* (L.), *E. striatus* (Bloch), *Mycteroperca*

bonaci (Poey), *M. tigris* (Cuvier a. Valenc), род. Maenidae – *Pagellus erythrinus*, род. Sparidae – *Diplodus annularis* L., *D. sargus* (L.) та ін., *Taius tumifrons*, у представника род. Centranchidae – *Spicara maena*.

У інших видів спостерігається інша закономірність. У молодших віках вони функціонують як самці, а в старших як самки. Така зміна статей носить назву протандрії. Протандрія спостерігається у риб род. Sparidae – *Diplodus sargus*, *Pagellus mormyrus*, *Diplodus annularis*.

Третій тип потенційного гермафродитизму відомий у риб род. Labridae і у одного представника отряду Symbranchiformes. Риби цієї групи в більш молодих віках мають яєчник і функціонують як самки, потім у них відбувається реверсія статі, і на старших віках риби представлені тільки самцями. Тут також спостерігається протогінія, але на відміну від протогінії нефункціональних гермафродитів у риб з потенційним гермафродитизмом в гонаді самки немає вираженої сіменникової частини. Серед овоцитів є лише недиференційовані статеві клітки – гонії, подальший розвиток яких і утворює сіменник замість яєчника.

Біологічний сенс закономірного гермафродитизму не завжди ще ясний. Протогінія і співвідношення статей, зрушене у бік переважання самок на молодших віках, є пристосування для збільшення швидкості відтворення в несприятливих умовах.

Таким чином, протогінія – пристосування, що забезпечує збільшення чисельності популяції шляхом використання кормових ресурсів водойми особинами, що функціонують як самки. Протогінія, очевидно, властива видам, що живуть в таких водоймах або частинах водойм, де спостерігаються нестабільні умови і де обмежена кормова база.

Протандрія зустрічається рідше. Вона, очевидно, пов'язана з тим, що більш дрібні особини, що функціонують як самці, в змозі забезпечити успішне запліднення ікри, а більш крупні особини, що стають самками, підвищують плодючість популяції.

У разі синхронних гермафродитів забезпечується можливість відновлення популяції навіть при збереженні одиничних особин.

Якщо в статевозрілій частині стада співвідношення статей у більшості риб зазвичай близько до 1:1, то під час нагулу, нерестовій міграції і в процесі нересту це співвідношення може сильно змінюватися. Різна екологія живлення самців і самок призводить в період нагулу до відособлення косяків самців, що годуються, від косяків самок. Це відмічено у ряду видів риб, наприклад у чорноморського катрана *Acanthias acanthias* (L.).

В процесі нерестового ходу співвідношення статей у риб закономірно змінюється. Як правило, на початку ходу буває більше самців, потім співвідношення статей може бути близьким до 1:1, в кінці ходу

буває більше самок. Таке співвідношення статей під час нерестового ходу спостерігається у різних видів риб.

На нерестовищах статевий склад змінюється з перебігом нересту. Деяке переважання самців у багатьох риб пов'язано з тим, що самці довше затримуються на нерестовищах і нерестують зазвичай не з однією самкою. Це інколи відбувається завдяки тому, що самці віддають зрілу сперму поступово. Самки, як правило, швидше скачуються з нерестовищ і менше виснажуються. Це можна розглядати як пристосування, сприяюче збереженню самок і що створює можливість швидшого відновлення їх гонад, що зрештою призводить до збільшення чисельності виду.

5.5 Пристосувальне значення змін співвідношення статей та механізми регуляції статевої структури популяції

Оскільки статева структура популяції має дуже важливе значення у відтворенні стада, то природно, що у риб, як і у інших тварин, виробляються механізми регуляції статевого складу стада у зв'язку із змінними умовами життя, в першу чергу із змінами забезпеченості їжею. Оскільки забезпеченість їжею особин тісно пов'язана з чисельністю популяції, що годується, то природно, що зміни чисельності повинні відбиватися певним чином на співвідношенні статей в популяції, змінюючи її відтворюючу здатність.

В даний час накопичений вже великий матеріал, в якому вказується про зв'язок змін співвідношення статей і чисельності популяції у риб і круглоротих. Так, у джерельної міноги *Lampetra planeri* (Bloch) в річках Англії, відсоток самок в популяції в р. Ієо визначається загальною чисельністю популяції і він тим нижчий, чим вища чисельність популяції. Подальші спостереження ще з більшою чіткістю показали, що чим більше чисельність популяції джерельної міноги, тим більше в ній самців. Схожа закономірність відмічена і у прісноводної форми міноги *Petromyzon marinus* L. басейну Великих Озер Північної Америки, де в роки з вищою чисельністю популяції самців більше за самок.

Забезпеченість популяції їжею і якість цієї їжі є головними причинами зміни співвідношення статей, як у риб, так і у інших тварин. За кращих умов відгодівлі співвідношення зрушується на користь самок, при гірших – самців. Недолік їжі, що часто є наслідком високої чисельності популяції, зазвичай призводить до збільшення кількості самців.

Збільшення щільності популяції, знижуючи забезпеченість риб їжею, збільшує кількість самців в популяції. Але у деяких видів риб зниження забезпеченості їжею навпаки, викликає появу великої кількості дрібних самок. Ці самки рано дозрівають і здатні підтримувати високу чисельність

популяції навіть в несприятливих умовах. З таким явищем можна зустрітися, зокрема, при вивченні звичайного окуня. Співвідношення статей у цього виду варіює в найширших межах. Кількість самок може значно перевершувати кількість самців і досягати 9 самок на 1 самця. Основна причина змін в співвідношенні статей у окуня – це результат різної забезпеченості їжею. В умовах поганого живлення відбувається також виділення двох форм окуня – швидкоростучих і поволіростучих, і численні дрібні тугорослі самки служать їжею більш крупним самкам. Крім того, у звичайного окуня в деяких популяціях разом з крупними самцями з'являються і карликові самці, що стають статевозрілими в однорічному віці. Ці самці беруть участь в нересті з крупними самками. Карликові самці з'являються в популяціях окуня спорадично в умовах високої забезпеченості їжею. Оскільки через малі розміри вони погано уловлюються знаряддями лову, то, можливо, що малий відсоток самців в деяких популяціях окуня є результатом недообліку карликових самців. У камбали-глоси Хаджибейського лиману Чорного моря також значно переважають самки. Вони рано дозрівають і дуже плодовиті – це відповідь популяції на несприятливі умови життя в лимані.

У ряді випадків зміна співвідношення статей у різних розмірних і вікових групах в популяції також пов'язана із зміною чисельності поколінь і змінами забезпеченості їжею.

Зміна потужності покоління, вступаючого в стадо, може сильно змінити співвідношення статей в окремих розмірних групах. Спочатку різко зростає відсоток самців серед молодших і найдрібніших виробників, а потім збільшується відносна кількість пізніше дозріваючих самок. Так, наприклад, в потужних поколіннях севрюги, часів громадянської війни, що з'явилися в результаті запуску, в перші роки різко скоротилася кількість самців.

Коли в статевозріле стадо вступає потужне поповнення, воно змінює співвідношення статей на користь самців, оскільки самці дозрівають раніше самок.

Складніша картина спостерігається, якщо із зміною щільності популяції, зокрема потужності поколінь, змінюється темп статевого дозрівання. Якщо зміна віку статевого дозрівання у обох статей носить схожий характер, співвідношення статі в різних розмірних і вікових категоріях не змінюється. Якщо ж є різниця в зрушенні темпу статевого дозрівання у самців і самок, то це, відбивається на зміні розмірно-статевої структури популяції.

Так, наприклад, у звичайного карася *Carassius carassius* (L.) у виключно сприятливих умовах росту різниця в часі дозрівання самців і самок згладжується (у звичайних умовах самці дозрівають декілька раніше самок) і обидві статі дозрівають в одному віці 1+. При цьому відносна

чисельність самців зменшується серед молодших вікових груп, але зростає серед старших.

Співвідношення статей в нерестуючій частині стада може істотно змінюватися через пропуски самками нересту в несприятливі роки. Так, наприклад, в роки з несприятливими умовами нагулу або в поколіннях високої чисельності у біломорського оселедця *Clupea harengus maris-albi* Berg частина самок нерестує не щороку і, природно, при цьому зростає відсоток самців на нерестовищах.

За даними Тумма (Thumm, 1908 р.) при схрещуванні крупних 3-річних самок *Cichlasoma nigrofasciatum* Günth. з дрібними однорічними самцями в потомстві переважали самці (750 самців на 50 самок). При зворотному схрещуванні старих самців з молодими самками – співвідношення статей було зворотним (на 100 самців 300 самок).

В деяких випадках може мати місце підвищена смертність однієї статі до досягнення статевої зрілості. Це, наприклад, указується Шумахером (Schoemacher, 1944 р.) відносно *Lebistes*, в популяції якої співвідношення статей у молоді складало 1:1, а через рік стало 1:4 на користь самок внаслідок підвищеної загибелі самців. Проте в більшості розглянутих випадків зміна в співвідношенні статей не залежить від підвищеної смертності особин однієї статі.

Таким чином, на зміну забезпеченості їжею популяція риб реагує зміною співвідношення статей і розмірно-статевої структури. Ці зміни можуть відбуватися в результаті як трансформації статі у риб, так і різночасності статевого дозрівання самців і самок або пропуску нерестового сезону зазвичай самками при погіршенні забезпеченості їжею, або в результаті більш інтенсивної загибелі однієї зі статей.

Поза сумнівом, що у риб механізми, які регулюють статеву структуру популяції, багатообразні. Проте ні різницею у віці настання статевої зрілості, ні підвищеною смертністю особин однієї статі на ранніх стадіях розвитку не можна пояснити багато випадків зміни співвідношення статей. Поза сумнівом, що у риб співвідношення статей регулюється через зміну ходу обміну, що викликається зміною забезпеченості їжею, яке часто відбувається в результаті зміни щільності популяції. Це вказує на те, що співвідношення статей в популяції регулюється через зміну ходу обміну речовин.

Можливо, інколи регулювання статі йде через нервово-гуморальну систему. «Сигнал» надходить в організм через той або інший рецептор. Схематично основний механізм регуляції статей можна зобразити у вигляді наступної схеми: Зміна забезпеченості їжі → Зміна ходу обміну речовин → Зміна гормональної діяльності → Формування статі.

5.6 Морфологічна різноякісність особин в популяції

Морфологічна різноякісність особин в популяції є одним з найважливіших видових пристосувань, пов'язаних з динамікою чисельності і біомаси стада. Морфологічні відмінності особин, що знаходяться на різних етапах онтогенезу, забезпечують популяції освоєння найрізноманітніших кормів і вироблення специфічних пристосувань до захисту від хижаків. Але різноякісність особин в популяції не зводиться тільки до вікових відмінностей. І в межах однієї популяції особини виявляються морфологічно різними. У багатьох риб спостерігаються інколи значні відмінності між самцями і самками. Це пов'язано, зокрема, і з відмінностями в характері живлення статей. Але і в межах однієї статі між особинами в поколінні є закономірні відмінності, які мають пристосувальне значення і дозволяють особинам популяції в цілому освоювати більш широкий асортимент кормів.

В умовах низької забезпеченості їжею, сизи з коротшими і рідкіснішими тичинками живляться одними кормами, а особини з частішими і довгими тичинками іншими. Схожа картина в умовах низької забезпеченості їжею відмічена у коротковусих і довговусих особин піскарів.

Таким чином, морфологічна різноякісність особини забезпечує популяції розширення спектру її живлення. В даний час існують дві точки зору на значення різноякісність в житті виду:

1. За однією точкою зору, різноякісність особини в популяції призводить до того, що особини, які опинилися більш пристосованими, знаходяться в більш сприятливих умовах життя і поступово витісняють менш пристосованих, які вимирають. Цієї точки зору дотримувався Дарвін.

2. За іншою точкою зору, різноякісність особин в популяції – це видове пристосування, що забезпечує виживання особин і збереження популяції як відносно морфобіологічної стабільності.

Якщо правильна перша точка зору, то особини, що розрізняються за будовою, повинні відрізнятися одна від одної за жирністю і ступенем розвитку гонад. Якщо правильна друга точка зору, то такої закономірної різниці в жирності і розвитку гонад у риб з різним ступенем розвитку тієї або іншої ознаки, пов'язаної з живленням, зазвичай бути не повинно.

Щоб з'ясувати це питання, зіставлялися жирність (маса печінки у відсотках від маси тіла) і коефіцієнт зрілості гонад у самців і самок біломорської тріски з різною відносною довжиною вусиків. Були взяті як змішані за віковим складом проби, так і окремі особини у віці 4+. У всіх випадках у тріски не вдалося виявити достовірної кореляції між ступенем

розвитку вусика, жирністю і ступенем розвитку гонад. Хоча деяка різниця в живленні риб з різною довжиною вусика і спостерігається, але вона не створює в звичайних умовах життя популяції переваги для риб, що мають ту або іншу величину цієї ознаки. Звичайно, в тих випадках, коли вид корму, до живлення яким адаптовані більш довговусі або більш коротковусі особини, сильно зменшується або повністю зникає, ці особини можуть опинитися в менш сприятливих умовах забезпеченості їжею і стати худішими і навіть частково або повністю вимерти. У оптимальних же умовах живлення морфологічна різноякісність не призводить до погіршення умов життя частини особин, але забезпечує ширший спектр споживаних популяцією кормів.

Різноякісність особин в поколінні виникає ще на стадії ікринки. У ряду риб, нерестуючих на гальці (осетрові, літофільні коропові), ікра навіть у однієї особини має різну клейкість, що забезпечує її різне рознесення течією і заважає шкідливій концентрації великого числа ікринок в одному місці.

Оскільки кількість сегментів тіла, число хребців, число луски в бічній лінії і променів в непарних плавниках у риб змінюється у відомих межах в залежності від температури розвитку, то природно, що у особин, що розвиваються при нижчій температурі з ікринок, відкладених на початку нересту, та у риб, нерестуючих весною, виявляється декілька більше число метамерів тіла, хребців і променів в плавниках, ніж у особин, що розвиваються при вищих температурах. Подібне явище відмічене у дуже багатьох видів риб: оселедців, лососів, карпозубих та багато інших. У оселедця цей зв'язок виражений дуже чітко. Змінюються в залежності від температури кількість метамерів тіла і пов'язані з цим величини меристичних ознак і у риб, що належать до різних поколінь. Таким чином, формується визначена морфологічна різноякісність в меристичних ознаках особин в популяції.

Проте різноякісність особин в популяції виникає не тільки на стадіях метамеризації тіла. За низкою ознак ця різноякісність формується пізніше. У балтійської салаки кількість псилоричних придатків встановлюється на четвертому-п'ятому етапі формування кишечника і пов'язано в деякій мірі з характером споживаної їжі. Ще пізніше у деяких видів риб, наприклад у каліфорнійської сардини, закінчується формування числа зябрових тичинок. Таким чином навіть за меристичними ознаками різноякісність популяції формується і на досить пізніх етапах онтогенезу.

Істотно змінилася величина низки ознак у плотви при утворенні Можайського водосховища. У перші роки утворення цього водосховища забезпеченість їжею стада плотви, що потрапило сюди з Москви-річки, різко збільшилася. В результаті у плотви сильно зменшилися відносна величина голови, висота спинного і анального плавників, довжина грудних плавників. Відносно збільшилися найбільша висота тіла, пектовентральна відстань, довжина хвостового стебла і низка інших ознак, тобто в результаті зміни забезпеченості їжею дуже сильно змінюється екстер'єр риб. У плотви – це відбулося внаслідок різкого збільшення забезпеченості їжею в результаті збільшення кормової біомаси і нагульних площ.

Лящ Аральського моря під впливом змін абіотичних і біотичних умов його життя, що відбулися в цієї водоймі, зазнав значних морфологічних змін. У нього збільшилася відносна довжина голови, зменшилася висота тіла. Сильно сповільнився темп росту, і знизилася угодованість і жирність. За своїми ознаками аральський лящ став схожим з тугорослими озерними формами.

У всіх розглянутих випадках зміни ознак відбулися відповідно до умов, що змінилися, і є пристосуванням до цих умов.

Питання для самоперевірки

1. Що Ви розумієте під поняттям «структура популяції»?
2. Охарактеризуйте розмірну і вікову структуру популяції.
3. Результатом взаємодії яких процесів є віковий склад стада?
4. Поясніть сутність математичної моделі вікового складу стада.
5. Які три типи «нерестових популяцій» за Г.Н. Монастирським Ви знаєте?
6. Назвіть основні механізми, що призводять до зміни структури популяції.
7. Які три групи риб за характером співвідношення статей серед особин різних розмірів Ви знаєте?
8. Поясніть сутність поняття «морфологічна різноякісність». Наведіть приклади.

6 ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ І БІОМАСИ СТАДА РИБ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

6.1 Пристосування до саморегуляції динаміки популяцій

Будь-який вид риб, як і інших тварин і рослин, складається із специфічної для нього системи більш-менш відособлених популяцій, що знаходяться у взаємодії, які є угрупованнями, що самовідтворюються та займають певні ділянки або місця проживання в межах ареалу виду.

Існуванням виду є безперервний процес відтворення популяцій, що складають його, і пристосуванням їх до змінних умов життя. Чисельність і біомаса як кожного виду в цілому, так і його окремих популяцій не залишаються постійними; вони змінюються в певних межах і протягом року, і з року в рік у зв'язку із змінами умов життя. Власне основу життя виду і складає динаміка популяцій. Потрапивши в нове місце проживання, зазвичай вид спочатку швидко збільшує свою чисельність і біомасу до певної величини. Після цього популяції виду продовжують існувати при змінній чисельності і біомасі, які, якщо умови життя і в першу чергу забезпеченість їжею залишаються більш-менш стабільними, коливаються навколо певної середньої величини.

Оскільки загальна чисельність і біомаса стад риб, як і інших організмів, знаходяться у відносній динамічній відповідності із забезпеченістю їжею, загальна чисельність і біомаса видів риб, нижчих ланок харчових ланцюгів, що живляться організмами – рослинами, зазвичай виявляються вищими за чисельність і біомасу тваринодних риб, тобто що живляться безхребетними і рибами. Так, наприклад, співвідношення білого товстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* Val, що живиться фітопланктоном, і зоопланктофага строкатого товстолобика *Aristichthys nobilis* Rich, при вирощуванні цих риб в ставках опиняється найбільш раціональним посадка 75-85% білого товстолобика і 15-25% строкатого. Звичайно, з цієї загальної схеми є багато виключень, визначуваних специфікою продукційного процесу, що протікає в тієї або іншої водоймі. Як правило, у водоймах низьких широт велика кількість і різноманітність рослиноідних видів риб більша, ніж у високих і помірних широтах.

Популяція риб є відкритою саморегульованою системою, що знаходиться в переривчастій взаємодії з середовищем. Під терміном «система» стосовно популяції і виду розуміється визначена динамічно взаємозв'язана структура і організація, що є відносною цілісністю. Частини, що складають систему, в нашому випадку особини, ізольовано

поза системою не можуть тривалий час існувати і відтворюватися. Всяка біологічна система може існувати тільки у взаємодії із специфічним для неї середовищем, тобто вона є відкритою системою. Популяція як система у свою чергу входить в крупніші системи: вид, екосистему.

Відносна динамічна відповідність величини популяції риб, як і інших організмів, із забезпеченістю їжею досягається шляхом дії відповідних регуляторних механізмів, що виробилися у популяції. За визначенням П.К. Анохіна (1962 р.), «правило саморегуляції» виявляється у тому випадку, коли «відхилення від кінцевого пристосовного ефекту є стимулом повернення системи до цього ефекту».

Проте в трактуванні явища саморегуляції популяцій є дві протилежні точки зору. Одна базується на уявленні про постійне перенаселення, що відбувається в результаті надмірного нерегульованого відтворення популяцією потомства. Друга точка зору виходить з уявлення про діалектичну єдність організмів і середовища та змінах темпу відтворення як пристосувальної відповіді на зміну умов життя.

Друга точка зору превалює, тому при побудові математичних моделей використовуються системи зі зворотними зв'язками. При побудові моделей динаміки чисельності популяцій необхідно враховувати, що регуляторні механізми можуть діяти лише в межах певної, специфічної для різних видів амплітуди, на підставі знань про яку і повинні будуватися моделі регулювання динаміки чисельності риб.

На величину чисельності і біомаси популяції можуть впливати будь-які елементи біотичного і абіотичного середовища, але регуляторні механізми, контролюючи зміни чисельності і біомаси популяції, майже завжди діють через зміну забезпеченості їжею і перебудову внутрішньовидових відносин.

Властивість саморегуляції – це властивість, яка дозволяє видам зберігатися як відносно стабільності в змінних умовах життя, як би амортизуючи ці зміни зовнішніх умов.

У риб спостерігаються наступні форми пристосувань до саморегуляції чисельності:

А. Регуляція через зміну росту і угодованості

1. Зміна швидкості і мінливості росту, часу статевого дозрівання, мінливості вікового ряду вперше дозріваючих особин і плодючості однорозмірних риб.

2. Зміна інтенсивності виїдання хижаками у зв'язку із зміною швидкості росту (малорослі виїдаються інтенсивніше, ніж швидкорослі).

3. Зміна забезпеченості їжею потомства шляхом зміни якості статевих продуктів, зокрема амплітуди мінливості розмірів, запасу жовтка і жирності ікри.

4. Зміна віку старіння і тривалості життя особин в популяції у зв'язку

із зміною віку статевого дозрівання.

Б. Регуляція шляхом збільшення виживання ікри і молоді

1. Зміна кількості і якості запліднення ікри шляхом зміни співвідношення статей і збільшення кількості сперми, зокрема, шляхом збільшення заплідненості ікри молодших вікових груп при скороченні чисельності самок старших віків.

2. Зміна інтенсивності механічного знищення батьками ікри в процесі нересту і загибелі ікри в результаті дії продуктів метаболізму.

3. Зміна виживання личинок на перших етапах активного живлення (зокрема, у лососів шляхом прямого або непрямого використання трупів батьків).

4. Зміна інтенсивності поїдання старшими особинами ікри і молоді того ж виду.

5. Зміна контакту паразитів і господарів, тим самим зміна інтенсивності дії інфекцій і інвазій.

6. Регуляція через зміни нерестового і нагульного ареалів.

Виділяючи різні форми пристосування до саморегуляції чисельності, потрібно підкреслити, що зазвичай вони діють у взаємному зв'язку і таке розділення носить декілька умовний характер. Проте, не всі саморегуляторні механізми діють одночасно. Як видно з приведеного переліку, всі механізми змінюють як інтенсивність відтворення, так і безпосередньо чисельність популяції.

Але існують чинники, що стоять поза цієї самоналагоджувальної системи, хоча вони і можуть змінювати інтенсивність дії регуляторних механізмів. Це – абіотичні чинники смертності в межах тих градієнтів, до яких вид не пристосований, коли інтенсивність їх впливу не залежить від стану особин в популяції. Крім того, істотним моментом, що визначає динаміку популяції, є вилов. У певних межах вилов може бути компенсований регуляторними механізмами популяції, і поки його інтенсивність не перевищила меж смертності, до яких популяція пристосована, вилов може входити елементом середовища популяції і вона продовжуватиме існувати. Якщо величина вилову перевищить межі, які можуть бути компенсовані регуляторними механізмами популяції, то регуляторні механізми перестають реагувати на зміну чисельності популяції. І якщо інтенсивність вилову буде все зростати, то чисельність популяції може скоротитися настільки, що повністю порушиться її відтворення і популяція зникне.

Таким чином, динаміка популяції – це процес, що протікає переважно в замкнутій системі зворотних зв'язків в межах триотрофу.

Для розуміння змін, що відбуваються в популяції під впливом змін забезпеченості їжею і смертності (включаючи і вилов), в першу чергу, необхідний аналіз регуляторних механізмів, що діють в популяції. Це,

природно, можливо доти, поки популяція не виведена із збалансованого стану, тобто її регуляторні механізми працюють нормально, тобто популяція зберігає свою еластичність, тобто здатність змінюватися у зв'язку із змінами забезпеченості їжею. Регуляторні механізми, що діють у популяції, специфічні для різних видів; вони є такою видовою «ознакою», як всі інші видові ознаки і властивості. Аналізуючи їх, можна пізнати історію формування виду і специфіку його середовища. Разом з тим в характері регуляторних механізмів популяцій є і багато загального для більшості, а інколи і для всіх взагалі живих організмів.

6.2 Зв'язок плодючості батьківського стада і чисельності потомства

Смертність особин, що викликається тими або іншими причинами, може дуже сильно варіювати. Тому часто прямий зв'язок чисельності батьківського стада і потомства сильно порушується. Поза сумнівом, що в схожих умовах більша кількість виробників і виметаної високоякісної ікри дає більш численне і життєстійке потомство. Проте в природі через мінливості умов розмноження, розвитку і росту поколінь пряма кореляція числа відкладених ікринок і величини поповнення часто порушується.

У риб з малою плодючістю кореляція між числом відкладених ікринок і поповненням зазвичай більша, ніж у високоплодовитих. За плодючістю, мінливості і якості запасу жовтка в ікрі можна судити про стан нерестової популяції, але тільки за цими показниками зазвичай не можна давати промисловий прогноз майбутнього урожаю. Потужність і якість поповнення нерестового стада – це результат взаємодії кількості і властивостей відкладеної заплідненої ікри, що визначаються величиною і якістю нерестового стада, і тих абіотичних і біотичних умов, в яких відбуваються нерест, подальший розвиток ікри, ріст і дозрівання поповнення.

Відносно багатьох риб показано, що між плодючістю батьківського стада і чисельністю потомства існує певний кількісний зв'язок. Але цей зв'язок, звичайно, залежить від умов життя і чисельності популяції. У далекосхідних лососів позитивна кореляція виражена при певних рівнях чисельності батьківського стада: коли чисельність батьківського стада перевищує певну величину, ця кореляція переходить в зворотну.

Оскільки популяція будь-якого виду може регулювати інтенсивність відтворення зміною плодючості, то природно, що зв'язок між плодючістю батьківського стада і чисельністю потомства зазвичай порушується тоді, коли умови життя поповнення змінюються в протилежну сторону в порівнянні з умовами, в яких жило батьківське стадо.

В даний час у багатьох видів риб, що інтенсивно обловлюються,

створилося таке положення, що щільність батьківського стада рідко досягає величини, при якій кореляція чисельності батьківського стада і потомства стає негативною (рис. 6.1). Реалізація правої частини кривої співвідношення батьківського стада і потомства зазвичай має місце в тих випадках, коли сприятливі умови, що забезпечили підвищену плодючість стада, змінюються у бік погіршення, що і призводить до підвищеної загибелі покоління.

Залежно від чисельності батьківського стада, може вийти як позитивна кореляція (якщо крапки знаходяться в лівій частині кривої), так і негативна (якщо крапки розташовані в правій частині кривої). Заперечення зв'язку між чисельністю батьківського стада і потомства зазвичай і ґрунтується на низьких величинах коефіцієнтів кореляції. Звичайно, у ряді випадків не вдається спостерігати кореляції між чисельністю потомства і чисельністю батьків навіть в межах тільки правого або лівого «плеча» теоретичної кривої (рис. 6.1).

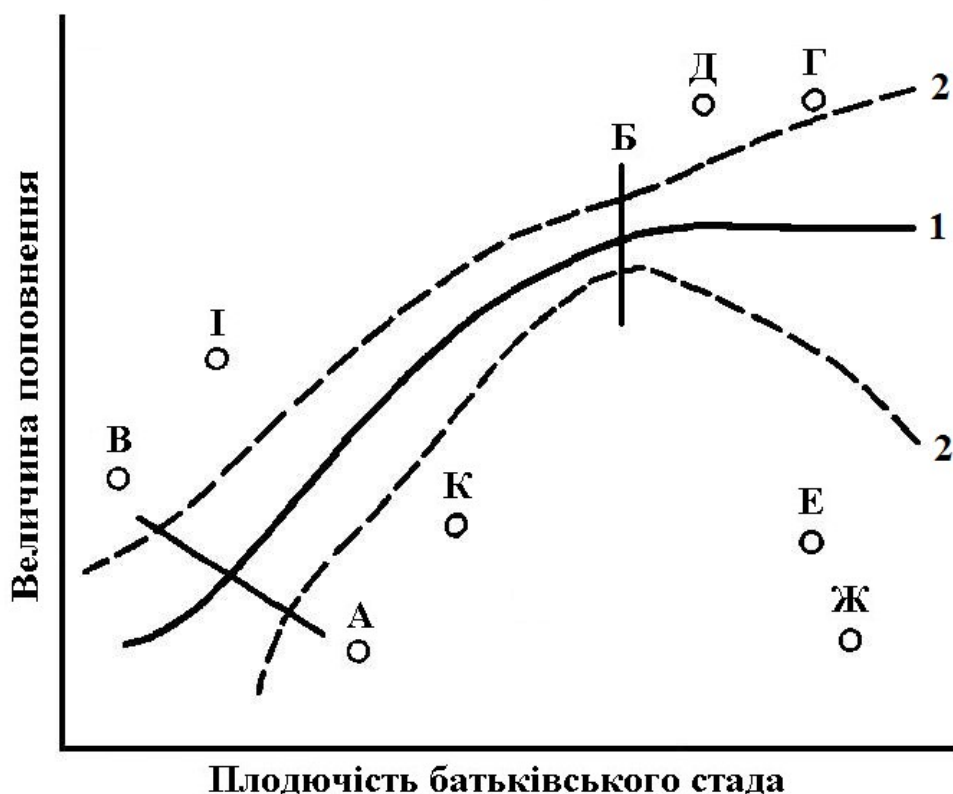


Рис. 6.1 – Схема співвідношення плодючості батьківського стада і чисельності потомства

Умовні позначення: 1 – середні показники; 2 – можливі відхилення в межах амплітуди пристосованості; А, Б – ділянка прямого зв'язку; В, Г, Д, Е, Ж, І, К – відхилення, викликані градієнтами чинників, до яких вид не

пристосований

У багатьох випадках відсутність прямої кореляції між числом виметаних ікринок (або числом нерестуючих самок) і величиною врожаю молоді значною мірою пояснюється тим, що не враховується якість відкладеної ікри. Якби порівняння проводилося з урахуванням якості статевих продуктів, то кореляція, поза сумнівом, вийшла б значно великою. Адже добре відомо, що врожайність покоління визначається кількістю і якістю виметаних батьківським стадом статевих продуктів і тими біотичними (їжа, вороги, хвороби) і абіотичними (в першу чергу кисневий режим) умовами, в яких протікає розвиток.

Таким чином, у всіх риб має місце більш-менш чітко виражений зв'язок між чисельністю батьківського стада, якістю його статевих продуктів і чисельністю потомства. Цей зв'язок, що витікає з єдності організмів і середі їх проживання, зазвичай прямий, але в специфічних умовах може опинитися і зворотним.

Наявність прямого зв'язку вказує на те, що регуляторні механізми популяції працюють нормально. При перегині кривої дія регуляторних пристосувань порушена, і вони не в змозі привести темп відтворення у відповідність з умовами життя, в першу чергу із забезпеченістю популяції їжею. Зазвичай і при мінімальних, і при максимальних плодовитостях стада відхилення від середніх виявляються більшими, ніж при оптимальних. Найменша амплітуда мінливості врожайності поколінь і, отже, найбільша стійкість відтворення популяції спостерігається у верхньому відрізку висхідної частини кривої, що відбиває співвідношення батьки-потомство.

Пунктирні лінії вказують на те, що рівень виживання (визначуваний співвідношенням напруженості зв'язків в триотрофі) може бути різним і у однієї популяції в різні періоди її історії. Крім того, у більшості популяцій є окремі точки виживання, що виходять за межі, властиві для даної популяції. Зазвичай у популяцій, що живуть ближче до біологічної межі ареалу виду, таких точок виявляється більше. Ці точки відбивають відхилення, викликані появою чинників або градієнтів чинників, до дії яких популяція виявляється непристосованою, або, навпаки, різким поліпшенням умов життя. У першому випадку це призводить до появи точок, що сильно відхиляються вниз від кривої, в другому – вгору від неї.

У певних межах зазвичай існує пряма кореляція між чисельністю батьківського стада і чисельністю потомства, при чому при мінімальних чисельностях розкид відхилень від середньої буде більший, ніж при середніх. При досягненні батьківським стадом певної плодовитості, якщо при цьому відповідно не зміняться забезпеченість їжею і умови життя потомства – пряма кореляція порушується або навіть переходить в

зворотну причому знову як при мінімальних, так і при максимальних чисельностях батьківського стада розмах ухилень виявляється набагато більшим, ніж при оптимальних, для цього плеча кривої.

6.3 Причини флуктуації чисельності риб

Флуктуації – коливання чисельності поколінь різних років народження, виражені у різних видів риб далеко не однакою мірою. У одних видів, наприклад у оселедця, тріски Північної Атлантики, урожайне покоління може перевищувати слабке в багато десятків разів. Схожа картина спостерігається у оселедця і тріски північної частини Тихого океану. В межах того ж бореального фауністичного комплексу як в Північній Атлантиці, так і в північній частині Тихого океану можна зустріти види риб з дуже незначними флуктуаціями. Це палтус *Hippoglossus hippoglossus* (L.), морська камбала *Platessa platessa* (L.) та ін.

Риби із значними флуктуаціями зустрічаються і в межах інших фауністичних комплексів, наприклад сардина *Sardina pilchardus* (L.) і пеламіда *Pelamys sarda* (L.). В межах середземноморського комплексу флуктуації зазвичай сильно розвинені у планктоноїдних риб і хижаків, що годуються цими рибами.

Таким чином, величина флуктуації, в певних межах, специфічна для виду і є його видовою властивістю.

Флуктуації можуть бути у риб, що належать як до різних систематичних груп, так і різних за своїм географічним походженням. Значні флуктуації спостерігаються лише у тих видів риб, у яких кількість ікри, що продукується однією самкою в рік, дуже велика.

Проте сама по собі величина плодючості не є причиною флуктуації. Серед риб і із значними і із слабо вираженими флуктуаціями можна знайти риб, як з високою, так і з низькою плодючістю. В той же час у риб із значними флуктуаціями і рибами, у яких флуктуації не виражені, різниця в плодючості може бути дуже великою (у десятки і сотні разів). Плодючість атлантичного оселедця в багато десятків, а то і в сотні разів нижча за плодючість тріски, амплітуда ж флуктуації у цих видів дуже близька. Таким чином, прямого зв'язку між плодючістю виду і флуктуаціями величини його поколінь не спостерігається. Тобто флуктуації у риб пов'язані із забезпеченістю їжею.

Такі види, як тріска, оселедець, пікша, сардини, сніток, пристосовані до дуже мінливої забезпеченості їжею, зокрема до дуже лабільного кормового ареалу і концентрації кормів. Чисельність популяції цих риб при поліпшенні забезпеченості їжею може швидко збільшуватися, а при погіршенні скорочуватися. У азовської хамси *Engraulis*

encrassicholusmaeoticus Pous. спостерігається чіткий багаторічний зв'язок між жирністю батьківського стада восени і урожаєм молоді наступного року, тобто умови нагулу в значній мірі визначають урожай молоді.

Риби, у яких не виявляється значних коливань врожайності, характеризуються стабільнішими умовами нагулу і більш постійною величиною кормового ареалу. Особливо чітко ця закономірність виражена у різних видів камбал. Схожа закономірність спостерігається у різних форм одного і того ж виду. Зазвичай у напівпрохідних форм, у яких забезпеченість їжею і величина нагульного ареалу маткового стада більш мінлива, ніж у житлових форм того ж виду, спостерігаються і значно більші флуктуації, ніж у житлових форм. Подібне явище добре виражено у плотви і її напівпрохідних форм (вобла, тараня, аральська вобла). У напівпрохідних форм плотви флуктуації виражені набагато сильніше, ніж у житлових. Схожа картина, має місце у житлового і напівпрохідного ляща, а також у житлового і напівпрохідного судака.

Таким чином, мінливість умов нагулу маткового стада найтіснішим чином пов'язана з врожайністю потомства. Флуктуації – це пристосування, які виробилися у риб, що живуть в умовах сильно мінливої забезпеченості їжею, зокрема великої лабільності кормового ареалу. Через зміну кількості і якості продукованого потомства стадо виробників пристосувально відповідає на зміну умов нагулу, зокрема на зміну величини нагульного ареалу.

Якщо флуктуації є пристосуванням до зміни забезпеченості їжею, то, отже, механізм їх повинен бути пов'язаний із змінами ходу обміну речовин у батьківських особин. Чим найсприятливіші умови нагулу батьків, тим численнішим повинно бути (звичайно, за сприятливих умов розвитку) потомство.

Відносно багатьох видів риб встановлено, що чим кращими були умови нагулу, чим більше жирів відкладено в тілі риби, тим вища плодючість і тим більше жиру відкладається в ікрі. Ця закономірність відмічена у салаки, корюшки, вобли та деяких інших риб. І в одному і тому ж стаді жирніші особини виявляються і плодовитішими. Проте подібний зв'язок спостерігається не тільки у видів із значними флуктуаціями, але і у риб із слабко вираженими коливаннями врожайності по роках.

Серед риб з різко вираженими флуктуаціями немає видів, у яких ікра містила б багато жиру. Так, у океанічного оселедця відсоток жиру в ікрі коливається від 0,47 до 4,84%; у тріски жир складає близько 1,7-2,0% сиріої маси ікри. У тих же видів риб, у яких не спостерігається значних флуктуацій, жирність ікри зазвичай виявляється вищою. У осетрових вона складає більше 20% сухої речовини, або 10-20% сиріої.

Багато риб із значними флуктуаціями чисельності мають дуже великий і мінливий в результаті змін гідрологічних умов нагульний ареал і

часто здійснюють тривалі міграції від місць розмноження до місць нагулу.

Тобто, флуктуації – це пристосування виду до змін забезпеченості їжею.

6.4 Періодичні коливання чисельності і біомаси стад риб

Оскільки у риб коливання чисельності популяції знаходяться у зв'язку із змінами забезпеченості їжею, то природно, що кліматичні коливання, пов'язані з сонячною активністю та іншими причинами, які мають певну періодику, повинні відбиватися на коливаннях чисельності і біомаси риб, обумовлюючи періодику коливань чисельності і тим самим уловів.

Встановлено, що періодичні коливання уловів тріски пов'язані з температурою Атлантичної течії. Відзначають зв'язок між сонячною активністю, температурою повітря і води, масою гонад і масою печінки тріски. Між температурою і чисельністю стада, тобто величиною уловів, встановлюється зв'язок із зрушенням на 5-6 років; це пов'язується з віком вступу риб в промисел. Виявлений також чіткий зв'язок між інтенсивністю прямоутворення на сонці і масою печінки у тріски (за період 1880-1911 рр.).

Періодичні коливання чисельності відмічені у дуже багатьох видів риб морських і континентальних водойм. Встановлено, що зміни чисельності стада куринської севрюги, як і низки інших риб Каспію – осетра, вобли, жереху-хашама, судака, характеризуються приблизно 11-річною періодичністю. У основних риб Волго-каспійського району також намічається ясна періодичність уловів. Ця періодичність уловів основних промислових риб Північного Каспію відмічається і в подальші роки. Відносно основних промислових риб Північного Каспію – ляща, вобли, сазана, судака, оселедця, намічається наступна схема зв'язку: інтенсивність сонячної радіації – стік Волги – врожай покоління.

Для ляща, судака та деяких інших риб озер північного Заходу колишнього СРСР виявлено періодичність коливань врожайності в 11 і 16-17 років. Підвищення врожайності ляща і судака пов'язується із збігом періодів потеплення, з періодами високої вологості, що визначають високий рівень води в озерах навесні. Для байкальського омуля виявлений ряд періодів різної тривалості, пов'язаних із загальнокліматичними коливаннями і в першу чергу із станом рівня Байкалу.

Чітка періодика в 8-11 років виражена у атлантичного лосося *Salmo salar* L.. Ці періоди відмічаються в межах всього його ареалу і на півночі РФ, і в Норвегії, і в Канаді. На основі збігу періодики коливань чисельності лосося і хутрових звірів вчені прийшли до висновку, що причини, що визначають чисельність поколінь, діють в річковий період їх життя. Інколи максимумами і мінімумами уловів в різних частинах ареалу можуть зрушуватися на рік, але характер періодики виражений повсюди дуже чітко. Чітка періодика уловів, пов'язана з кліматичними змінами, виражена у далекосхідних лососів.

Дворічна періодика у горбуші іншого походження. Дворічна періодичність чисельності властива горбуші як виду і є її пристосуванням, що виробилося у зв'язку із забезпеченістю їжею в морський період життя. Різниця між чисельністю потужного і слабкого поколінь у горбуші тим сильніша, чим більше загальна сумарна чисельність поколінь двох суміжних років. При зниженні загальної чисельності стада згладжується і різниця в потужності покоління парного і непарного років.

У кети і горбуші басейну Амура відзначається чітко виражені 10-11-річні коливання чисельності. Вони пов'язуються з коливаннями стоку басейну Амура, режимом Куросіо і періодами сонячної активності. При чому відзначається, що у осінньої кети коливання врожайності виражені менш чітко, ніж у літньої кети і горбуші. Як було встановлено, врожайність літньої кети Амура різко знижується в роки з низькими зимовими температурами і малою кількістю снігу.

Таким чином, майже у всіх видів риб, про яких є достатньо надійний матеріал по динаміці чисельності і біомаси стада, вдається виявити більш-менш чітко виражену періодичність в динаміці чисельності, пов'язану із загальнокліматичними змінами. Різні дослідники встановлюють різний характер цієї періодики.

Якщо в динаміці чисельності більшості видів риб можна відзначити віддзеркалення цієї періодичності, то характер цього віддзеркалення на динаміці чисельності у різних видів часто дуже різний. Причина цих відмінностей полягає, перш за все, в тому, що риби різного географічного походження (наприклад, в Атлантиці представники кельтійського фауністичного комплексу – шпротів, мерланг або арктичного – мойва, сайка) по-різному реагують на похолодання і потеплення. Для миня похолодання, особливо в південній частині його ареалу, сприяє збільшенню забезпеченості їжею, а для тепловодних навпаки.

Періодичні коливання чисельності і біомаси стад промислових риб, визначувані загальнокліматичними причинами, часто можуть згладжуватися і змінюватися під впливом дії місцевих чинників. Дуже істотне значення при цьому має і діяльність людини.

Поза сумнівом, що у багатьох випадках людина в змозі вже зараз управляти періодикою врожайності, наприклад, шляхом регулювання рибальства на місцях нересту в маловодні роки, меліоративними заходами.

Знаючи характер періодики, вже заздалегідь можна передбачити ряд заходів для зниження негативної дії чинників, що впливають на врожайність.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні закономірності динаміки чисельності і біомаси популяцій риб.
2. Які пристосування до саморегуляції чисельності і біомаси популяцій Ви знаєте? Які дві точки зору на явище саморегулювання існують?
3. Охарактеризуйте зв'язок плодючості батьківського стада і чисельності потомства.
4. Назвіть основні причини флуктуації чисельності риб.
5. Охарактеризуйте вплив періодичних коливань на чисельність і біомасу стада риб.

7 БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

7.1 Біологічні основи математичного моделювання динаміки популяцій риб

У розумінні того, яке місце займає математичний аналіз в біології, існують різні, інколи протилежні точки зору.

Одні вважають, що найважливіше завдання – це «пізнання поведінки популяції як статистичного агрегату». Згідно з цією точкою зору, завдання біолога зводиться до статистичного аналізу і обмежується встановленням різних корелятивних зв'язків.

Інші виходять з того, що математичний аналіз в біології, включаючи і дослідження популяцій, необхідний, але тільки як проміжний, а не кінцевий етап дослідження. Ця друга точка зору базується на уявленні про специфічність форм руху матерії. В аналізі популяції цей напрям кінцевим завданням дослідження бачить виявлення пристосувальної суті, пізнанні причин біологічного явища.

Математичне моделювання – це метод, за допомогою якого можливо виявити механізм процесу і зрозуміти його структурні особливості – встановити параметри аналізованої сукупності.

Дуже важливе завдання, яке дозволяє широко застосовувати математичні моделі – це розробка методики і складання прогнозів коливань чисельності і можливих уловів промислових риб, а також розрахунок оптимальних режимів експлуатації промислових риб, які забезпечували б регулярно з року в рік одержання найбільшої кількості рибної продукції найбільш високої якості.

Проте щоб в аналізі популяції можна було використовувати ЕОМ необхідно скласти програми, які правильно відбивають хід процесу, що цікавить нас. Це в першу чергу сукупність правил і вказівок для перетворення величин (алгоритм процесу), яка може включати залежності, як у вигляді рівнянь, так і безпосередньо у вигляді таблиць і графіків. Проте для одержання «працюючої» математичної моделі процесу необхідно, щоб вона ґрунтувалась на тих причинних зв'язках, на тих внутрішніх суперечностях, які відбивають дійсну сутність розвитку біологічного явища, а не на зовнішніх випадкових зв'язках, що підкоряються тільки статистичним закономірностям і не відбивають сутності явища.

Під математичними моделями динаміки популяцій потрібно розуміти рівняння або системи рівнянь, які відбивають кількісну сторону

процесу динаміки популяції і дозволяють передбачати подальший хід явища.

В створенні математичної моделі є два етапи: Перший – робоча гіпотеза на підставі зібраних фактів оформляється у вигляді рівняння тієї або іншої складності; до цього роду моделей належать переважна більшість математичних моделей. Другий етап – на основі перевірки робочої гіпотези створюється робоча модель, придатна для практичних розрахунків в прогностичних і експлуатаційних цілях.

В основі як теоретичної, так і робочої моделей завжди лежить той або інший комплекс теоретичних уявлень, і чим ближчі ці теоретичні уявлення до закономірностей, що діють в природі, тим правильнішою і ефективнішою буде створена математична модель.

7.2 Принципи складання математичних моделей

Всі існуючі математичні моделі динаміки популяцій до певної міри схемно можна розділити на чотири групи:

1) основані на співвідношенні їжа-споживач, де риба виступає в ролі споживача;

2) основані на відношенні хижак-жертва, де риба виступає як жертва. У цю ж групу включаються моделі, де в ролі «хижака» виступає промисел;

3) основані на припущенні про закономірне кількісне відношення батьківського стада і потомства;

4) у яких розглядається декілька взаємодіючих величин – поповнення, ріст і спад.

За принципом складання математичні моделі можуть бути об'єднані в дві групи: 1) з «безперервним часом», що базуються на диференціальних рівняннях, і 2) основані на дискретному часі що будуються на основі структурних схем. Можливі і комбіновані дискретно-безперервні моделі.

7.3 Моделі з безперервним часом

Згідно з Ф.І. Барановим, за зміною вікового складу можна безпосередньо судити про інтенсивну смертність, а оскільки природна смертність береться за постійну величину, то всі зміни можуть бути віднесені до дії вилову. У результаті своїх досліджень вобли Ф.І. Баранов (1925 р.) вивів наступну математичну залежність:

$$\left. \begin{aligned} B_1 + yb_1 &= B \\ B_2 + yb_2 &= B \end{aligned} \right\}, \quad (7.1)$$

де B_1, B_2 - основний запас;

b_1, b_2 - вилов;

B - природний запас;

y - коефіцієнт.

Маючи дані про улови за ряд років, Ф.І. Баранов намагався обчислити коефіцієнт, який він приймав постійним, що, проте, не відповідає дійсності. Він виходив з положення, що зменшення числа риб кожної вікової групи за малий проміжок часу пропорційно чисельності цієї групи і дорівнює:

$$\frac{dn}{dt} = k_1 n, \quad (7.2)$$

або

$$\frac{dn}{n} = k_1 dt, \quad (7.3)$$

де n - чисельність будь-якої групи риб;

t - час;

k_1 - коефіцієнт, однаковий для всіх груп.

Якщо відомий віковий склад улову, то чисельність стада є сумою окремих вікових груп, що може бути зображена у вигляді нескінченної убуючої геометричної прогресії, тобто

$$N = n_1 + n_1(1 - \varphi) + n_1(1 - \varphi)^2 + n_1(1 - \varphi)^3 + \dots = \frac{n_1}{\varphi}. \quad (7.4)$$

При цьому

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{n_4}{n_3} = 1 - \varphi, \quad (7.5)$$

де φ - відносний річний спад риби, що дорівнює $\frac{n_1 - n_2}{n_1}$, тобто

відносна величина спаду приймається як постійна величина.

Ф.І. Баранов був першим дослідником, що використав диференціальні рівняння для оцінки динаміки чисельності риб.

У загальному вигляді сучасна модель динаміки популяції, що базується на диференціальних рівняннях, може бути виражена наступним

рівнянням:

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dF} = r(P) + g(P) - M(P) - F(x) + \eta, \quad (7.6)$$

де P - біомаса промислової частини популяції;

r - інтенсивність поповнення;

g - темп росту;

M - інтенсивність природної смертності;

F - інтенсивність промислової смертності;

x - промислове зусилля;

η - показник змін популяції в залежності від зовнішніх умов поза зв'язком з величиною популяції і інтенсивністю рибальства.

Більшість змін, внесених останнім часом до цієї схеми, не носить принципового характеру, а пов'язані з фактичними відомостями і специфікою рибальства.

7.4 Моделі з дискретним часом

Принцип складання моделей цього типу заснований на аналізі в першу чергу, вікової структури популяції, співвідношення залишку і поповнення і періодичності нересту.

Першу модель цього типу запропонував А.М. Державін (1922 р.) для розрахунку чисельності куринського стада севрюги. Формула для розрахунку запасу, заснована на цій моделі, має наступний вигляд:

$$R_n = (1 - x)P_n + (1 - x - x_1)P_{n+1} + (1 - x - x_1 - x_2)P_{n+2} + \dots + (1 - x - x_1 - x_2 \dots x_{z-1})P_{n+z-1}, \quad (7.7)$$

де R_n - запас риби на початок року n ;

z - граничний вік риби;

P_n, P_{n+1}, P_{n+2} - улови за ряд років;

x - відсоток цьоголітків в улові;

x_1 - відсоток однолітків;

x_2 - відсоток дволітків і так далі.

У своїй моделі А.М. Державін виходив з постійності вікового складу, що може бути прийнято при незначних флуктуаціях чисельності поколінь і при стабільній інтенсивності рибальства.

Відносно риб із значними коливаннями врожайності допущення

постійності вікового складу неможливо, і в подальших моделях приймався вже фактично спостережений за кожний рік віковий склад. Н.Л. Чугунов (1935 р.) видозмінив формулу (7.7), ввівши поправку на специфічність вікового складу стада в кожному конкретному році. Таким чином, ця формула стала придатною і для риб із значними коливаннями врожайності по роках. Формула Н.Л. Чугунова має наступний вигляд:

$$\Sigma = (a_3 + b_4 + c_5 + d_6 + \dots + x_n^d) + (a_4 + b_5 + c_6 + d_7 + \dots + x_n^{d+1}) + \dots + \\ + (a_5 + b_6 + c_7 + d_8 + \dots + x_n^{d+2}) + (a_6 + b_7 + c_8 + d_9 + \dots + x_n^{d+3}) + \dots +, \quad (7.8) \\ + x_n^{d+z}$$

де Σ - промисловий запас;

a_3, b_4, c_5, x_n^d і т.д. - кількість риб різних вікових груп.

Виявлення на лусці і отолітах риб нерестових відміток дозволило в математичних моделях нерестової популяції відчленувати залишок від поповнення. Це вперше зробили Роллефсен (1939 р.) відносно тріски і Г.М. Монастирський (1940 р.) відносно вобли. Формула, прийнята Монастирським стосовно вобли, має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} a_2 + a_3 + a_4 + a_5 &= Sa \\ b_3 + b_4 + b_5 + b_6 + b_7 &= Sb \\ c_4 + c_5 + c_6 + c_7 &= Sc \\ \hline a_2 + S(ab)_3 + S(abc)_4 + S(abc)_5 + S(bc)_6 + S(bc)_7 &= Sa + Sb + Sc, \quad (7.9) \end{aligned}$$

де $a_2 - a_5$ - віковий склад поповнення;

$b_3 - b_7$ - віковий склад повторно нерестуючих риб;

$c_4 - c_7$ - віковий склад особин, що пропустили один нерестовий сезон.

Аналіз вікового складу нерестової популяції один з важливих показників, за яким разом з іншими показниками можна судити про стан стада промислової риби.

Математична інтерпретація цієї моделі – аналітичний вираз алгоритму переходу від одного стану до іншого – може бути виражений наступним чином:

$$N_K^T = N_{K-1}^{T-1}(1 - F_T) + V_K R_T \sum_{k=3}^{k=5} N_K^{T-1}(1 - F_T), \quad (7.10)$$

де N_K^T - чисельність вікової групи у віці K у момент часу T ;

F_T - вилов (або загальна смертність);

R_T - поповнення;

V_K - вікова структура поповнення.

Наступний етап в розробці математичних моделей з дискретним часом – це включення в них елементу саморегулювання, тобто зворотного зв'язку стадо-поповнення. Якщо в моделях (6.7-6.9) поповнення обумовлене тільки зовнішніми причинами, не залежними від чисельності стада, то в останній моделі вже в деякій мірі введений елемент саморегулювання. Враховано також запізнювання реакції поповнення на зміни, що відбуваються в стаді у зв'язку з віком статевого дозрівання. Основні відмінності пов'язані із зв'язаністю стада і поповнення.

7.5 Біологічні основи складання математичних моделей

Перша спроба моделювання процесу динаміки стада риби і складання моделі раціонального рибальства була здійснена економістом В.А. Кевдіним (1915 р.). Кевдін виходив з наступних положень: у водоймі, що не обловлюється, існує рухома рівновага між рибними ресурсами і кормовою базою (яку він помилково іменував планктоном); величина кормової бази і рибних ресурсів у водоймі, що не обловлюється, є відносно постійними величинами, тобто, за Кевдіним

$$П = k \cdot P, \quad (7.11)$$

де $П$ - продуктивна потужність кормової бази;

P - рибні ресурси.

При вилученні людиною частини рибних ресурсів звільняється кормова база (що позначається Кевдіним буквою C), продуктивна потужність якої дозволяє одержати додатковий корисний приріст риб (A). При раціональному рибному господарстві улов (Y) повинен відповідати корисному приросту, а останній відповідати продуктивній потужності кормової бази.

Таким чином, при раціональному рибному господарстві за Кевдіним $A = C$ і $C = Y$. В основу як цієї, так і більшості інших моделей кладеться аналіз взаємовідносин їжі і споживача або хижака і жертви.

У перших моделях (Кевдін, Баранов та багато ін.) приймалося, що кормова база змінюється тільки під впливом виїдання рибами і що між кормовою базою і стадом риби існує прямий кількісний зв'язок. Першою моделлю, заснованою на прямому кількісному зв'язку їжа-споживач, був

запропонований Альмом (Alm, 1924 p.) F/V коефіцієнт (Benthos fischerei production koefizient).

Друга, найбільш численна група математичних моделей динаміки популяцій заснована на аналізі зв'язку хижак-жертва, включаючи в поняття хижака і вилов. При цьому в більшості випадків природна смертність бралася за постійну величину.

Таким чином, більшість моделей були основані на уявленні про стабільність кормової бази і поповнення, тобто необмеженості числа мальків, з яких виживає лише стільки, скільки можуть використовувати корм, який залишається від риб старших поколінь, що гинуть в результаті вилову. Величина природної смертності приймалася стабільною. Єдиною змінною виявлявся вилов.

При цьому відносно промислових риб справедливий трьохчленний харчовий ланцюг (7.12), так званий триотроф, за термінологією Б.П. Мантейфеля (1961 p.), де середній член зв'язаний прямими пристосувальними зв'язками з крайніми. Звичайне ж число членів в харчовому ланцюзі, в якому бере участь промисловий вид, виявляється ще більшим



де А - хижак;

В - жертва, тобто жертва покращує умови життя хижака, а хижак пригноблює жертву.

Ці взаємозалежні ланцюги (мінімум трьохчленні), що складаються з взаємозв'язаних двочленів, не є повністю замкнутою системою. Вони знаходяться у взаємодії з багатьма різними зовнішніми чинниками. Ця складна система взаємозв'язків далеко не завжди може бути відображена прямими кількісними відносинами. У системі харчових відносин можуть мати місце і дії тих чинників або градієнтів чинників, до яких види, що складають систему триотрофу, не пристосовані, наприклад сильні шторми, замори і тому подібні явища, що створюють порушення «перешкоди» в системах харчових взаємозв'язків. Значення «перешкод» в системах взаємозв'язків споживач-споживане, як правило, зростає в напрямі від біологічного центру ареалу виду до його краю.

Ці складні відносини, що виникають на ґрунті живлення, на практиці призводять до того, що зазвичай про забезпеченість їжею популяції як мирної, так і хижої риби, тобто про динаміку триотрофу, значно точніше вдається судити не по зміні кормової бази, а по зміні біологічних показників популяції, що годується.

Третій тип моделей заснований на наявності певного зв'язку між чисельністю батьківського стада і потомства. Спочатку моделі цього типу базувалися на уявленні про відсутність компенсаторних механізмів, проте основна маса їх враховує наявність певних механізмів, регулюючих чисельність поповнення у відносній відповідності з чисельністю батьківського стада.

Четверта група моделей виділяється до певної міри умовно, оскільки хоча у формулі, що визначає динаміку популяції, фігурує декілька величин, але, як правило, всі, окрім однієї, системи зв'язків приймаються постійними і аналізується лише одна пара взаємозалежних змінних.

Таким чином, до останнього часу при моделюванні динаміки популяцій риб дослідники зазвичай виходили з схеми, в якій всі відносини приймалися постійними, окрім відношення хижак-жертва.

Найважливішою системою зв'язків, що визначає динаміку популяції, є також зв'язок стада і поповнення. Цей зв'язок значно складніший за прямий кількісний зв'язок. У багатьох випадках так само, як і у взаємовідносинах хижака і жертви, споживача і їжі, не вдається спостерігати однозначної кількісної залежності між чисельністю стада і поповненням, але це, звичайно, зовсім не означає, що поповнення знаходиться у взаємному зв'язку з батьківським стадом. Батьківське стадо з умовами життя як би настроюється на відтворення певної кількості потомства певного якісного складу. Оскільки «настройка» здійснюється автоматично, то «задане» в результаті зміни умов життя і в першу чергу змін в системі триотрофу не завжди призводить до очікуваного. Таким чином, в основу математичного моделювання динаміки популяцій повинен бути покладений вираз

$$R = f(St), \quad (7.13)$$

об'єднуючий систему рівнянь, що розкривають цю взаємозалежність на її окремих етапах. Можливо, правильніше оцінювати цю залежність не як функціональну, що підкоряється формулі (7.13), а як кореляційну, що виражається залежністю (7.14)

$$R = \sigma_r(St). \quad (7.14)$$

Ця формула виходить з наявності не тільки основного зв'язку, але і додаткових взаємозалежностей. Проте це не означає, що в даному випадку є односторонній випадковий зв'язок. Це рівняння також відбиває пристосувальний взаємозв'язок батьківського стада і потомства, але з включенням і зовнішніх випадкових причин і змін в системі триотрофу.

Залежність (7.14) краще записати як

$$R = f(StL), \quad (7.15)$$

при цьому зміни в системі триотрофу, що відбиваються на відтворюючих властивостях нерестового стада, враховуються його показниками, а випадкові відносини відбиватимуться через зміни L .

За якісними і кількісними показниками батьківського стада можна з достатньою точністю передбачити чисельність і життєстійкість поповнення.

7.10 Моделі оптимальних режимів експлуатації стад риб

Друге завдання, вирішення якого пов'язано з використанням ЕОМ – це визначення такого режиму експлуатації промислового стада, при якому вдасться одержати максимум продукції. Це може бути досягнуто шляхом правильного: 1) підбору вікового і статевого складу уловів, 2) географічного розміщення промислу, 3) сезонного графіка вилову. Останні два питання можуть бути успішно вирішені і без складних математичних розрахунків. Що ж до підбору оптимальної вікової і статевої структури улову, то це вимагає складних розрахунків, і одержання необхідних даних може бути значно спрощено шляхом математичного моделювання і використання ЕОМ. При промислі, що базується на статевозрілому стаді, а це обов'язкова умова для раціональної експлуатації більшості видів промислових риб, завдання зводиться до визначення такої величини, при якій доросле стадо (St) може дати максимальну величину загальної смертності, тобто потрібно знайти відношення спад-стадо при такому режимі, коли забезпечується максимум величини зменшення кількості.

Докладний опис історії математичного моделювання режиму експлуатації промислових організмів зроблений Уаттом (Watt, 1962 р.). У загальній формі, рівняння, запропоноване Уаттом записується таким чином:

$$MaxG_{t+1} = P_{t+1} - P_{(min)t+1}, \quad (7.16)$$

де G_{t+1} - максимальний улов за певний рік;

P_{t+1} - біомаса популяції;

$P_{(\min)t+1}$ - мінімальна біомаса популяції, необхідна для відтворення наступного максимального улову.

У вирішенні цього рівняння найбільшу трудність являє визначення структури частин популяції, що вилучаються і залишаються, забезпечують максимальний улов даного і майбутніх років. В цьому відношенні особливе значення має розрахунок найбільш продуктивного вікового складу частини популяції і вікового складу частини популяції, при якій забезпечується максимальна продуктивність, що вилучається або залишається, тобто максимальні улови найбільш високої якості.

Природно, що для організмів з різною тривалістю життя характер розрахункових рівнянь буде декілька різним. За Уаттом, проста розшифровка рівняння (7.16) виглядає так:

$$\text{Max}P_{B(t:t+1)} = B_{t+1}(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) - B_t, \quad (7.17)$$

де $P_{B(t:t+1)}$ - продуктивність біомаси за період від t до $t + 1$;

B_{t+1} - біомаса за час t ;

$B_{t+1}(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ - біомаса до часу $t + 1$ як функція кількісних змінних X_1, \dots, X_n , що визначають продуктивність біомаси за період часу від t до $t + 1$.

Основна трудність у вирішенні цього, близького до істини рівняння – це визначення оптимальних величин біомас окремих вікових груп. Крім того, викликає сумнів прийняття в якості постійної величини того «гарантійного мінімуму» популяції, який повинен залишатися для забезпечення відтворення. Поза сумнівом, що цей «гарантійний мінімум» повинен змінюватися як в кількісному, так і в структурному відношенні у зв'язку з періодичними і неперіодичними змінами умов життя. Пізнання закономірностей самонастройки популяції в цьому відношенні має найважливіше значення.

В.В. Меншуткин (1964 р.), досліджуючи побудовану модель популяції, показав повну можливість розрахунку оптимального режиму експлуатації риб, як з тривалим, так і з коротким життєвим циклом.

При розрахунку структури частини стада, що вилучається, необхідно враховувати наступні дані:

1) приріст маси особин на кожному році життя;

- 2) спад від природних причин у кожній віковій групі.
- 3) якість статевих продуктів, вироблюваних особинами різного віку;
- 4) необхідне співвідношення статей для найбільш ефективного відтворення стада.

В якості матеріалу для розрахунків повинна бути прийнята прогнозована структура нерестового стада, виходячи з якої, і слід вести розрахунок оптимальної вікової і статеві структури улову. При цьому необхідно брати до уваги взаємний вплив суміжних вікових груп на особини, що складають ці суміжні покоління. У результаті повинна бути спроектована така структура частини популяції при вилученні якої із стада забезпечувалося б одержання максимальної величини улову (за масою) і нерестова популяція зберігала б повністю свої відтворюючі властивості. Природно, що при цьому повинні враховуватися і величина, і структура майбутнього поповнення нерестового стада.

Питання для самоперевірки

1. Які дві групи математичних моделей Ви знаєте?
2. Які види моделей з безперервним і дискретним часом Ви можете назвати?
3. Поясніть сутність біологічних основ складання математичних моделей.
4. Що таке триотроф?
5. Які моделі розрахунку оптимальних режимів експлуатації промислових стад риб Ви знаєте?

8 ПРИПУСТИМИЙ ВПЛИВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ ТА МЕТОДИ ЙОГО РОЗРАХУНКУ

Припустимий вплив на водні об'єкти в результаті будівництва на їхніх акваторіях, що обумовлює скорочення водних ресурсів, визначається виходячи з наступних критеріїв:

- 1) збереження оптимальної частки площі мілководь (глибини до 2,5 м) для ведення рибного господарства й активізації процесів самоочищення: для малих водоймищ 10 - 15% акваторії, для великих водоймищ - 5 - 10%;
- 2) скорочення середнього багаторічного обсягу водойми не більше ніж на 10% при дотриманні умов першого критерію;
- 3) збереження середньої глибини водного об'єкта, що гарантує збереження умов прогрівання й ступеню евтрофікації водного об'єкта;
- 4) не погіршення процесів водообміну водного об'єкту і його відособлених частин (затоки), підтвердженого гідравлічними розрахунками;
- 5) використання в першу чергу ділянок з наявністю забруднених донних відкладань.

Припустимий вплив на прибережні частини морів у результаті будівництва на їхніх акваторіях, що обумовлює скорочення водних ресурсів, визначається виходячи з наступних критеріїв:

- 1) збереження склавшогося балансу транспорту наносів вздовжбереговими плинами без виникнення провокованих будівництвом зон акумуляції або розмиву масштаби, яких перевищують спорудження;
- 2) можливість використання штучних островів і аналогічних споруджень як складеної ланки системи берегоукріплювальних споруджень;
- 3) непогіршення якості вод прибережних частин морів (наявність необхідного розведення для стічних вод), використання екологічно прийнятних матеріалів;
- 4) збереження стабільності берегів (пляжів), запобігання абразії берегів;
- 5) збільшення рекреаційної ємності (здатність берега й акваторії забезпечити комфортні умови, що відповідають гранично припустимій навантаженню на пляжну смугу);
- 6) збереження місць нересту й зимівлі промислових і охоронюваних видів риб і гідробіонтів.

Припустиме вилучення водних ресурсів і пов'язане з ним зміна стокових, морфометричних і гідравлічних характеристик водного об'єкта в результаті видобутку корисних копалин у межах його акваторії визначається виходячи з наступних критеріїв:

- 1) недопущення осідання рівнів води нижче розрахункової забезпеченості для діючих водозаборів, що перебувають у зоні впливу;
- 2) збереження судноплавного фарватеру з необхідними глибинами для розрахункових умов водності;
- 3) збереження типу й інтенсивності руслового процесу вище й нижче ділянки видобутку корисних копалин;
- 4) непогіршення умов міграції, нересту й нагулу риб і інших водних тварин.

Визначення чисельних значень нормативів припустимого впливу по видах впливу, проводиться на основі приватного моделювання для конкретних ділянок водного об'єкта.

Вихідна інформація, використовувана при розробці нормативів припустимого впливу на водні об'єкти, підрозділяється на інформацію з водного об'єкта і його водозбірної площі, а також видам впливу й пов'язаної з ними господарської діяльності. До її складу включається інформація про біотичні і абіотичні характеристики самого водного об'єкта (або його ділянки) і його водозбірної площі. При відсутності інформації, а також для порівняння з еталонними водними об'єктами залучається інформація із суміжних або прилеглим водним об'єктам і їх водозбірним площам.

У якості абіотичних характеристик розглядаються:

- 1) гідрологічні (рівень, витрата води за характерні періоди заданої забезпеченості, внутрішньорічний розподіл і ін.);
- 2) гідроморфологічні (тип руслового процесу, характеристика русла й заплави, донних відкладів, ін.);
- 3) морфометричні (глибина, ширина, обсяг і ін.);
- 4) фізичні (прозорість, кольоровість води, температура й ін.);
- 5) хімічні (концентрації речовин і сполук, клас вод, рівень забруднення вод за різними класифікаціями, у тому числі з використанням гігієнічних, біологічних і рибогосподарських показників; ступінь токсичності води; ступінь акумуляції забруднюючих речовин в органах гідробіонтів і донних відкладах і ін.);
- 6) радіаційні (рівень змісту радіонуклідів у воді, тканинах гідробіонтів, донних відкладах).

У якості біотичних характеристик розглядаються:

- 1) мікробіологічні (санітарно-мікробіологічні й санітарно-епідеміологічні: мікробне число, кількість сапрофітних бактерій, патогенної мікрофлори, бактерій групи кишкової палички й ін.);
- 2) гідробіологічні (видова різноманітність, чисельність індикаторних мікроорганізмів, біомаса, продукція, рівень відтворення гідробіонтів, склад і чисельність видів водяних рослин і тварин, які охороняються і ін.);

3) паразитологічні (життєздатні яйця гельмінтів, патогенні, найпростіші й т.п.).

У складі даних, що характеризують господарську й іншу діяльність на водному об'єкті і його водозбірної площі, урахуються види цільового використання водного об'єкта, розповсюджені на розглянутій території в сучасний період, а також з урахуванням стратегічних планів розвитку галузей економіки й вимог, пропонованих ними до якісних і кількісних характеристик водного об'єкта або його частини: питне й господарсько-побутове водопостачання, охорона здоров'я, рибне господарство, промисловість і енергетика, сільське й лісове господарство, гідроенергетика, рекреація, транспорт і лісосплав, будівництво, мисливське господарство, видобуток корисних копалин, скидання стічних і дренажних вод, і інші цілі.

За видами господарської діяльності, чий вплив на водні об'єкти підлягає нормуванню за припустимим антропогенним впливом на водний об'єкт із урахуванням:

- 1) джерела впливу;
- 2) локалізація впливу (точковий, дифузійний);
- 3) рівень впливу (частка окремих джерел у загальнім навантаженні на водний об'єкт по конкретному виду впливу);
- 4) тривалість і періодичність впливу (постійний, епізодичний);
- 5) ступінь керованості на сучасному етапі й на найближчу перспективу (керовані, потенційно керовані, некеровані).

На основі аналізу великого комплексу показників і критеріїв одержують узагальнену інформацію про стан водного об'єкта і його частини; природному впливі на водний об'єкт, обумовленому природними факторами; про цільове використання водного об'єкта або його частини, у тому числі пріоритетному (питне й господарсько-побутове водопостачання, рекреаційне використання, збереження особливо охоронюваних водних об'єктів, у т.ч. рибогосподарських заповідних зон, місць нересту, зимівлі й міграцій промислових і охоронюваних видів риб і інших гідробіонтів); про характеристики водного об'єкта і його екологічної системи (морфо-, гідрометричні й гідрохімічні показники, водний режим, стратифікація, рівень мінералізації й трофності, показники сапробності й ін.); про відповідність якості вод гігієнічним, рибогосподарським вимогам і вимогам у галузі охорони навколишнього середовища, установленим з урахуванням регіональних природних особливостей; про вплив наслідків впливів на здоров'я населення й умови господарсько-питного й комунально-побутового користування водними об'єктами, стан екологічних систем водного об'єкта; про необхідний склад нормованих видів впливу на теперішній момент і перспективу, а також

використовуваних показниках; про сучасні й прогностичні наслідки впливів на водний об'єкт, які визначаються на основі абіотичних і біотичних характеристик стану екологічної системи водного об'єкта.

8.1 Розрахунок нормативів припустимого впливу привнесення хімічних речовин (НДВХІМ)

Розрахунок нормативів припустимих впливів по привнесу хімічних речовин і або їх сумішей, а також зважених речовин проводиться на основі балансу мас із обліком природних і господарських особливостей конкретної водогосподарчої ділянки.

Запропонований алгоритм розрахунку являє собою досить гнучкий механізм, що дозволяє враховувати особливості внутрішньорічного розподілу стоку, гідрохімічного режиму, особливості гідрографічної мережі й легко коректується для років різної забезпеченості. Його застосування орієнтоване в основному на водотоки й проточні водоймища з коефіцієнтом водообміну більшим ніж 5.

Норматив припустимого впливу за привнесенням хімічних речовин (НДВХІМ) розраховується для найбільш несприятливих умов формування якісних характеристик води (водність заданої забезпеченості) з урахуванням впливу всіх існуючих і потенційних джерел забруднення (крапкових і розосереджених дифузійних). При цьому апріорно ухвалюється, що якщо в цих умовах будуть дотримуватися нормативи якості водного об'єкта, то при більш сприятливих умовах ці нормативи будуть дотримуватися автоматично.

Норматив припустимого впливу за привнесенням хімічних речовин (НДВХІМ) є сумарною масою забруднюючих речовин, яка максимально припустима на розрахунковій ділянці водного об'єкта в межах встановленого періоду часу, коли концентрації забруднюючого речовини в замикальному створі й у середньому по ділянці не перевищують норматив якості води, встановлений для водного об'єкта або його ділянки - C_n .

Розрахунок виконується за привнесенням хімічних і зважених мінеральних речовин, включених у список нормованих, на основі встановлених значень нормативів якості води (C_n).

При встановленні нормативів якості води для конкретного водного об'єкта або розрахункової водогосподарчої ділянки враховуються наступні принципи:

- Пріоритет охорони водних об'єктів перед їх використанням, при якому не повинен виявлятися негативний вплив на навколишнє середовище, пріоритет використання водних об'єктів з метою питного й

господарсько-побутового водопостачання перед іншими цілями їх використання, збереження особливо охоронюваних водних об'єктів.

•Пріоритет при встановленні нормативів якості за інших рівних умов залежить від пріоритетного цільового використання водного об'єкта або його ділянки, обумовленого відповідно до чинного законодавства.

У якості нормативів якості води залежно від комбінації умов, фактичного стану й використання водного об'єкта можуть ухвалюватися:

- гранично припустимі концентрації для хімічних речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного й культурно-побутового водокористування (гігієнічні ГДК);
- гранично припустимі концентрації для хімічних речовин у воді водних об'єктів рибогосподарського значення (рибогосподарські ГДК);
- орієнтовно припустимі рівні (ОПР) хімічних речовин у воді водних об'єктів питного й господарсько-побутового (господарсько-питного) і рекреаційного (культурно-побутового) водокористування;
- орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) шкідливих речовин у воді водних об'єктів, що мають рибогосподарське значення;
- нормативи гранично припустимих концентрацій хімічних речовин, установлених відповідно до показників гранично припустимого змісту хімічних речовин у навколишньому середовищі й недотримання яких може привести до забруднення навколишнього середовища, деградації природних екологічних систем (рекомендується застосовувати для речовин подвійного генезису).

Установлення останнього нормативу ГДК хімічних речовин проводиться на основі параметрів природного регіонального тла.

Під регіональним тлом розуміється значення показників якості води, що сформувалося під впливом природних факторів, характерних для конкретного регіону, що не є шкідливим для існуючих екологічних систем. Наявність екологічного благополуччя у водному об'єкті визначається на основі гідробіологічних показників. Для розрахунку регіонального тла використовуються гідрохімічні дані тільки по створах, розташованих на ділянках з підтвердженим екологічним благополуччям.

Норматив гранично припустимої концентрації з урахуванням регіональних особливостей визначається за формулою, аналогічною установленню фонових концентрацій відповідно до діючих методичних документів з проведення розрахунків фонових концентрацій хімічних речовин у водотоках:

$$C_n = C_f = C_{сф} + (C_{сф} \times t_{ст}) / N_n, \quad (8.1)$$

- де $C_{сф}$ - середня концентрація речовини;
 $S_{сф}$ - середнє квадратическое відхилення концентрації;
 t_{st} - коефіцієнт Стьюдента при $P = 0,95$;
 n - число даних по інгредієнту.

Значення $C_{сф}$ використовується при розрахунку $N_{двхім}$ для речовин подвійного генезису, тому що підтримка у водному об'єкті концентрацій на рівні верхньої межі призведе до завищення величини $N_{двхім}$ і виникнення тимчасового тренда й погіршення якості води на перспективу.

З метою визначення якості води для природних водних об'єктів, що в результаті людської діяльності піддалися фізичним змінам, які призвели до істотної зміни їх основних характеристик (гідрологічних, морфометричних, гідрохімічних і ін.), і відновлення вихідного природного стану яких неможливо або неприйнятно з соціально-економічних причин, і водних об'єктів, створених у результаті діяльності людини там, де раніше природних водних об'єктів не існувало, можуть використовуватися:

— показники, що характеризують такий екологічний стан водного об'єкта, при якому екологічна система вищевказаних водних об'єктів не деградує (підтверджується гідробіологічним моніторингом) і забезпечуються соціальні потреби пріоритетних видів водокористування;

— цільові показники якості води (ЦПЯВ), що характеризують склад і концентрацію хімічних речовин, мікроорганізмів і інші показники якості води у водних об'єктах, які встановлюються з урахуванням природних особливостей басейну, умов цільового використання водних об'єктів, сучасного стану водного об'єкта й повинні підтримуватися протягом певного тимчасового інтервалу або бути досягнуті по завершенню передбачених схемою комплексного використання й охорони водних об'єктів (СКВОВО) водоохоронних і водогосподарчих заходів.

У загальному вигляді розрахунок $N_{двхім}$ на розрахунковій ділянці водного об'єкта за будь-який період часу виконується за балансовою формулою, що враховує прибуткову частину:

$$N_{двхім} = C_{нр} W_{уч} - \text{SUM}(C_{нр} W_{ест} + C_{нвх} W_{вх} + C_{нобпр} W_{обпр}), \quad (8.2)$$

де $W_{уч}$ - загальний об'єм стоку на водогосподарській ділянці до замикаючого створу за певний розрахунковий період, млн. м³, обумовлений формулою:

$$\begin{aligned} W_{уч} &= W_{ест} + W_{супр} + W_{вх} + W_{обоспр} = \\ &= W_{бпр} + W_{ндиф} + W_{супр} + W_{вх} + W_{обпр}, \end{aligned} \quad (8.3)$$

де $W_{ст}$ - об'єм місцевого стоку в межах розрахункової ділянки, млн. м³:

$$W_{ст} = W_{бпр} + W_{ндиф} \quad (8.4)$$

$W_{бпр}$ - об'єм бічної приточності з ділянок, не підданих антропогенному впливу (за винятком ділянок водозбірної площі, трансформованих господарською діяльністю з наявними дифузійними джерелами забруднення антропогенного походження, як керованими, так і некерованими), млн. м³;

$W_{ндиф}$ - об'єм бічний приточності на ділянках з некерованими дифузійними джерелами забруднення, млн. м³;

$W_{супр}$ - об'єм водовідведенні, включаючи точечні і потенційно керовані дифузійні джерела забруднення, млн. м³;

$W_{вх}$ - об'єм стоку, що надходить із водогосподарчої ділянки, яка розміщена вище, млн. м³;

$W_{обпр}$ - об'єм стоку, що надходить із припливами першого порядку, відособленими в самостійні розрахункові ділянки зі своїми нормативами якості води водного об'єкта, млн. м³;

$C_{нр}$, $C_{нвх}$, $C_{нобпр}$ - нормативи якості води водного об'єкта для відповідних водогосподарчих ділянок, мг/л;

Для речовин подвійного генезису розрахункова формула має частково змінений вид:

$$N_{двхім} = C_{нр} W_{уч} - \text{SUM}(C_{сф} W_{ст} + C_{нвх} W_{вх} + C_{нобпр} W_{обпр}) \quad (8.5)$$

де $C_{сф}$ - концентрація нормованого речовини, що відповідає середньому або модальному значенню діапазону абіотичних факторів, при яких зберігається екологічне благополуччя водного об'єкта, певне за гідробіологічними показниками, мг/л.

Об'єм бічний приточності $W_{ндиф}$ визначається як добуток модуля стоку q (л/км²с) розрахункової забезпеченості за відповідний період часу T на площу, зайняту некерованими дифузійними джерелами забруднення $F_{нд}$, у межах зони прямого впливу на водний об'єкт (при відсутності даних ухвалюється як добуток довжини контуру примикання джерела забруднення до водного об'єкта на 5- 10кратну ширину відповідної водоохоронної зони).

$$W_{ндиф} = 0,001 \cdot q \cdot F_{нд} \cdot T \quad (8.6)$$

Об'єм бічний при точності $W_{бпр}$ визначається як добуток модуля стоку q розрахункової забезпеченості за відповідний період часу T на

водозбірну площу за винятком площ, зайняті керованими Фуд і некерованими Фнд дифузійними джерелам забруднення

$$W_{\text{бпр}} = 0,001 \cdot q \cdot (F - F_{\text{нд}} - F_{\text{уд}}) \cdot T \quad (8.7)$$

У гідрологічні сезони, коли дифузійні джерела не функціонують (зимова межень), бічна приточність визначається з усією приватної водозбірної площі.

За статистичними даними, об'єм водовідведення $W_{\text{супр}}$ визначається підсумовуванням об'ємів водовідведення по крапкових джерелах і об'ємів потенційно керованих дифузійних джерел забруднення, обумовлений розрахунковим шляхом.

Об'єми стоку $W_{\text{вх}}$ і $W_{\text{обоспр}}$ встановлюються: 1) за даними державного водного реєстру; 2) на підставі даних моніторингу; 3) за даними гідрологічних і водогосподарчих розрахунків для відповідних сезонів, що лімітують, і періодів гідрологічного року з урахуванням об'ємів водоспоживання; 4) водогосподарчим балансом.

Для водогосподарчих ділянок, розташованих у верхів'ях, або відособлених припливів розрахункова формула має вигляд:

для речовин штучного походження:

$$N_{\text{двхім}} = C_{\text{нр}}(W_{\text{ест}} + W_{\text{супр}}) \quad (8.8)$$

для речовин подвійного генезису:

$$N_{\text{двхім}} = C_{\text{нр}}(W_{\text{ест}} + W_{\text{супр}}) - C_{\text{сфвест}} \quad (8.9)$$

Для дуже змінених ділянок, що перебувають в екологічно неблагополучному стані, при визначальній ролі стічних вод у загальному стоці бічна приточність не враховується й формула ухвалює вид:

$$N_{\text{двхім}} = C_{\text{нр}} W_{\text{супр}} \quad (8.10)$$

Примітка: коефіцієнти неконсервативності в розрахунку не враховуються у зв'язку з його залежністю від температури води й швидкісного режиму, що змінюються в часі й просторі.

$N_{\text{двхім}}$ визначається в тоннах за розрахунковий період часу (т/рік, т/сезон і т.д.).

Значення $N_{\text{двхім}}$, певне по вищенаведених формулах, є максимально припустимою масою скидання забруднюючих речовин на

ділянці при дотриманні здебільшого часу нормативів якості водних об'єктів на основній акваторії розрахункової ділянки, тобто Ндвхім (макс).

Оскільки дотримання нормативу якості води за всіма показниками протягом усього річного циклу є ідеальним варіантом, для практичного використання Ндвхім (макс) коректується шляхом контрольного перерахування по фактичних усереднених концентраціях, що визначають поточне навантаження (Ндвхім*)

Для верхівкових і відособлених ділянок розрахунок Ндвхім* ведеться за формулою:

$$\text{Ндвхім}^* = \text{Снр } W_{\text{уч}} - \text{Сфакт } (W_{\text{ест}} + W_{\text{супр}}) \quad (8.11)$$

Для загального випадку формула має вид:

$$\text{Ндвхім}^* = \text{Снр } W_{\text{уч}} - \text{SUM}(\text{Сфактр } W_{\text{ест}} + \text{Сфактвх } W_{\text{вх}} + \text{Сфактобпр } W_{\text{обпр}}) \quad (8.12)$$

Усереднення фактично значення концентрацій Сфактр, що характеризують стан водного об'єкта або його ділянки, визначаються як

$$\text{Сфактр} = \text{SUM}(\text{Сбіі}) / L, \quad (8.13)$$

де Сбі - значення концентрацій забруднюючого речовини в проміжному контрольному створі (пункті моніторингу), мг/л;

Lі - довжина ділянки водотоку, що тяжіє до даного проміжного контрольного створу (довжина між серединами відрізків водотоку із двом суміжними пунктами моніторингу), км.

L - загальна довжина гідрографічної мережі на розрахунковій ділянці, км.

Сфактвх, Сфактобпр - фактичні концентрації забруднюючих речовин для вхідного створу й відособлених припливів, мг/л.

Залежно від конкретної ситуації й співвідношення поточного Ндвхім* і максимального розрахункового Ндвхім (макс) затверджуваний норматив Ндвхім визначається в такий спосіб:

1) Якщо $\text{Ндвхім}^* < \text{Ндвхім (макс)}$, то в якості затвердженого нормативу ухвалюється $\text{Ндвхім} = \text{Ндвхім}^*$.

2) Якщо $\text{Ндвхім}^* > \text{Ндвхім (макс)}$, тобто значення Сфакт $< \text{Сн}$, у якості затвердженого нормативу $\text{Ндвхім} = \text{Ндвхім (макс)}$, оскільки норматив не може перевищувати максимально допустимі маси скидання забруднюючих речовин.

Величина допустимого впливу по привнесу хімічних речовин залежить від гідрологічного й гідрохімічного режиму водних об'єктів, а

також режиму функціонування джерел забруднення, склад і характеристики яких значно варіюють протягом року. У зв'язку із цим розрахунок Ндвхім рекомендується вести диференційовано по основних гідрологічних сезонах.

При наявності розробленого й затвердженого гідрографа екологічного стоку розрахунок ведеться на об'єми, що відповідають йому; при відсутності його - на самі несприятливі умови в межах кожного характерного сезону.

У якості найбільш несприятливих умов при зазначенім вище внутрішньорічному розподілі рекомендується ухвалювати:

- літньо-осінню й зимову межень року 95% забезпеченості й відповідні їм об'єми стоку;

- весняне або весняно-літнє повіддя року 50% забезпеченості й відповідні їм об'єми стоку (прийняття даної забезпеченості обумовлене найбільш несприятливим співвідношенням між масою вступників забруднюючих речовин від крапкових і дифузійних джерел забруднення, що й розбавляє здатністю водного об'єкта для даного сезону).

Об'єми стоку для сезонів визначаються по даним водогосподарчого балансу ділянки або стандартними гідрологічними розрахунками.

Найбільш несприятливі умови формування якісних характеристик окремих сезонів не збігаються по забезпеченості в межах конкретного календарного або гідрологічного роки, тому норматив припустимого впливу в річному розрізі Ндвхімрік визначається для умовного року із критичними умовами формування якості як сума сезонних значень, розрахованих по вищенаведених формулах:

$$\text{Ндвхімрік} = \text{Ндвхім зм95\%} + \text{Ндвхім лом95\%} + \text{Ндвхім вп50\%} \quad (8.14)$$

При управлінні водними ресурсами використовуються дані років різної забезпеченості, звичайно в діапазоні від 50% до 95%. Для переходу від умовного року до розрахункової забезпеченості застосовуються сезонні перехідні коефіцієнти від базового значення Ндвхім по сезонах:

$$K_{зр\%} = W_{зр\%} / W_{з95\%}; \quad (8.15)$$

$$K_{ло\%} = W_{ло\%} / W_{ло95\%}; \quad (8.16)$$

$$K_{впр\%} = W_{впр\%} / W_{вп50\%} \quad (8.17)$$

Наприклад, норматив Ндвхім для року 95% забезпеченості, що є в більшості випадків розрахунковим за умовами антропогенного навантаження, визначається в такий спосіб:

$$\begin{aligned} \text{Ндвхімік}95\% &= 1 \times \text{Ндвхімзм}95\% + 1 \times \\ \text{Ндвхім лом}95\% &+ (\text{Wвп}95\% / \text{Wвп}50\%) \times \text{Ндвхім вп}50\% \end{aligned} \quad (8.18)$$

Необхідність визначення нормативів Ндвхім для років різної забезпеченості обумовлена необхідністю оперативного керування й контролю над якістю води у водному об'єкті, оцінкою дотримання вимоги за результатами будь-якого календарного року.

У загальному для водогосподарчої ділянки Ндвхім виділяються три складові частини припустимого збільшення, що ставляться:

- до керованих і потенційно керованих джерел забруднення ($W_{\text{супр}}$),
- до некерованих джерел забруднення, включаючи латентні ($W_{\text{ндиф}}$);
- до природної складової ($W_{\text{бпр}}$, $W_{\text{вх}}$, $W_{\text{обпр}}$).

По некерованих джерелах забруднення водоохоронні заходи зводяться до поступового впровадження найкращої наявної практики.

Складова частина Ндвхім, що враховує природну або умовно природну складову гідрохімічного балансу (аерогенне забруднення більшої частини водозбірної площі й т.п.), може бути використана для регламентування впливу по привнесу речовин для видів водокористування без вилучення водних ресурсів (наприклад, маломірні судна, рекреація й т.п.).

За припустиму величину сумарного антропогенного впливу від видів водокористування, що підпадають під зазначені умови, ухвалюється частка від природної складової, рівна 30% від величини Ндвхім для гідрологічних сезонів, коли даний вид водокористування (впливу) має місце.

Установлення кількісних параметрів по окремих видах впливу (наприклад, кількість маломірних судів, кількість відпочиваючих на пляжі й т.п.) проводиться розподілом сумарної величини на питомих значення привнесу конкретного забруднюючого речовини від даного виду впливу. Питоме значення привнесу визначається по довідковій літературі або натурними вимірами.

Для водокористувачів, що мають керовані й потенційно керовані джерела забруднення, залишається частина від загального нормативу Ндвхім, а саме:

$$\text{Ндвхімупр} = C_n W_{\text{супр}} \quad (8.19)$$

На підставі розроблених нормативів припустимих впливів (НДВ) розробляються нормативи припустимих скидань для випусків точних

вод, розташованих у межах водогосподарчої ділянки. Величини ГДВ устанавлюються з обліком гранично припустимих концентрацій речовин у місцях водокористування здатності, що асимілює, водного об'єкта й оптимального розподілу маси речовин, що скидаються, між водокористувачами, що скидають стічні води. У зв'язку зі складністю реалізації розрахунку ГДВ для випусків стічних вод, розташованих у межах водогосподарчої ділянки, можливе застосування пакетів прикладних програм, що забезпечують розрахунки ГДВ. У випадку відсутності розроблених ГДВ величини ГДВ розраховуються для окремих водокористувачів.

8.2 Розрахунок норм допустимого впливу за привнесенням мікроорганізмів (НДВМІКРОБ)

Визначення припустимого кількості, що привносяться мікробіологічних показників в умовних одиницях проводиться по формулі:

$$\text{Ндвмікроб} = W \times \text{Кд} \times 10, \quad (8.20)$$

де Ндвмікроб - маса скидання в одиницях КОЕ, БОЕ й ін.;

W - об'єм стічних і інших вод, що містять мікроорганізми, тис.м³/рік;

Кд - припустимий зміст мікробіологічного (паразитологического) показника в стічних водах

8.3 Розрахунок норм допустимого впливу за вилученням водних ресурсів (НДВВ)

Нормативи припустимого впливу по вилученню водних ресурсів (Ндвв) устанавлюються у вигляді постійних величин, починаючи від базисного розрахункового року певної забезпеченості, і не повинні приводити до змін характеристик водного об'єкта, що значно виходять за межі природних сезонних багаторічних коливань. Вони встанавлюються для кожного водного об'єкта в різних створах і в цілому для басейну з обов'язковим обліком потреб у воді водного об'єкта, що замикає річковий басейн, необхідної для підтримки стану його екологічної системи, тобто вимоги екологічних систем повинні дотримуватися в комплексі "море - ріки, що впадають у нього, ". При цьому необхідно брати до уваги категорію водо- і рибогосподарського використання, ступінь антропогенного трансформування та соціально-економічні наслідки.

Вилучення води у вкрай маловодні роки, із забезпеченістю стоку вище критичної величини проводиться тільки в об'ємах, необхідних для забезпечення пріоритетних користувачів, - для питного й господарсько-побутового водопостачання.

Для рік із зарегульованим стоком установлюється об'єм екологічного попуску (ЕП) і його внутрішньорічний розподіл з метою збереження умов природного розмноження риби і інших гідробіонтів і підтримки гідрологічного режиму нижнього плину ріки й водного об'єкта, що замикає її басейн, що не виходить за межі природних багаторічних коливань. Вода з водоймища повинна подаватися на ділянку ріки, які розміщені нижче відповідно до встановленого режиму екологічного попуску.

Для рік з незарегульованим стоком визначається екологічний стік (ЕС), тобто екологічно безпечний стік у конкретному створі при припустимому обсязі безповоротного вилучення річкового стоку, що забезпечує нормальне функціонування екологічних систем водних об'єктів і навколводних екологічних систем.

Екологічну цінність мають усі гідрологічні фази, тому визначення ЕС, ЕП і Ндвв ставиться до всього гідрографа річкового стоку. Однак вирішальне значення для їхнього визначення мають періоди повіддя й паводків, коли в основному здійснюється відтворення біоти екологічних систем, а також межені, коли створюються умови, що лімітують, їх функціонування.

Однією з основних умов при нормуванні безповоротного вилучення річкового стоку й установлення екологічного стоку (попуску) є визначення значень гідрологічних параметрів, що характеризують оптимальні, нормальні й критичні умови функціонування екологічних систем водних об'єктів і навколводних екологічних систем.

Водні й навколводних системи можуть функціонувати при епізодичних зниженнях об'єму стоку нижче критичного, що має місце й у природних умовах. Однак систематичне зниження об'ємів стоку при антропогенних впливах може привести до деградації й загибелі екологічних систем. Тому встановлений Ндвв повинен забезпечити збереження коливань стоку, максимально наближених до природних.

При оцінці екологічно припустимого вилучення стоку рік необхідно виходити з основної передумови - збереження екологічно безпечного й стійкого стану екологічної системи водного об'єкта, коли зміни структурно-функціональної організації відбуваються в межах границь

толерантності природної стадії гідрогенезу й не підривається здатність природних комплексів до саморегуляції, самоочищення й самвідновлення.

Методологічною основою нормування безповоротного вилучення річкового стоку й устанавлення екологічного стоку й екологічного попуску є принцип стійкого функціонування екологічних систем водних об'єктів і навколводних екологічних систем і збереження умов природного розмноження організмів.

У якості екологічних критеріїв, які враховуються й використовуються при розробці норм Ндвв, ЕП, ЕС і оцінці ступеня порушення екологічних систем, прийняті наступні:

- умови природного розмноження іхтіофауни й заплавної рослинності;
- рівень біологічної продуктивності екологічних систем;
- структура співтовариства риб, у тому числі співвідношення коштовних і малоцінних видів риб, темпи їх росту;
- видова різноманітність організмів, зміна співтовариств тварин і рослин;
- стан русла ріки й заплави, процеси дельтоутворення й ін.

У якості основних параметрів при розробці норм ЕС, ЕП, Ндвв використовуються:

- витрати, стік і рівні води, а також їх внутрішньорічний розподіл (гідрограф) у роки різної забезпеченості;
- строки весняного повіддя й паводків;
- площа затоплення заплави й дельти;
- характеристики водного режиму руслових і заплавних нерестовищ (швидкість плину, глибина, температура й ін.);
- створений режим, солоність води, площі нагулу молоди й дорослих особин риб і ін;
- видовий склад, чисельність і біомаса планктонних і донних організмів, динаміка чисельності популяцій риб, характеристики чисельності молоди конкретного року народження ("урожайність" покоління), промислове повернення (величина вилову риб одного покоління протягом усього життєвого циклу), запаси й улови промислових риб.

Загальний алгоритм розрахунку. На основі аналізу зв'язків гідрологічних характеристик основної ріки із продуктивністю екологічних систем (гомеостатичних кривих) або з її непрямыми

показниками, що характеризують, визначаються переломні крапки в області маловодних років і відповідні їм витрати ($Q_{кр}$) і об'єми стоку ($W_{кр}$), що свідчать про критичний стан екологічних систем.

Визначаються історично мінімальні витрати й об'єми води в самі маловодні роки ($Q_{вст}$ і $W_{вст}$). У якості історично мінімальних рекомендується ухвалювати, як правило, витрати й об'єми води 99% забезпеченості. Їхнім зіставленням визначається та частина стоку, яка може бути вилучена з водного об'єкта без відчутного збитку для природного відтворення риб і інших гідробіонтів у маловодні роки. Об'єм припустимого безповоротного вилучення $W_{дв}$ за рік і окремі періоди може бути виражений як:

$$W_{дв} = W_{кр} - W_{вст} \quad (8.21)$$

При цьому $W_{дв}$ ухвалюється постійним для різної водності з об'ємом стоку вище базового.

Стік базового року ($W_{б}$), тобто мінімальний стік, починаючи з якого можна вести вилучення стоку в розмірі $W_{дв}$, рівний:

$$W_{б} = W_{кр} + W_{дв} \quad (8.22)$$

У маловодні роки зі стоком нижче $W_{б}$ допускається вилучення тільки для забезпечення пріоритетних водоспоживачів (господарсько-питного водопостачання); при цьому об'єм вилучення повинен бути менш $W_{дв}$, тобто в роки, коли $W_{кр} < W_{в(м)} < W_{дв(м)}$, величина $W_{дв(м)}$ для розрахункового створу буде дорівнювати:

$$W_{дв(м)} = W_{в(м)} - W_{кр}, \quad (8.23)$$

де $W_{в(м)}$ - маловодний рік зі стоком нижче $W_{б}$.

Виходячи із установленної $W_{дв}$, розраховуються екологічний стік ($W_{ес}$) і екологічний попуск ($W_{еп}$).

У загальному випадку:

$$W_{ес} \quad (W_{еп}) = W_{в} - W_{дв}, \quad (8.24)$$

де $W_{в}$ - природний стік у роки різної водності.

Внутрішньорічний розподіл ЕС, ЕП, Ндвв у роки зі стоком різної забезпеченості визначається відповідно до їхнього гідрографа умовно-природного (відновленого) стоку.

Якщо в окремі періоди межені розрахункове безповоротне вилучення приводить до регулярного зниження швидкостей плину до значень менш 0,2 м/с, забезпеченість $W_{вст}$ повинна бути знижена, і розрахунок повторений для меншого значення $W_{дв}$ до досягнення прийнятних швидкостей плину в межень.

Якщо на нижніх ділянках ріки не забезпечуються екологічні вимоги до об'єму стоку, то припустиме безповоротне вилучення річкового стоку у вищележачих створах визначається з урахуванням потреб у воді нижчележачих створів, тобто частина об'єму водоспоживання на одні ділянках повинна вертатися в гідрографічну мережу в межах інших нижче розташованих ділянок ріки.

Критичні об'єми річкового стоку можуть визначатися двома методами:

1. метод на основі аналізу зв'язків біологічних і гідрологічних характеристик стану екологічних систем;
2. метод на основі критичних екологічних параметрів, заснованих на використанні непрямих характеристик стану екологічних систем.

Метод аналізу зв'язків біологічних і гідрологічних характеристик стану екологічних систем.

Метод застосовується для рік або їх ділянок при наявності багаторічних даних по провідних параметрах гідрологічного режиму й різним показникам біопродуктивності екологічних систем водних об'єктів і навколоводних екологічних систем. Він є основним для водних об'єктів або окремих їхніх ділянок, що мають важливе значення для відтворення масових і кошових видів риби.

Критеріями оцінки екологічно припустимого об'єму безповоротного вилучення річкового стоку служать показники покоління і динаміка чисельності або промислове повернення риби.

Нормативи припустимого екологічно безпечного об'єму безповоротного вилучення річкового стоку повинні встановлюватися диференційовано для кожного водного об'єкта в різних створах.

Основою для встановлення нормативів є оцінки впливу фізико-хімічних і гідрологічних характеристик на біопродуктивність екологічних систем водних об'єктів і навколоводних екологічних систем, вибір

найбільш значимих показників і встановлення екологічно припустимих і критичних констант.

На основі багаторічних даних встановлюються емпіричні залежності між "урожайністю" поколінь (чисельністю) популяцій, промисловим віком риби (або інших гідробіонтів) і характеристиками гідрологічного режиму (об'єми стоку, його внутрішньорічний розподіл у роки різної водності й ін.) і перебуває рівняння зв'язку між "урожайністю" поколінь риби (чисельністю сьоголітків) і об'ємами річного й весняно-літнього стоку (або стоку за інші, екологічно більш значимі, періоди відтворення риби).

Будуються теоретичні й емпіричні криві забезпеченості "урожайності" поколінь риби, і по них визначаються показники (границі) "урожайності". До високоврожайних ставляться покоління з більш високою чисельністю забезпеченістю менш 25%, до врожайних - 25 - 50% забезпеченості, до середньоврожайних - 50 - 75%, до низьковрожайних – більш 75% забезпеченості.

По встановлених границях ранжуються багаторічні дані по "урожайності" поколінь і відповідному їм річному та весняно-літньому стоку. Розраховуються середні величини даних показників.

За отриманими середніми значеннями чисельності поколінь риби, річного й весняно-літнього стоку встановлюють рівняння зв'язку. На основі статистичних критеріїв відбираються лінійні й нелінійні рівняння, апроксимуючі зазначені залежності. На підставі отриманих залежностей визначаються об'єми стоку, що характеризують оптимальні, нормальні умови, а також критичні ($W_{кр}$), при яких природне відтворення популяцій риби мінімально.

При витратах і об'ємах води нижче критичних практично не реєструється процес природного розмноження основних водних організмів.

Для річок, що впадають у внутріматерикові водні об'єкти, перебувають рівняння зв'язку між річним об'ємом стоку ріки (або показником мінералізації - солоністю води, що корелює з об'ємом стоку за кілька попередніх років) і чисельністю популяцій, промисловим віком риби, і визначається об'єм річкового стоку, який не забезпечує стійкі умови нагулу молоді й статевозрілих риби в водному об'єкті (море, заливи, лимани, озера).

Метод, заснований на регресійному аналізі одно факторних залежностей лінійного й нелінійного видів, може бути доповнений багатофакторним регресійним аналізом.

У якості критичної величини річкового стоку ухвалюється величина, при якій загальна чисельність популяцій риб знижується до рівня 50% середньобогаторічної чисельності. Визначення критичної величини річкового стоку проводиться на основі аналізу зв'язки між величиною річкового стоку й показником виживаності молоді риб, визначальної формування загальної чисельності популяцій.

Метод "критичних екологічних параметрів". Метод критичних екологічних параметрів рекомендується у випадку відсутності кількісних залежностей різних видів антропогенного впливу на екологічні системи водних об'єктів при нормуванні безповоротного вилучення річкового стоку й розрахунку екологічного стоку.

Компоненти екологічних систем у басейнах рік визначаються в залежності від екологічно значимих елементів гідрологічного режиму систем, що характеризують стан цих.

Для водотоків екологічно значимий елемент гідрологічного режиму - швидкість води в потоці; для дельтових озер - рівень і солоність води; для морів і їх частин (лиманів, лагун) - солоність води.

При нормуванні безповоротного вилучення річкового стоку і встановленні екологічного попуску (стоку) урахуються також екологічні вимоги до умов природного розмноження риб на руслових, заплавних і лиманних нерестовищах.

Екологічні вимоги припускають забезпечення наступних умов:

- об'ємів стоку, достатніх для проходу риб до місць нересту в період масового нерестового ходу;
- об'ємів стоку, достатніх для затоплення необхідних площ заплавних нерестовищ у необхідний термін і з відповідної температурою;
- тривалості затоплення нерестовищ, необхідної для досягнення молоддю риб життєстійких стадій;
- об'ємів стоку, що гарантують скат молоді із заплавних нерестовищ у ріку;
- стан русла ріки й заплави, процеси дельтоутворення ін.

У якості показників стани використовуються непрямі характеристики, які різні для різних водних об'єктів. В басейнах рік залежно від екологічно значимих елементів гідрологічного режиму виділяються компоненти екологічних систем водних об'єктів, що

характеризують їхній стан. Виділяються русла рік, устя рік і дельтові озера (лимани).

Русла рік. Для русявів рік найбільш значимим в екологічному відношенні показником є швидкість води в потоці. Для розрахункових створів визначаються критичні швидкості плину, при яких не реєструється процес природного розмноження риб і інших водних тварин у період повіддя й паводків. Для цього залучаються літературні й довідкові матеріали.

За даними термінових спостережень за швидкістю (V) і витратами води (Q) у кожному створі (в інтервалі критичних швидкостей) розраховується залежність $Q = f(V)$. Підставивши значення швидкості плину у формули, визначають витрата, що відповідає критичним гідрологічним умовам відтворення ($W_{кр}$) у період нерестових міграцій, нересту й ската молоді коштовних і масових риб.

В екологічних вимогах до гідрологічного режиму на нерестовищах осетрових видів риб оптимальна швидкість плину визначено в 1,0 - 1,5 м/с, а мінімальна (критична) - 0,5 - 0,6 м/с.

При наявності заплавних нерестовищ за матеріалами гідрологічних спостережень устанавлюються критичні значення водного режиму (витрата води і його тривалість), що не забезпечують обводнювання заплавних нерестовищ. По даним щоденних витрат води перебуває критичний об'єм повені ($W_{кр.пов.}$), при яким відсутнє затоплення заплави, а також забезпеченість і величина критичного річного стоку і його внутрішньорічний розподіл.

Устя рік Критичним гідрологічним умовам відповідають такі витрати води, при яких:

а) риби, які підійшли на нерест у пригирловій зоні моря втрачають орієнтацію на стік прісної води;

б) відбуваються необоротні процеси в екологічній системі дельти (порушується баланс опадонакопичення зважених речовин, у результаті чого починається інтенсивний процес формування пригирлового бару і відокремлення водотоку і його рукавів від моря).

За даними облікових зйомок проводиться аналіз динаміки нерестової міграції прохідних і напівпрохідних риб залежно від витрати води (об'єму стоку) в устя. Будується статистична модель, за допомогою якої визначається критична витрата води (об'єм стоку) для заходу в гирла ріки риб на нерест.

Кількісна оцінка впливу вилучення стоку на гідрографічні характеристики різних гирлових водотоків дається по розрахунковим гідролого-морфологічним залежностям $V = f(Q)$, $b = f(Q)$, $h = f(Q)$, де V - середня швидкість плину, b - середня ширина русла, Q – витрата води, і значенням статистичних показників основних гідроморфологічних параметрів.

Критичні умови в дельтових прісноводних озерах (лиманах) складаються при відсутності стоку в море. Подібна ситуація виникає при зниженні рівня води у водоймах до морських оцінок (припинення водообміну між озером і морем). При цьому річковий стік у дельтові водойми витрачається на компенсацію сезонних коливань рівня води, випаровування і транспірацію ($W_{\text{вип}}$).

Стік, що компенсує (стік, що відповідає критичним гідрологічним умовам) ($W_{\text{кр}}$) визначається за формулою:

$$W_{\text{кр}} = \Delta w + W_{\text{вип}} = [(H_{\text{п}} - H_i) \times F_i + W_{\text{вип}}] + [(H_i - H_{i-1}) \times F_i + W_{\text{вип}}] + [(H_{i-1} - H_i) \times F_i + W_{\text{вип}}]; \quad (8.25)$$

де H_i - середньомісячний рівень води моря, м;

F_i - зміна площі озера за рахунок коливань рівня води в озері, м²;

$W_{\text{вип}}$ - об'єм видимого випару й транспірації надводної рослинності з поверхні водного об'єкта, млн. м³.

Питання для самоперевірки

1. Що називається якістю води? На основі яких параметрів проводять екологічне районування водойм?
2. Які існують види хімічного аналізу допустимого навантаження на водні екосистеми?
3. Як розраховують допустимий вплив на вилучення живих об'єктів з водних екосистем?
4. Яку речовину називають забруднюючою?
5. Основні чинники формування хімічного складу природних вод.
6. Які показники найбільш часто використовуються для оцінки якості водних об'єктів?
7. Як визначається гідрохімічний індекс забруднення води?
8. Що таке сапробність? Як визначається гідробіологічний індекс сапробності води? Що характеризує індекс сапробності?

9 ПРИНЦИПИ І МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ УЛОВУ

9.1 Оцінка чисельності і біомаси стад риб, що обловлюються

Рибна промисловість більшості районів не має стабільної сировинної бази. В результаті коливань врожайності поколінь в популяціях окремих промислових видів їх чисельність і біомаса можуть змінюватися в десятки, а інколи в сотні і тисячі разів. Роботи по управлінню врожайністю більшості основних промислових риб або ще не ведуться, або тільки розпочаті.

Тому для правильного планування, організації здобичі і обробки потрібна чітко працююча служба прогнозів, що дає близькі до дійсності вказівки про зміни, що відбуваються в чисельності, біомасі і розподілі популяцій промислових риб, що обловлюються.

Для рибної промисловості важливо вирішення двох задач: 1) оцінка стану сировинної бази в даний момент і 2) прогноз змін чисельності і біомаси стад риб, що обловлюються, на майбутнє.

Оцінка величини стад промислових риб можлива як в абсолютних, так і у відносних показниках. Оцінка абсолютної величини стада риби зазвичай полягає у визначенні чисельності або біомаси риб, що знаходяться на певній площі або в цілій водоймі.

1. Метод площ

Принцип його полягає в тому, що кількість здобутої на певній площі риби відноситься до всієї площі водойми або до площі, зайнятої даним скупченням. Цей метод вперше був застосований Гензеном і Апштейном (1897 р.), які на підставі обліку пелагічної ікри спробували визначити загальну чисельність нерестуючого стада. Знаючи кількість виметаних ікринок в одиниці об'єму води, середню плодючість самки і співвідношення статей в нерестовому стаді, вони обчислили величину стада риб, що нерестяться в даному районі.

Їх спосіб розрахунку може бути представлений в наступному вигляді:

$$\frac{N}{n}s = St, \quad (9.1)$$

де N - загальне число виметаних ікринок в обстеженому районі;

n - середня плодючість самки;

s - співвідношення статей в нерестовому стаді;

St - величина нерестового стада.

У свою чергу

$$N = \frac{P}{q} Q, \quad (9.2)$$

де P - середнє число ікринок в улові;

q - обловлений об'єм;

Q - загальний об'єм води в районі, де проводився облік.

Проте для правильного визначення абсолютної чисельності нерестового стада цим способом потрібно врахування стількох поправок, що практично цей метод виявляється застосовним лише в окремих випадках. Погрішності методу пов'язані з недообліком загибелі ікри, що розвивається, на різних стадіях, нерівномірністю її розподілу в товщі води, недоліками в конструкції знарядь лову, що відбиваються на їх уловистості.

Для оцінки чисельності об'єктів тралового рибальства зазвичай користуються наступною формулою:

$$M = \frac{Pm}{p} KK_1, \quad (9.3)$$

де P - площа району, в якому проводиться облік;

p - площа, що обловлюється тралом в одиницю часу;

m - середній улов в одиницю часу;

K - коефіцієнт горизонтальної уловистості трала;

K_1 - коефіцієнт вертикальної уловистості.

При практичному застосуванні вказаного методу найважче визначити коефіцієнти K і K_1 , які характеризуються видовою специфічністю і залежать від віку і біологічного стану риби, часу доби, погоди та інших моментів.

Подальшим розвитком методу площ стосовно пелагічних риб було поєднання обловів тим або іншим знаряддям лову з визначенням площ, займаних косяками, з літака.

Якісний стрибок в розвитку методу площ пов'язаний з використанням в рибній промисловості гідролокаційних приладів, що дозволяють оконтурювати скупчення риб і по інтенсивності запису скупчення у поєднанні з дослідними обловами визначати абсолютну чисельність риб в скупченнях.

2. Методи обліку чисельності рухомих риб

Для обліку чисельності стада прохідних і напівпрохідних риб істотне значення мають способи оцінки кількості риби, що пройшла за певний відрізок часу через поперечний переріз річки. Вперше цей метод оцінки

чисельності мігруючого стада був запропонований Ф.І. Барановим (1960 р.) для обліку чисельності мігруючої вобли. Ф.І Баранов приймав, що загальна кількість риби, яка пройшла через ділянку річки, дорівнює:

$$St = nvYT, \quad (9.4)$$

де n - число риб на одиницю площі;

v - швидкість ходу риби;

Y - ширина річки в місці лову;

T - час, що пройшов між послідовними закиданнями.

Проте за допомогою такого способу лише в окремих випадках вдається встановити абсолютну чисельність риб. Це пов'язано з нерівномірністю розподілу рухомих риб уперек русла, різною уловистістю неводу відносно риб, що зустрічаються з неводом в різні фази притонення. Цей метод більш застосовний для обліку відносної чисельності мігруючих риб.

Найширше застосовується кількісний облік прохідних далекосхідних лососів під час їх нерестової міграції. Таким чином вдається протягом декількох років враховувати чисельність окремих локальних стад, що заходять для нересту в певні річки. Багаторічний матеріал накопичений зараз відносно ряду стад, наприклад нерки *Oncorhynchus nerka* (Walb.) річок Озерної і Паратунки; кети *O. keta* (Walb.) і горбуші *O. gorbuscha* (Walb.) річки Ми та деяких інших стад. Зазвичай прорахунок проводиться візуально шляхом обліку риби, яка періодично пропускається через спеціальні віконця в суцільних загородах, що перегороджують річку.

3. Облік чисельності стада шляхом мічення

Визначення абсолютної чисельності стада риби за допомогою мічення засноване на допущенні, що число помічених риб так відноситься до спійманих риб з мітками, як кількість здобутих промислом риб відноситься до всієї кількості риб промислового розміру у водоймі, тобто має місце, наступне співвідношення:

$$\frac{St}{C} = \frac{T}{c}, \quad (9.5)$$

де St - промислове стадо;

C - величина вилову;

T - число помічених риб;

c - число спійманих риб з мітками.

Проте практично, користуючись цим співвідношенням, одержати достовірні дані вдається дуже рідко; це можливо у відношенні головним

чином риб з відносно довгим життєвим циклом і, які добре переносять мічення (атлантичний лосось, тріска, лящ та ін.). Основні помилки, пов'язані із застосуванням цього методу, пояснюються недообліком поведінки помічених риб, які розподіляються нерівномірно серед решти риб стада.

Роль методу мічення в аналізі динаміки популяцій риб зводиться головним чином до визначення деяких показників, в першу чергу таких, як смертність і виживання.

4. Оцінка абсолютної чисельності стада риби за інтенсивністю виїдання кормів

В деяких випадках поголів'я стада риби можна визначити за інтенсивністю виїдання нею кормів. Це визначення відноситься зазвичай не до локального стада в цілому, а до його окремих угруповань. Розрахунок здійснюється за наступною формулою:

$$N = \frac{R}{r}, \quad (9.6)$$

де N - число риб, що годуються;

R - загальна кількість корму, споживаного всім стадом в одиницю часу (раціон всього стада, що враховується по безпосередніх визначеннях динаміки кормової бази);

r - раціон однієї риби.

Користуючись цією методикою, часто вдається приблизно оцінити величину стада риби, що годується. Складніше йде справа, коли доводиться шляхом ловів встановлювати відносну чисельність кожного виду; знаючи середній раціон особини кожного виду, можна визначити їх чисельність, виходячи з того ж принципу, що закладений в наведеній вище формулі. Відносно риб-бентофагів цей метод виявляється більш застосовним, ніж відносно риб-планктонофагів.

5. Методи оцінки відносної чисельності стада

а) Облік на основі аналізу загальних уловів і уловів на риболовецьке зусилля.

Коливання загального вилову (річних уловів) зазвичай можуть служити досить надійним критерієм зміни чисельності стада. Зміни уловів за короткі проміжки часу часто можуть відбивати не стільки зміни в чисельності і біомасі стада, скільки зрушення в ході річного циклу риби у зв'язку з режимом даного року. Оскільки промисел зазвичай буває приуроченим до певних фаз річного циклу міграції, нерест, нагул та ін., то зрушення цих сезонних явищ можуть сильно відбиватися на величині уловів за той або інший відрізок часу. Природно, що оцінка змін чисельності і біомаси стада за коливаннями загальних уловів вимагає

обліку і техніко-економічних сторін рибальства. Вдосконалення техніки рибальства, природно, призводить до відносного збільшення вилову.

Велике значення мають і економічні причини: наявність попиту, собівартість здобичі і обробки риби, наявність робочої сили і так далі. Все це, відбивається на величині уловів.

Таким чином, коливання уловів зазвичай відбивають зміни чисельності і біомаси стада риби при незмінній інтенсивності рибальства. Оскільки практично інтенсивність рибальства лише дуже рідко залишається стабільною, її зміни доводиться враховувати при аналізі коливань уловів.

Аналіз загальних уловів дозволяє прослідкувати як загальну тенденцію зміни біомаси стада, так і динаміку зразкового співвідношення дорослого стада і поповнення. На основі аналізу загальних уловів вдається виявити багаторічні коливання величини стада і ступінь впливу рибальства. Тільки добре налагоджена промислова статистика може бути використана для аналізу динаміки стада промислових риб.

Основним показником, що найширше використовується для оцінки стану стада і при складанні прогнозів коливань чисельності і біомаси промислових риб, є улов на риболовецьке зусилля. Під уловом на риболовецьке зусилля розуміється величина улову тим або іншим знаряддям лову або кораблем за одиницю часу. Характер вживаного показника улову на риболовецьке зусилля залежить від специфіки риби, що промишляється, і від вживаних знарядь рибальства.

Найменш надійним, сильно залежним від ряду обставин є улов на вивантаження, або улов на рейс судна. Зазвичай в науково-промислових дослідженнях використовуються улов на закидання невода (catch per shot) гаманця, улов на сітку/дрейф при лові дрейфтерними сітками, улов на ящик ярусної снасті за постановку (catch per scate) і тому подібне. Найпоширенішим показником улову на риболовецьке зусилля при аналізі динаміки стада донних риб є улов на годину тралення. Цей показник, краще всього відбиває зміни в стані чисельності стада досліджуваної риби. Для того, щоб улов на риболовецьке зусилля відбивав дійсні зміни, що відбуваються в чисельності і біомасі стада риби, необхідно, окрім достатньої кількості спостережень, що дозволяють одержувати статистично достовірні результати, враховувати ряд моментів, пов'язаних як із станом і поведінкою риби, так і із станом погоди і з технічними умовами лову. Природно, що оскільки, наприклад, уловистість трала, як і багатьох інших знарядь, змінюється відносно багатьох риб в різні часи доби, то і це доводиться враховувати при аналізі. Істотне значення мають технічні і конструктивні властивості знарядь лову (забарвлення дрейфтерних сіток, якість поведців у ярусів і тому подібне).

Дуже істотними критеріями для оцінки динаміки відносної

чисельності стада часто може служити зіставлення таких показників, як улов на риболовецьке зусилля, інтенсивність рибальства, величина загального вилову. На основі зіставлення цих показників вдається здобути уявлення про зміни чисельності і біомаси стада краще, ніж при аналізі цих показників ізольовано.

б) Облік на основі аналізу уловів і вікового складу стада.

Якщо допустити, що природна смертність залишається більш-менш стабільною з року в рік, то на основі аналізу вікового складу стада загальних уловів за низку років, дорівнюючих за кількістю тривалості життя риби з моменту вступу до промислового стада і до граничного віку, що досягається рибою, можна визначити абсолютну чисельність вилвлених риб даного покоління. Зіставляючи розраховані так само дані про чисельність окремих поколінь, можна скласти уявлення про динаміку чисельності стада за минулий період, оцінити зміни, що відбуваються в стані стада.

9.2 Принципи складання прогнозу динаміки стада риби

Якщо оцінка сировинної бази, таксація рибогосподарських угідь потрібні для організації виробництва, для планування об'єму капіталовкладень і поточних витрат, то для забезпечення правильної розстановки риболовецького флоту і знарядь лову, підготовки відповідних матеріалів, потрібних для здобичі і обробки риби, планування розподілу рибної продукції необхідний надійний прогноз змін, які відбудуться в сировинній базі, тобто так званий довгостроковий прогноз.

Прогноз – прогноз подальшого ходу будь-якого явища – повинен ґрунтуватися на пізнанні закономірностей, яким підкоряється розвиток явища, хід якого передбачається, тобто для складання прогнозу необхідна наявність теорії. І чим ближчі теоретичні уявлення до дійсності, тим надійнішим є прогноз.

У рибній промисловості успіх роботи в дуже великому ступені залежить від наявності надійного, гарантованого від помилок прогнозу змін сировинної бази. Завищення величини сировинної бази часто призводить до величезного зростання собівартості продукції, перевитрати робочої сили, заморожування засобів, недопостачання населення їжею. Дуже серйозні негативні наслідки пов'язані і із заниженням величини сировинних ресурсів. Це може створити недолік в потрібний момент робочої сили, необхідних матеріалів і продуктів, призвести до псування і втрати продукції, до недовикористання сировинних ресурсів.

Всі сучасні методи прогнозу можна об'єднати в наступні групи:

1) прогноз, заснований на аналізі статистики уловів, на уявленні про вирішальне значення вилову в динаміці стада і про постійну величину

поповнення, відповідну величину спаду стада;

2) прогноз, заснований на уявленні про наявність корелятивного зв'язку ходу гідрологічних явищ і динаміки чисельності стада;

3) прогноз, заснований на обліку потужності окремих поколінь, що входять в нерестове стадо, і на аналізі співвідношення поповнення і залишку.

Такий підрозділ методів прогнозів до певної міри умовний, але він, загалом, відбиває основні підходи до прогнозування змін чисельності і можливих уловів.

9.3 Прогноз чисельності стада і улову на основі аналізу статистики уловів

Принцип, покладений в основу цього методу, заснований на уявленні, що коливання уловів відповідають коливанням чисельності і біомаси стада і що, як це припускав Ф.І. Баранов (1918 р.), вилучення компенсується поповненням. У ряді випадків аналіз статистики загальних уловів поєднується з аналізом уловів на риболовецьке зусилля.

Поза сумнівом, що аналіз статистики уловів (загальних і на риболовецьке зусилля) є необхідним елементом при складанні всякого прогнозу динаміки стада промислової риби. Але як показує досвід, складання прогнозів тільки на основі статистики уловів призводить до дуже серйозних помилок і для практичних цілей не може бути рекомендований.

9.4 Прогноз на основі аналізу гідрологічних умов водойм

Періодичні коливання уловів, часто бувають тісно пов'язані із зміною тих або інших чинників абіотичного середовища: термікою, рівнем води у водоймі, величиною стоку річок та ін.

Встановлення зв'язку коливань врожайності поколінь з тими або іншими чинниками середовища дозволяє певною мірою орієнтуватися в можливих змінах чисельності стада промислової риби. Поза сумнівом, що гідрологічні дані повинні використовуватися при складанні довгострокового прогнозу коливань чисельності і біомаси стад риб.

Так званий фоновий прогноз, що складається за декількома гідрологічними показниками, дозволяє у багатьох випадках (коли добре встановлені корелятивні зв'язки з аналізованими елементами середовища) одержати достатньо задовільне орієнтування в процесах, що протікають у водоймі, і умовах життя промислових риб. Проте відхилення від прогнозу можуть бути досить значними. Природно, що для різних видів риб і в

різних водоймах гідрологічні елементи, що включаються у фоновий прогноз, будуть різними. Відносно тріски Балтики це може бути приток вод з Північного моря, відносно балтійської кільки *Sprattus sprattus balticus* (cnneider) – стік річок, відносно аральського ляща – стік річок і рівень Аральського моря.

Простота складання промислового прогнозу на основі гідрологічних даних може створити видимість непотрібності більш трудомістких біологічних досліджень, дозволяючи обмежитися тільки збором гідрометеорологічних даних і статистикою уловів. Тим часом для складання надійного промислового прогнозу необхідні відомості про стан стада, що обловлюється. Мова, природно, йде про прогноз чисельності і біомаси популяцій промислових риб. Що ж до прогнозів розподілу і переміщень, то ці прогнози часто можуть будуватися на основі аналізу гідрологічних умов, проте при обов'язковому обліку загальної чисельності і біологічного стану риб.

9.5 Прогноз, оснований на аналізі потужності окремих поколінь та співвідношенні поповнення і залишку

Прогноз стану чисельності, біомаси стада і величини можливого вилову риб, промислове стадо яких (нерестова популяція) складається цілком або майже цілком з поповнення, в основному повинен базуватися на знанні чисельності, доль підростаючого покоління і характеру його вступу до промислового стада. Звичайно, і відносно тих риб, у яких поповнення складає менше половини нерестової популяції, для складання точного прогнозу також необхідно знати долі не тільки поповнення, але і залишку, який складає значну частину стада, а, отже, і улову.

До цієї групи відноситься більшість прогнозів, що складаються в нашій країні. Методика прогнозування, що витікає з цього принципу, найдокладніше розроблена відносно вобли і ляща Каспію, судака Азовського моря і далекосхідних лососів. Схема подібного роду прогнозу представляється в наступному вигляді. На основі зіставлення уловів молоді на риболовецьке зусилля і величини даного покоління в промислових уловах встановлюється певна емпірична залежність. На основі цієї залежності, знаючи улов молоді на риболовецьке зусилля, шляхом простого перерахунку встановлюють майбутню чисельність покоління в улові. Оскільки у більшості риб вік досягнення статевої зрілості пов'язаний з досягненням певних розмірів, то шляхом контролю росту не статевозрілих риб і знаючи розміри, при яких риба стає статевозрілою, можна достатньо точно встановити, яка частина покоління, в якому віці ввійде до складу нерестової популяції.

Відносно видів риб, у яких нерестова популяція складається тільки з поповнення, складання прогнозу на цьому завершується. Для видів, нерестове стадо яких складається і з повторно нерестуючих риб, необхідний прогноз і величини залишку. Прогноз величини залишку ведеться на основі аналізу кількості риб з нерестовими відмітками в уловах і багаторічних даних про виживання окремих вікових груп.

Природно, що при побудові прогнозу різних видів риб використовують ті або інші додаткові показники, але принцип складання прогнозу залишається загалом незмінним. Прогнози улову багатьох видів, що складаються на основі викладеної вище схеми, на рік вперед виправдовуються досить добре.

9.6 Біологічні принципи складання прогнозу динаміки стада риб

Довгостроковий промисловий прогноз ставить своїм завданням давати рибній промисловості відомості про якісну і кількісну характеристику сировинної бази, як на найближчий рік, так і в перспективі.

Він повинен включати наступні елементи: 1) максимально допустиму величину вилову кожного виду риб; 2) розмірний і віковий склад нерестового стада; 3) статеву структуру нерестового стада; 4) якісну характеристику (масу, жирність, угодованість) риб кожної вікової групи.

Таким чином, в ідеалі рибна промисловість за всіма вказаними пунктами повинна мати на кожний рік інформацію, що дозволяє планувати свою роботу на найближчий рік і на майбутнє. На основі прогнозу рибна промисловість повинна мати можливість планувати не тільки загальну величину виходу продукції, але і її сортність.

Довгостроковий прогноз можна підрозділити на оперативний прогноз наступного року і, фундаментальний прогноз, який будується і для наступного року, і на перспективу.

Основні принципи оперативного прогнозу були сформульовані Г.В. Никольським в 1950 р. Цей прогноз дає лише можливу відносну величину вилову по відношенню до вилову попереднього, і застосовний у випадках, коли регуляторні механізми популяції «працюють» відповідно до змін умов життя. Для здійснення цього прогнозу, окрім статистичних даних (величина загальних уловів і уловів на зусилля), даних про віковий склад нерестового стада за найближчі минулі роки, необхідно знати віковий склад поповнення за декілька років, темп росту риб в поколіннях і кормову базу початку сезону нагулу. При цьому схема прогнозу можна представити в наступному вигляді. Можливий вилов може бути визначений рівним торішньому за наявності наступних умов:

1) якщо темп росту особин близький до середнього максимального, при якому забезпечується максимальна продуктивність популяції, і мінливість росту в межах кожної вікової групи незначна;

2) якщо вік статевої зрілості зазвичай не вищий за середній для даної популяції, значна частина особин дозріває в мінімальному віці статевої зрілості, властивому даній популяції, віковий ряд вперше дозріваючих риб не дуже розтягнутий;

3) якщо улови, як загальні, так і на риболовецьке зусилля, залишаються з року в рік відносно стабільними при постійній (що не зменшується) інтенсивності рибальства;

4) якщо кормова база, врахована до початку періоду нагулу, близька до такої за минулі роки.

Якщо ж:

1) темп росту високий і він не змінюється у зв'язку із змінами чисельності стада;

2) статева зрілість рання, і віковий ряд вперше дозріваючих особин короткий;

3) улови, як загальні, так і на риболовецьке зусилля, при стабільній інтенсивності рибальства або, яка підвищується падають;

4) кормова база висока – тобто улови повинні бути понижені, а в деяких випадках введена тимчасова заборона промислу.

Нарешті, якщо:

1) темп росту сповільнюється;

2) вік статевого дозрівання зрушується на більш старші віки, і віковий ряд вперше дозріваючих особин розтягується;

3) улови стабільні або зростають (як загальні, так і на риболовецьке зусилля);

4) кормова база до початку сезону нагулу близька до такої за попередні роки, а під час сезону нагулу інтенсивно виїдається – тобто можливо підвищення величини вилову в порівнянні з виловом за попередні роки. У останньому випадку особливо важливий контроль за станом кормової бази, інтенсивністю її виїдання і наявністю інших видів риб та інших організмів, споживаючих ті ж корми, що і даний вид.

У викладеному вигляді схема найбільш застосовна до донних і придонних риб з порівняно незначними коливаннями врожайності за роками. Відносно риб із значними коливаннями врожайності покоління необхідний облік потужності окремих поколінь і їх впливу на біологічні показники суміжних поколінь. Проте, ця схема прогнозу дозволяє з

практично достатньою точністю орієнтувати промисловість на можливу величину вилову і необхідні зміни інтенсивності рибальства

Рибна промисловість потребує надійніших, детальніших і завчасніших прогнозів. Цим завданням повинен відповідати фундаментальний прогноз. Прогноз повинен бути заснований на знанні кількісно-якісних взаємозв'язків між батьківським стадом і потомством, що визначаються в загальному вигляді розглянутою вище залежністю.

Інформація, яка повинна бути специфічною відносно кожного виду риб і повідомлятися стаціонарними наглядовими точками і судами, дає характеристику кількісного і якісного стану батьківського нерестового стада. Одержані дані обробляються по заздалегідь встановленій емпіричній системі графіків, що виражають відношення кількості батьків-кількість потомства з подальшою поправкою на якість батьків, їх плодючість і якість статевих продуктів та на перебування кормової бази личинок на ранніх стадіях розвитку. Для більшості видів вже на підставі цих даних можна давати промисловості перший орієнтовний прогноз. Цей прогноз складається в першу чергу на основі графіка, що відбиває залежність кількості потомства від плодючості нерестового стада.

У риб із значними коливаннями врожайності (оселедці, анчоуси, тріскові та ін.) перше коректування прогнозу, побудованого на основі відношення батьківське стадо-потомство, здійснюється по кількості кормового планктону в місцях відгодівлі личинок в певний час, коли личинки знаходяться на етапі змішаного живлення і безпосередньо наступних за ним етапах. Це коректування проводиться шляхом перевірки одержаних раніше даних на основі аналізу кривої співвідношення кормового планктону і чисельності покоління з включенням поправки на якість покоління по даним про розміри личинок, що виклюнулися, їх мінливість і величину сухої маси жовтка.

Для тріски, пікші та інших риб, личинки яких проходять пелагічну стадію, наступне коректування здійснюється шляхом «личинкових зйомок», що дають характеристику виживання на перших етапах онтогенезу, особливо на етапі переходу на зовнішнє живлення.

У риб з відносно незначними флуктуаціями (осетрові, лососі, ряд видів корошових) коректування повинно здійснюватися не по забезпеченості личинок їжею, а по величині ската молоді (осетрові, далекосхідні лососі) або по уловах молоді за годину тралення на місцях нагулу (осетрові, напівпрохідні корошові, деякі камбали та ін.). Відносно деяких видів риб, наприклад, тріски, буває доцільно включати в схему

прогнозу, як оцінку кормових умов молоді, так і дані кількісного обліку цьоголітків на етапах після періоду найбільшої смертності.

Відкоректовані таким чином величини повинні вже достатньо точно характеризувати величину даного річного класу. Подальша робота пов'язана з прогнозом ходу росту і статевого дозрівання поповнення. Тут важливим показником для прогнозу росту повинна бути біомаса кормової бази, врахована окремо для відповідних вікових груп. Природно, що роздільний облік кормової бази кожної вікової групи необхідний тоді, коли є значна вікова мінливість в живленні.

Знати ступінь збігу спектрів живлення риб, що належать до суміжних поколінь, дуже важливо для прогнозу росту і статевого дозрівання, оскільки суміжні покоління можуть взаємно впливати на ріст особин, що їх складають, через зміну забезпеченості їжею у разі живлення схожими об'єктами. На жаль, до останнього часу взаємний вплив суміжних поколінь на їх ріст був, як правило, недорахований. Це призводило нерідко до серйозних помилок в прогнозі терміну вступу поповнення в нерестове стадо. Прогноз зваженого в можливому вилові вікового складу поповнення – дуже важлива частина прогнозу, а відносно видів риб, що не мають залишку, і його завершуюча частина.

Прогноз ґрунтується на врахуванні закономірностей, яким підкоряються зміни вікового складу стада. Як показує досвід, подібні моделі з дискретним часом (один рік) добре програмуються і дозволяють використовувати для розрахунків електронні розрахункові пристрої. Проте при розрахунку величини і структури залишку, окрім темпу лінійного і вагового росту статевозрілих особин, необхідно брати до уваги зміну природної тривалості життя у зв'язку із зміною віку статевого дозрівання і закономірності процесу старіння. Крім того, в деяких випадках, наприклад для аркто-норвезької тріски, доводиться враховувати різницю в розподілі повторно нерестуючих риб різного розміру.

Це біологічні основи схеми складання довгострокового прогнозу.

Паралельно з розробкою біологічного прогнозу, заснованого на викладених вище теоретичних уявленнях, слід складати прогноз гідрологічних умов, тобто так званий фоновий прогноз.

Завдання фонового гідрологічного прогнозу полягає в тому, щоб:

- 1) дати характеристику умов життя популяцій на найближчі роки;
- 2) виявити ті чинники або градієнти чинників, які можуть викликати масову загибель риб, головним чином молоді, або різко змінювати умови життя популяції;

3) на основі зіставлення ходу гідрометеорологічних явищ і динаміки уловів допомогти виявити загальну тенденцію в динаміці чисельності і біомаси популяції.

Сучасна рибогосподарська біологічна наука вже задовільно володіє методикою складання оперативних прогнозів, і задача полягає в адаптації загальної схеми до специфіки динаміки популяцій окремих видів і забезпеченні збору необхідної кількості матеріалу належної якості. Що ж до фундаментальних прогнозів, то тут необхідна ще досить солідна дослідницька робота. Найбільш всього потребують розробки такі розділи, як форми зв'язків батьківського стада і потомства, питання вікової генетики, низка питань проблеми старіння та ін. Особлива увага повинна бути приділена механізації збору і обробки одержаних даних.

Техніка прогнозування у всіх ланках повинна бути розроблена так, щоб складання прогнозу не вимагало повсякденної участі науковців, а могло здійснюватися технічним персоналом.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні методи оцінки чисельності і біомаси стад риб, що обловлюються.
2. Які основні принципи складання прогнозу динаміки стада риб Ви знаєте? Назвіть основні групи прогнозних методів.
3. Поясніть сутність прогнозу на основі аналізу гідрологічних умов у водоймі.
4. В чому полягає сутність прогнозу, заснованого на аналізі потужності окремих поколінь та співвідношенні поповнення і залишку?
5. Охарактеризуйте основні елементи складання довгострокового прогнозу динаміки стада риб.
6. В чому принципова відмінність оперативних і фундаментальних прогнозів?
7. Обґрунтуйте необхідність фонових гідрологічних прогнозів для прогнозу динаміки чисельності і біомаси стад риб.

10 ПРИНЦИПИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ РИБ ТА ЕКОСИСТЕМ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ

10.1 Теорії продуктивності водойм

В даний час в розумінні продуктивності водойм існують дві основні концепції, що визначають підхід до господарювання.

Перша точка зору виходить з уявлення про обмеженість ресурсів біосфери, про неминуче безперервне зростання чисельності людства, а тим самим неминуче зниження рівня життя. Ця концепція розглядає «історичний процес не під кутом зору підпорядкування природних чинників виробничій дії людей, а під кутом зору пристосування людей до умов природного середовища; за наявності в краю потужних зоологічних багатств населення починає їх розкрадання, а після того переходить до використання більш трудомістких ботанічних і ґрунтових багатств». Людство повинно пристосовуватися до природних ресурсів, а не розвивати їх згідно до своїх потреб.

Друга концепція виходить з уявлення, що продуктивність біосфери, включаючи і продуктивність вод, може практично безмежно зростати в результаті застосування все більш прогресивних форм господарювання. Людство не повинно пристосовуватися до природних ресурсів, а виходячи із знання законів природи, воно повинно формувати природні ресурси згідно до своїх потреб.

Сучасна теорія продуктивності водойм, основи якої були сформульовані ще К.М. Бером в 1854 р., виходить з уявлення, що біологічна продуктивність – це результат взаємодії організмів, їх середовища і форми господарства. Оцінюється продуктивність по виходу господарсько-цінної біопродукції. Актуальна, або фактична, продуктивність – це та продуктивність, яка фактично виходить з даної водойми; потенційна продуктивність – це та, яка може бути одержана при даній формі господарювання.

Теорія біологічної продуктивності в своїй основі єдина для всіх водойм від океану до ставків. Біологічні процеси, що відбуваються в популяціях як морських, так і прісноводних організмів, в основному підкоряються одним і тим же біологічним закономірностям, і методи управління їх продуктивністю повинні бути багато в чому схожими. Звичайно, при розробці господарських заходів стосовно кожного біопродукту і до кожної водойми повинна враховуватися і своя специфіка. Задача біологічної рибогосподарської науки і полягає в першу чергу в розробці методів управління продуктивністю популяцій промислових організмів і екосистем водойм в цілому.

В даний час рибне господарство будується головним чином на управлінні продуктивністю окремих популяцій господарсько-цінних видів.

Рибне господарство розвивається в умовах комплексного використання водних ресурсів. Для того, щоб при цьому була забезпечена висока продуктивність водойм, необхідно, щоб інтереси рибного господарства та інших водокористувачів і водоспоживачів взаємно ув'язувалися. При цьому негативні форми дії на водойми повинні бути зведені до мінімуму і необхідно максимально ефективно використовувати позитивні форми впливу. Рибне господарство, органічно включаючись в загальний господарський комплекс, своїми заходами може сприяти прогресу та іншим пов'язаним з водоспоживанням галузям господарства.

Виснаження, що зустрічається в досить численних випадках природних ресурсів, є результатом не фатальної дії загального «закона убуваючої родючості», а неправильного господарювання. При правильному господарюванні та в умовах індустріалізації загальна продуктивність біосфери не тільки не повинна знижуватися, але у багатьох випадках може бути значно збільшена.

Сучасне рибне господарство носить в значній мірі екстенсивний характер. Із загальної здобичі риби та інших тварин і рослинних ресурсів водойм лише близько 1% виходить в результаті штучного розведення. Більше 60% риби, що здобувається в даний час, виловлюється промислом, який не регламентується. На жаль, і в даний час людина ще підходить до ресурсів водойм в значній мірі як мисливець, не думаючи про їх відтворення. При розвитку інших галузей господарства дуже слабо враховуються інтереси рибного господарства, що також негативно позначається на продуктивності водойм. При раціональному господарстві випадки перелова, підриву рибних запасів виявляються неможливими.

Обов'язковою умовою складання раціонального рибного господарства повинно бути пізнання об'єктивних законів, яким підкоряється динаміка стад промислових риб – сировинної бази рибного господарства.

10.2 Біологічні основи раціонального рибного господарства

Під раціональним рибним господарством, в тій його частині, яка пов'язана з експлуатацією і відтворенням сировинної бази, розуміється господарство, що забезпечує:

- 1) одержання з водойми в цілому або з експлуатованої популяції промислової риби максимальної рибної продукції найбільш високої якості;
- 2) одержання цієї продукції з мінімальною витратою сил і засобів;
- 3) відтворення стада промислових риб на високому рівні, що допускає регулярну інтенсивну експлуатацію його.

Оскільки продуктивність популяцій промислових організмів і водойм в цілому дуже сильно залежить від рівня господарства, то чим вищий загальний рівень господарства, і в першу чергу, чим розвиненіші наука і технічна культура, тим вищою досягається продуктивність господарсько-цінних організмів. Для правильного розвитку рибного господарства необхідний план. Воно не може розвиватися стихійно. В області експлуатації і відтворення сировинної бази цей план повинен передбачати:

- 1) на яких видах риб, і в якому їх співвідношенні потрібно базувати вилов в даній водоймі або районі;
- 2) коли, в яку пору року, і в якому віці потрібно виловлювати промислових риб;
- 3) яка кількість риби кожного виду допустима до вилову;
- 4) який комплекс меліоративних для рибовода робіт необхідний для відтворення стада промислових риб;
- 5) де, якими знаряддями і способами виловлювати промислових риб.

Раціональне рибне господарство, як і всяке інше, в своєму розвитку повинно спиратися на наукову базу, якою в даному випадку служить рибогосподарська наука. Розробляючи теоретичні основи і технічні проблеми рибного господарства, рибогосподарська наука потребує одержання від відповідних наук специфічних відомостей; це повністю відноситься і до біології, від якої рибогосподарська наука одержує комплекс відомостей, необхідних для розробки теорії і методики експлуатації і відтворення сировинної бази.

Цей обсяг відомостей і є тим, що розуміється під терміном «біологічні основи рибного господарства». У це поняття входять закономірності, на основі яких будуються раціональна експлуатація і відтворення сировинної бази. Це закономірності розмноження, індивідуального розвитку і росту промислових видів риб, поведінки, закономірності міжвидових і внутрішньовидових відносин, в першу чергу харчових і відносин хижак-жертва. Це закономірності, яким підкоряється смертність різних видів риб.

В обсяг біологічних основ рибного господарства входить і комплекс відомостей про закономірності, яким підкоряються поведінка, рецепція, орієнтація, міграції риб і в першу чергу, ті закономірності, яким підкоряється поведінка риб в зграї. Цей комплекс знань необхідний рибному господарству для розробки ефективних методів здобичі риби і її розширеного відтворення.

В обсяг біологічних основ рибного господарства входить коло питань головним чином морфо-фізіолого-біохімічного комплексу, необхідне для вдосконалення обробки, утилізації і зберігання рибної сировини, для одержання рибної продукції найбільш високої якості.

Кожна водойма і органічний світ, яка населяє її, мають свою специфіку, що підлягає обов'язковому обліку при побудові раціонального рибного господарства, але по відношенню до всіх водойм і всіх об'єктів рибного господарства необхідно враховувати і ряд загальних закономірностей, на розумінні і використанні яких також повинні базуватися принципи складання раціонального рибного господарства.

10.3 Раціональне використання кормових ресурсів водойм і шляхи підвищення їх кормності

Важливою умовою підвищення продуктивності водойм є максимально повне і ефективно використання промисловими рибами природних кормових ресурсів.

Для найбільш ефективного використання кормових ресурсів водойми і перетворення їх в корисну біопродукцію потрібно знати всю систему основних харчових зв'язків не тільки риб, але і безхребетних, тобто мати уявлення про харчові відносини в екосистемі водойми.

Величезна частина кормових ресурсів морських і прісноводних водойм не використовується промисловими організмами, а потрапляє в «трофічну безвихідь» і марно втрачається. Тому істотний спосіб підвищення продуктивності біосфери – це скорочення числа ланок в харчових ланцюгах – наближення господарсько-цінного біопродукту до продуцентів.

Необхідно проектувати і реалізовувати такі екосистеми у водоймах, які забезпечували б найбільшу утилізацію через фотосинтез, фотосинтетичноактивну радіацію – ФАР (більше 70% ФАР, що надходить на землю, падає на поверхню вод). У проектованій екосистемі повинна найповніше і найефективніше утилізуватися первинна продукція, до мінімуму зведена трофічна безвихідь. Все це повинно призводити до продукування екосистемою максимуму біопродукції високої якості і потрібного асортименту. Вилучення цієї біопродукції з водойми сприятиме і поліпшенню якості води (велика кількість органіки знижує якість води водойм).

Реалізація проекту найбільш продуктивної екосистеми в якості одного з важливих прийомів включає акліматизацію з метою якнайповнішого використання кормових ресурсів водойм.

Перебудова харчових зв'язків у водоймах таким чином, щоб всі кормові ресурси зрештою використовувалися для виробництва господарсько-цінних об'єктів – це перспективний метод підвищення продуктивності водойм, тобто, необхідно, щоб кормові ресурси водойм перетворилися б на кормову базу.

Природно, що при проектуванні формування продуктивності водойм, зокрема при конструюванні бажаних харчових зв'язків, необхідно в першу чергу звернути увагу на аналіз харчових відносин риб післяличинкового віку. Звичайно, потрібно враховувати і харчові відносини, які можуть скластися у риб і на перших етапах зовнішнього живлення. Основний метод вирішення цієї задачі – підбір таких видів, у яких є деякий розрив в часі проходження личинкового періоду, за умови, звичайно, що личинковий розвиток цих риб співпадає за часом з розвитком необхідних для них кормових організмів.

Акліматизація нового виду у водоймі може здійснюватися трьома шляхами:

1) у водойму вселяється такий вид, який використовуватиме кормові об'єкти, що раніше не використовувалися місцевою промисловою фауною. Приклади цьому – акліматизація рослиноїдних риб у водоймах Каракумського каналу, вселення до Каспію кефалі. В результаті цього заходу у водоймі створюється нова харчова ніша, розширюється кормова база;

2) у водойму вселяється новий цінний промисловий вид, який використовує ті ж корми, що і менш цінні представники місцевої фауни або представники, менш ефективно використовуючи корми. Прикладом такої акліматизації є вселення в багато водойм ляща і сазана або вселення форелі в багато водойм південної півкулі;

3) у водойму вселяється цінний хижий вид, який споживає малоцінних і непромислових представників місцевої фауни. Прикладом подібного роду акліматизації може служити вселення форелі Севану гегаркуні в оз. Іссик-куль, судака в озера помірних широт, акліматизація американського чорного окуня і змієголова у ряді замкнутих водойм.

Найнадійнішим, найбільш гарантованим від невдач методом акліматизації є створення нових харчових ніш у водоймі, вселення таких видів, які використовували б корми, що раніше не використовувалися промисловими рибами. В цьому випадку бажано знати потенційний спектр живлення об'єкту, що вселяється, щоб передбачати можливі зміни харчових відносин у водоймі.

Більш складним і вимагаючим більшої обережності є другий випадок, тобто вселення на заміщення. При цьому в першу чергу мова повинна йти про такі види, цінність яких є безумовно вищою за цінність представників місцевої фауни, навіть якщо в нових умовах ріст їх декілька уповільнюється і товарні якості погіршуються. В цьому відношенні на перше місце повинні бути поставлені осетрові і значна частина видів лососевих риб.

Проводячи акліматизацію на витіснення, потрібно мати на увазі, що в програму цієї роботи повинні бути включені не тільки акліматизація і

відтворення виду, що вселяється, але і придушення чисельності того виду місцевої фауни, на місце якого вселяється новий вид. При акліматизації на витіснення, коли замість менш цінного виду місцевої фауни вселяється більш цінний, необхідно враховувати екологічні властивості як видів, що вселяються, так і видів, що витісняються.

Не менш складний і третій випадок акліматизаційних робіт, коли у водойму вселяється хижий вид з розрахунком на те, що він споживатиме непромислових і смітних представників місцевої фауни. І в цьому випадку дуже важливо з'ясувати потенційний спектр живлення хижака, що вселяється. При виборі об'єкту акліматизації серед хижих риб в першу чергу потрібно орієнтуватися на ті цінні в товарному відношенні види, які пристосовані харчуватися дрібною здобиччю. Звичайно, у разі акліматизації таких високоцінних видів, як хижі осетрові та деякі інші риби, цього правила не слід дотримуватися.

Підвищувати продуктивність водойм можна і шляхом вселення кормових безхребетних, які ефективніше, ніж представники місцевої фауни, використовують рослинну їжу і детрит та являють цінність як корм риbam. Прикладом вдалої акліматизації подібного роду може служити вселення в багато водойм рослиноїдних і детритоїдних ракоподібних, в першу чергу мизид.

Істотне значення в підвищенні кормності водойм мають добрива. При комплексному веденні водного господарства особливої уваги заслуговує використання добрив промислових стоків і вод, відпрацьованих після поливу сільськогосподарських культур і знешкоджуваних від токсичних речовин.

10.4 Забезпечення відтворення стада

Зміна режиму річок і їх зарегулювання, забруднення водойм, включаючи ділянки морів, та багато інших форм діяльності людини часто призводять до порушення умов природного відтворення стад промислових риб.

Зважаючи на це у багатьох випадках доводиться переходити частково, а інколи і повністю на заміну природного відтворення штучним розведенням промислових риб.

Відносно риб з одноразовим нерестом протягом життя, тобто що належать до видів з нерестовою популяцією першого типу, відомі приклади успішного відтворення тільки шляхом штучного розведення на заводах рибоводів.

У разі порушення природного розмноження риб з повторним нерестом необхідно забезпечити збереження для повторного нересту виробників, у яких були взяті ікра і молочка. Молодь, що здобувається від

повторно нерестуючих риб, виявляється пристосованою до мінливіших умов розвитку і, володіючи великим запасом жовтка, пристосована до меншої забезпеченості їжею, ніж молодь, здобута від вперше нерестуючих батьків.

Якщо при штучному відтворенні неможливо зберегти виробників для повторного нересту, необхідно зберегти природний нерест, хоч би незначній частині стада, забезпечивши при цьому шляхом системи меліоративних заходів високий коефіцієнт промислового повернення від природного нересту. Це в першу чергу потрібно зробити відносно осетрових риб, для яких збереження повторно нерестуючої частини стада абсолютно необхідне.

Таким чином, в більшості випадків штучне розведення повинно поєднуватися із забезпеченням природного відтворення на природних або штучних нерестовищах. З урахуванням того, до якого типу нерестової популяції належить відтворне стадо, і повинно плануватися співвідношення величини поповнення, відтворного шляхом природного нересту і шляхом штучного відтворення.

Таким чином, для розширеного відтворення, особливо в умовах гідробудови, стад промислових риб, окрім видів з одноразовим нерестом протягом життя і видів, біотехніка розведення яких не пов'язана із загибеллю виробників, необхідно поєднання природного нересту з штучним відтворенням.

Задача рибництва – не тільки компенсувати втрату або погіршення умов природного відтворення, але і за непорушених умов розмноження підвищити коефіцієнт промислового повернення, компенсуючи інтенсивний вилов.

Метою біотехніки рибництва повинно бути забезпечення найбільшого виходу повноцінної продукції при мінімальній витраті сил і засобів.

При формуванні структури поповнення істотне значення має підбір відповідного батьківського стада. Від віку і умов нагулу батьків дуже сильно залежить як співвідношення статей в потомстві, так і запас жовтка в ікринці, та низка інших якісних показників організму, що розвивається. Тому при рибоводному процесі підбір виробників, що дозволяє забезпечити необхідну структуру поповнення, має першорядне значення.

Для забезпечення успішного ходу рибоводного процесу важливо правильно розуміти закономірності формування і регуляції плодючості у риб. Зміни плодючості часто взаємозв'язані із запасом жовтка в ікринці, тобто зміна плодючості батьківського стада, може визначити режим годування молоді на перших етапах зовнішнього живлення. Правильний підбір виробників повинен також забезпечити різноякісність поповнення, необхідне для існування популяції промислової риби в природних

водоймах.

Як при розробці біотехніки рибництва, так і при меліорації природних водойм важливо знати специфіку відносин організму, що розвивається, з середовищем на кожному етапі онтогенезу і характер переходу з одного етапу розвитку на іншій.

Знання екологічних і морфо-фізіологічних закономірностей розвитку об'єктів рибництва на кожному етапі онтогенезу необхідно як для відробітку правильної біотехніки і допустимих її змін на кожному етапі, так і для своєчасної її зміни. Істотне значення для робіт рибоводів має знання закономірностей росту риби. Рибовод повинний обов'язково знати зв'язок росту на перших етапах онтогенезу із ростом в подальші періоди життя, зв'язок росту і віку статевого дозрівання, щоб зуміти сформувати найбільш продуктивну структуру популяції промислової риби. Для успішного формування поповнення шляхом рибництва необхідно також знати закономірності природної смертності від абіотичних і від біотичних причин. Найважливіший важіль управління продуктивністю популяцій промислових організмів – це регламентація дії хижаків на стадо риби і збільшення таким шляхом виходу промислової продукції.

10.5 Раціональна експлуатація господарсько-цінних популяцій

Дуже важливий метод підвищення продуктивності популяцій промислових організмів – це їх раціональна експлуатація.

Задача полягає в тому, щоб розробити такі режими «роботи» популяції господарсько-цінних організмів, які дозволяли б при мінімумі споживаних популяцією ресурсів одержувати максимальну кількість господарсько-цінної продукції потрібного асортименту і якості. У загальному вигляді завдання полягає в тому, щоб при наявних у водоймі кормових ресурсах одержувати максимум рибної продукції найбільш високої якості.

Для цього необхідно в першу чергу, щоб промислові організми використовували максимум кормових ресурсів, причому найефективніше, тобто при мінімальному кормовому коефіцієнті, чим більшу кількість риби можна одержати у вигляді другої ланки трофічних ланцюгів, тобто рослиноїдних риб, тим зазвичай вища загальна продуктивність водойм. Проте добитися того, щоб вся рослинність, що з'їдається у водоймі, безпосередньо йшла на побудову тіла господарсько-цінних організмів, практично не вдається.

Проте при цьому потрібно враховувати, що якщо в континентальних водоймах за рахунок рослиноїдних риб можна одержати дуже високоцінну продукцію, то в океані особливо цінних видів риб-фітофагів небагато, а основну масу їх складають відносно дрібні види. У океані найбільш

цінними є твариноїдні бентофаги або хижаци.

Природно, що в північних широтах відносна роль рослинності, споживаної господарсько-цінними організмами, буде набагато меншою, ніж у водоймах низьких широт. При побудові раціонального рибного господарства на тій або іншій водоймі дуже важливо правильно спланувати видовий склад уловів. Це, звичайно, не тільки біологічна, але значною мірою і економічна проблема. Залежно від того, у вигляді якої ланки харчового ланцюга доцільно одержувати господарсько-цінну продукцію, необхідно буде планувати і склад уловів, а якщо виявиться доцільним базувати улови на хижій рибі, то планувати і такий режим експлуатації хижої риби, який забезпечував би одержання максимуму продукції. Якщо ж буде визнано доцільним, одержувати основну продукцію у вигляді мирних риб, то чисельність хижої риби повинна бути тим або іншим способом обмежена. Проте в більшості водойм та або інша частина кормових ресурсів, як першої, так і другої ланки трофічних ланцюгів не може бути використана ні памолоддю, ні дорослими промисловими рибами. Тому в багатьох водоймах певна частина вилову завжди повинна плануватися і у вигляді хижих риб. Планування видового складу уловів повинно ґрунтуватися на знаннях харчових відносин у водоймі ще і тому, що надмірна інтенсифікація промислу одного виду часто може призводити до збільшення чисельності інших, зазвичай менш цінних видів (що часто належать до інших фауністичних комплексів), популяції яких розвиваються за рахунок кормів, недовикористаних популяціями промислових видів, що інтенсивно обловлюються. Такі приклади відомі у відношенні і морських і прісноводних риб.

Таким чином, при плануванні інтенсифікації вилову того або іншого промислового виду одночасно потрібно збільшувати вилов і малоцінних видів, споживаючих ті ж корми, що і цінний промисловий вид, тобто необхідно планувати експлуатацію біологічних ресурсів екосистеми водойми як єдиного цілого.

Дуже важливо також, щоб промисел вилучав промислову рибу в основному вже після того, як популяція в даному сезоні використала всю кормову базу, тобто закінчила основний період нагулу.

При розрахунку величини вилову промислових видів риб у водоймі доводиться враховувати зміни кормової бази, що відбуваються в неї в різні роки. Якщо кормова база забезпечує тому або іншому виду в даному році більший приріст біомаси популяції, то величину його вилову можна збільшити. При цьому потрібно мати на увазі, що максимальна продуктивність популяції досягається не при максимальному або мінімальному індивідуальному темпі росту особин, а при середніх величинах темпу росту. Потрібно при цьому також мати на увазі, що «відповідь» популяції на зміну кормової бази у риб з коротким життєвим

циклом буде швидшою, ніж у риб з тривалим життєвим циклом і пізньою статевією зрілістю.

Нарешті, дуже важливий метод більш повного освоєння кормової бази водойми – це відповідний підбір вікової структури стада, при якій найповніше освоюються корми. У більшості видів риб, особливо в помірних і низьких широтах, та у риб, що досягли статевої зрілості, склад їжі і нагульні площі риб різного розміру і віку різні. Отже, інтенсивно обловлюючи старші вікові групи і скорочуючи їх чисельність, можна залишити недовикористаною частину кормових ресурсів, якими не живляться особини молодших вікових груп, а інколи залишаються без належного використання і кормові ресурси окремих районів, де годуються тільки старші вікові групи.

Таким чином, характер використання популяцією кормової бази є важливим критерієм для розрахунку режиму її експлуатації.

Істотними показниками, по яким повинен будуватися розрахунок режиму експлуатації стад промислових риб, служать як наростання маси тіла у особин різного віку, так і загальна величина біомаси окремих вікових груп, що є результуючою процесу вагового росту особин в даному поколінні. У більшості видів риб нерестових популяцій другого і третього типів максимальні вагові прирости доводяться на особини середнього віку, зазвичай повторно нерестуючих. У ляща, наприклад – це 6-7 років, у судака – 4-5 років і так далі.

Природно, що підвищення біомаси вилову популяції шляхом регулювання вікового складу уловів дає значний ефект лише відносно риб з щодо тривалим життям і малою смертністю в середніх віках. У риб з коротким життєвим циклом, у яких залишок в нерестовому стаді складає малий відсоток від поповнення перенесення вилову на більш старші віки, як правило, дає малий ефект. Найбільший улов у таких риб досягається при облові вперше нерестуючих риб, що досягли статевої зрілості. Роль залишку в улові може бути мінімальною.

Важливе значення для підвищення продуктивності популяції має правильна сезонна дислокація уловів. Для найбільш повного використання кормової бази рибу бажано виловлювати після закінчення сезону нагулу, коли вона максимально використала свою кормову базу. Природна смертність у промислових риб з відносно тривалим життєвим циклом за період від початку до кінця нагулу зазвичай невелика.

Звичайно, не у всіх риб і не у всіх географічних широтах спостерігається значна сезонна динаміка інтенсивності живлення, а отже, жирності і угодваності. Невеликою є сезонна динаміка інтенсивності живлення і жирності, наприклад, у щуки. Слабко виражена вона у низки тропічних риб; жирність і угодваність у багатьох з них також істотно не змінюється в різні сезони.

У помірних і частково високих широтах на відміну від екваторіальних і тропічних вод у популяції тварин і, особливо у риб, різко виражена сезонність концентрації енергетичних ресурсів. Як правило, максимальної біомаси популяція риб досягає до осені, коли закінчується сезон її нагулу. До цього ж часу в популяції концентрується і найбільша кількість жирів.

Досягнення максимальної продуктивності експлуатованих популяцій риб вимагає також правильної дислокації здобичі в просторі. Сучасна концентрація вилову багатьох риб (наприклад, вобли, сахалінського оселедця та ін.) на нерестовищах часто порушує хід природного відтворення. У багатьох випадках значний прилов мало пояснюється не тільки дрібним осередком в знаряддях лову, але і здобиччю в таких місцях і в такий час, коли в районах лову скупчується велика кількість молоді (наприклад, молодь пікші на Канінській банці). Правильна дислокація здобичі риби в просторі часто дозволяє забезпечити необхідний віковий склад уловів і без регулювання розмірів осередку. Це особливо важливо відносно тих видів риб, у яких регулювання розмірів особин в уловах за допомогою осередку буває мало ефективним (наприклад, оселедець).

Таким чином, продуктивність стад промислових риб може бути підвищена шляхом: 1) планування правильного вікового складу уловів; 2) правильного сезонного графіка лову; 3) правильній дислокації здобичі в просторі; 4) встановлення певної норми вилову.

Природно, що режим експлуатації популяцій різних видів матиме низку загальних рис, але разом з тим він характеризуватиметься і своєю специфікою. Вилов всіх видів риб, за дуже рідкісними виключеннями, повинен базуватися на тих особинах, що дозрівають або вже досягли статевої зрілості. Регулюванням розмірного і вікового складу особин в нерестовому стаді можна добитися найбільшого ефекту у риб з тривалим життєвим циклом, у яких повторно нерестуючі риби складають значний відсоток від всієї популяції. У низьких широтах, де життєвий цикл риб зазвичай коротший, регулювання вікового складу нерестового стада у багатьох промислових риб, як правило, не може дати значного збільшення улову. У тропіках і екваторіальній зоні основна увага відносно більшості важливих промислових видів повинна бути направлена на захист від вилову статевонезрілої частини стада. Це в першу чергу відноситься до більшості окунеподібних, кефалеподібних і камбал.

Розрахунок бажаного вікового складу уловів повинен базуватися на наступних показниках:

- 1) ваговому прирості (індивідуальному) риби різних віків;
- 2) зміні біомаси кожної вікової групи (включаючи аналіз природної смертності на різних віках);
- 3) спектрі живлення кожної вікової групи і характері використання

популяцією кормової бази в цілому;

4) «оплаті корму» різними віковими групами і при різних співвідношеннях концентрацій корму і риби, що годується;

5) якості статевих продуктів, що продукуються особинами різного віку;

б) темпі росту особин різних поколінь.

Загальний розрахунок необхідної структури популяції, що вилучається, варіює з року в рік в залежності від стану кормової бази і чисельності окремих поколінь в поповненні (останнє коректується через зміни темпу росту).

Науково обґрунтована, допустима норма вилову, повинна поєднуватися з певною регламентацією режиму експлуатації, а не протиставлятися їй. Нормування і дислокація вилову за районами і сезонами повинно входити в загальну систему заходів, що складають єдину систему раціональної експлуатації стад промислових риб.

Для розробки правильної сезонної і просторової дислокації здобичі необхідно спиратися на дані про: 1) сезонну динаміку біологічних показників у різних вікових груп в популяціях промислових риб (жирність, угодованість, приріст маси, хід дозрівання статевих продуктів та ін.); 2) дислокацію в просторі риб різного віку і біологічного стану та закономірностей їх переміщень; 3) закономірності, яким підкоряються утворення концентрацій промислових риб, місця і час їх утворення.

10.6 Біологічні основи складання правил рибальства

Регулювання рибальства виникло, і довгий час застосовувалося відносно рибних ресурсів внутрішніх водойм. Риболовецьке законодавство, що стосується відкритих морських вод, було з давніх часів направлене на захист інтересів рибаків даної країни по відношенню до рибаків інших країн. Проте вже в кінці позаминулого сторіччя у ряді районів морського рибальства почало гостро відчуватися зниження уловів, викликане надмірною інтенсифікацією рибальства, а відносно деяких видів почали виявлятися ознаки перелова. Все це змусило держави, в економіці яких рибальство відіграло істотну роль, ставити питання про необхідність міжнародної регламентації здобичі деяких промислових риб. Заслуга в постановці питання про необхідність міжнародної регламентації морського рибальства належить створеній в 1902 р. Міжнародній раді з вивчення моря – найдавнішій міжнародній рибогосподарській організації, що дуже багато зробила для розробки біологічних основ рибного господарства і теоретичних питань іхтіології. В даний час існують міжнародні угоди – «Міжнародні правила рибальства», направлені на збереження і відтворення тих об'єктів світового рибальства, які

експлуатуються рибачами різних держав («Збірка міжнародних угод про рибальство», 1961).

За відношенням до принципів регулювання рибальства в міжнародних водах існують дві концепції. Представники першої концепції вважають, що живі ресурси окремих природних районів Світового океану повинні експлуатуватися окремими країнами, які, нібито, безмежно можуть розширювати свої риболовецькі зони, забороняючи промисел інших країн. Так, наприклад, Аргентина і Перу встановили 200-мильні риболовецькі зони. При цьому в якості біологічної основи для подібних односторонніх дій робиться посилення на уявлення про екосистему як відособлену систему, експлуатація якої, щоб не підірвати її відтвірну здатність, повинна здійснюватися одним господарем. Ця концепція може бути охарактеризована як концепція розділення сфер впливу.

Друга концепція виходить з уявлення про необхідність міжнародної кооперації в експлуатації і відтворенні живих ресурсів океану. У своїй правовій основі вона спирається на Міжнародну конвенцію 1958 р. про відкрите море, виходить з уявлення про свободу рибальства в міжнародних водах. За цією концепцією раціональне господарювання в міжнародних водах повинно базуватися на відповідних угодах між країнами, що експлуатують живі ресурси того або іншого району океану. Ці ж країни повинні за допомогою системи заходів забезпечити і розширене відтворення ресурсів, що є об'єктом господарства. Ці країни повинні вивчати ресурси і виробляти науково обґрунтовані рекомендації по господарюванню. Природно, що ті країни, які вносять великий внесок до відтворення експлуатованих ресурсів, мають і право на здобич більшої частини. Ця концепція не відкидає уявлення про екосистему, але розглядає екосистему як відкриту систему, що знаходиться у взаємодії з іншими екосистемами.

У нашій країні і за кордоном до недавнього часу існували дві точки зору на методику регулювання рибальства.

За однією точкою зору регулювання рибальства повинно здійснюватися тільки шляхом встановлення норми (контингенту) вилову. Вся решта заходів нібито тільки зв'язує ініціативу рибаків і заважає правильній організації рибальства.

За іншою точкою зору, правила рибальства – це той важіль, який одночасно зі встановленням щорічної норми вилову дозволяє рибній промисловості забезпечувати високу продуктивність популяції промислових риб і рибогосподарських угідь в цілому. Згідно з цією точкою зору правила рибальства не протиставляються нормуванню вилову, а складають разом з нормуванням здобичі єдину систему заходів управління продуктивністю експлуатованих популяцій риб.

Проте прихильники регулювання рибальства шляхом тільки

встановлення контингенту вилову вимушені були погодитися з необхідністю регламентації розмірів виловлюваних риб, районів і часу вилову. Тому можна визнати, що в даний час учені дотримуються єдиної точки зору, розробленої іхтіологами, що поєднує встановлення норми вилову, регламентацією місць, часу і розмірів виловлюваних риб.

Всі заходи регулювання, направлені на раціоналізацію рибальства, можна об'єднати в наступні групи: 1) встановлення місць, заборонених для лову риби (closed area); 2) встановлення часу, забороненого для здобичі риби (closed seasons); 3) встановлення розмірів, що дозволяються для здобичі (legal size) і мінімальних розмірів осередку знярядь лову (minimum mesh size), а також розмірів інших знярядь лову, наприклад риболовецьких гачків. У ряді правил рибальства встановлені мінімальні відстані між зняряддями лову, що виставляються, і регламентуються деякі способи застосування дозволених знярядь.

Природно, що планування і регламентація рибальства може досягти мети в тому випадку, якщо ці заходи основані на знанні екології риби. Для підвищення продуктивності популяцій, що обловлюються, слід виключати з районів рибальства ті місця, де тримаються молодь і статевонезріла риба, місця розмноження, особливо в тих випадках, коли при лові на нерестовищах знищуються відкладена ікра і молодь.

В даний час заборона рибальства в тій або іншій водоймі або ділянці водойми зазвичай встановлюється на певний термін, пов'язаний з тією або іншою ланкою життєвого циклу риби.

Встановлення заборонених для рибальства сезонів і районів специфічно для кожного виду риби і району рибальства та може змінюватися з року в рік у зв'язку з умовами погоди.

Дуже важливою мірою відтворення стада промислової риби служить пропуск до місць розмноження необхідної кількості виробників потрібної якості з дотриманням належного співвідношення статей. Правильне встановлення заборони має особливе значення відносно прохідних і напівпрохідних риб. Правильно розрахована «ступінчаста заборона» лову цих риб під час ходу повинна забезпечити достатньо повне освоєння нерестових площ повноцінними виробникам, а також необхідний віковий, розмірний і статевий склад останніх, розрахунок заборони лову під час нерестового ходу повинен базуватися на званні структури ходових косяків і розмірно-статевої структури нерестової популяції. Величезне значення має правильне встановлення термінів дії цієї заборони. Терміни заборони лову під час ходу повинні бути адаптовані до кожного основного промислового виду, забезпечуючи пропуск необхідної частини стада на нерестовища і можливість вилову встановленої частини стада. Природно, що загальна тривалість і «структура» заборони повинні знайти віддзеркалення в правилах рибальства, але в кожному конкретному році

календарні терміни його дії повинні ув'язуватися з умовами погоди і чисельністю нерестового стада.

Заборона лову на місцях розмноження покликана забезпечити успішний нерест і розвиток молоді до тієї стадії, поки вона покине нерестовища. Регламентація лову на нерестовищах вимагає знання, як термінів нересту, так і характеру дислокації виробників на нерестовищах. Не можна забороняти лов на місцях, де нерестують переважно вперше нерестуючі риби, і дозволяти облов на місцях нересту повторно нерестуючих виробників, і навпаки. Будь-яка заборона повинна переслідувати мету збереження такої структури нерестової популяції, яка забезпечувала б відтворення необхідної кількості потомства, потрібного якісного складу.

Для деяких видів риб важливо встановити заборонені місця лову в місцях нагулу молоді і статевонезрілих особин. Подібного роду обмежувальні заходи особливо необхідні відносно таких донних риб, як камбали, чисельність стада яких дуже сильно залежить від концентрації молоді часто на порівняно незначних кормових площах. Обмеження лову на місцях концентрації молоді має важливе значення також відносно тих видів риб (в першу чергу оселедці), які, проходячи навіть через великий осередок знарядь лову, гинуть.

Деякими правилами рибальства забороняється лов на місцях зимівлі. Під час зимівлі багато морських (океанічний оселедець, багато камбали) і прохідних і напівпрохідних (осетрові, коропові) прісноводних риб утворюють щільні скупчення, що легко піддаються облову. Молодь багатьох риб утворює зимувальні скупчення окремо від дорослих. Природно, що лов в місцях скупчення зимуючої молоді повинен бути заборонений. Якщо відома величина зимувального скупчення, то вилов частини зимуючих особин, особливо на початку зимівлі, коли риби бувають найбільш цінними в товарному відношенні, сам по собі не викликає заперечень: при розумному нормуванні він не може негативно позначитися на продуктивності популяції. Проте, як відомо, для успішної зимівлі риба повинна накопичити достатню кількість резервних речовин, які забезпечують у неї процес обміну речовин в період зимівлі. Якщо риба знаходиться в пасивному стані, інтенсивність обміну речовин у неї низька; якщо ж її турбувати, то інтенсивність обміну і витрата енергетичних резервів у неї збільшуються і зимівля, а також подальший нерест проходять менш успішно.

Тому якщо промисел необхідно вести під час зимівлі, то його потрібно здійснювати в стислі терміни, переважно на початку зимівлі. Найдоцільніше же концентрувати промисел більшості видів (сазан, лососі, осетрові, оселедці) в період зимувальної міграції, не порушуючи нормальний хід їх зимівлі.

Дислокація рибальства повинна визначатися не тільки і, мабуть, не стільки забороненими районами, вона повинна плануватися на основі знання розподілу риб різного віку і їх біологічного стану та забезпечувати певний якісний і кількісний склад улову. Важливою мірою управління продуктивністю популяції, що обловлюється, шляхом вилову риб певного розміру служить мінімальна «промислова міра», тобто встановлення мінімальних розмірів риби, що дозволяється до вилову. До недавнього часу вважалося, що для більшості промислових риб промислова міра повинна встановлюватися такою, щоб охороняти від вилову риб, що не досягли віку статевої зрілості. Проте у видів риб, більшість особин яких нерестує кілька разів в житті, для забезпечення найбільш високої продуктивності популяції необхідно, щоб основу уловів складали не вперше нерестуючі, а повторно нерестуючі особини.

Промислова міра на рибу повинна забезпечити такий склад частини стада, що вилучається, який з року в рік давав би високу стійку продукцію. В той же час слід забезпечити збереження такого складу нерестового стада, яке давало б необхідне поповнення.

Для визначення раціонального вікового складу уловів, а тим самим промислової міри потрібно знати темп вагового росту риб, максимальну тривалість їх життя, величину природної смертності за кожний рік після досягнення статевої зрілості. Як відомо, у багатьох повторно нерестуючих риб в популяціях, що не обловлюються, максимальна біомаса окремих вікових груп доводиться не на вік першого нересту, а на старіші вікові групи. У ряду видів риб природна смертність статевозрілих риб середнього віку виявляється незначною і природний спад не призводить до зниження загальної біомаси подальших вікових груп, а навпаки, загальна біомаса наростає. Проте, при встановленні промислової міри і пов'язаних з цим мінімальних розмірів осередку в знаряддях лову необхідно враховувати різницю у віці і розмірах риб різної статі. Інакше шляхом такого «регулювання» рибальства легко порушити необхідну розмірно-статеву структуру популяції, а тим самим порушити і відтворення стада. Складність встановлення промислової міри виникає і у разі існування у водоймі декількох відособлених угруповань, що розрізняються за темпами росту і віковим складом нерестової популяції, що належать до одного виду. В цьому випадку єдина промислова міра може привести до збереження у водоймі тугорослих риб, наприклад очеретяних форм ляща, сазана, вобли. Теоретично якщо у водоймі існують такі угруповання, то для кожних з них повинні бути встановлені своя промислова міра і своя норма вилову. Звичайно, це не завжди вдається здійснити, але у багатьох випадках, коли ці угруповання виявляються просторово роз'єднаними, можливий їх диференційований облов і, отже, встановлення диференційованої промислової міри. Це ж можливо і у разі різночасного

підходу окремих угруповань в місця де ведеться промисел.

Регламентация розмірів виловлюваних риб вимагає постійного контролю, що часто пов'язано з витратою значної праці і часу.

Сучасні правила рибальства повинні бути не стільки зведенням санкцій за неправильні форми експлуатації сировинної бази, скільки керівництвом до найбільш раціонального використання стад промислових риб.

Сучасні досить численні міжнародні риболовецькі угоди («Збірка міжнародних угод про рибальство» Van Cleve a. Johnson, 1963 р. та ін.) оснований в значній мірі на тих же принципах, що і правила рибальства у внутрішніх водах. Ці угоди передбачають встановлення певних осередків в знаряддях лову способів лову, величини знарядь рибальства та ін. Часто встановлюється загальна норма (квота) вилову для кожної країни, що бере участь в угоді (наприклад, конвенція між Канадою і США про палтуса, Російсько-японська конвенція про лососів Тихого океану та ін.). В деяких випадках встановлюються заборонені терміни і райони рибальства і так далі.

Задачею найближчого майбутнього є створення системи міжнародного регулювання рибальства, яка забезпечувала б високу продуктивність вод, і враховувала інтереси, як прибережних країн, так і країн, ведучих експедиційний лов далеко від своїх берегів.

10.7 План раціональної експлуатації сировинної бази рибної промисловості

План експлуатації рибних ресурсів повинен включати як необхідну складову частину і план відтворення. Раціональне рибне господарство припускає прямий кількісний зв'язок між об'ємом робіт по відтворенню і величиною улову.

Планування раціональної експлуатації рибних ресурсів значною мірою зумовлює необхідність планування кількості, розміщення і характеру риболовецького флоту та знарядь рибальства, характеру обробки риби, потребу в ємкостях для зберігання і транспорту для перевезення та багато чого іншого.

Звичайно, все це повинно бути розглянуто через призму економіки і в різних країнах може вирішуватися по-різному. Проте початковим при плануванні завжди повинні бути стан сировинної бази і необхідність забезпечення її гарантованого розширеного відтворення.

Основи планування сировинної бази добре висвітлені Мейснером (1932 р.), який вважав, що для складання плану необхідно встановити:

1) на яких видах риб слід базувати господарство, які з них найбільш вигідні за сумою своїх біологічних, економічних і технічних властивостей;

- 2) коли потрібно виловлювати рибу, в яку пору року, і в якому віці;
- 3) де, в якій частині водойми повинен бути організований лов з погляду біологічної, економічної і технічної доцільності;
- 4) яка кількість риби допустима до вилову за умови збереження найвищої відтворюючої потужності її у водоймі;
- 5) якими способами і знаряддями лову слід за біологічними, економічними і технічними міркуваннями ловити рибу.

Всі ці положення повністю зберігають силу і в даний час.

Для організації правильної експлуатації і відтворення сировинної бази необхідно в кожному басейновому управлінні рибної промисловості мати службу сировинної бази, у функції якої повинні входити: 1) складання довгострокових і короткострокових прогнозів стану розподілу сировинної бази; 2) планування вилову; 3) планування і реалізація заходів щодо відтворення.

Планування вилову включає в першу чергу встановлення норми вилову (контингенту) окремо по видах промислових риб. Цим самим забезпечується необхідне вилучення і тих видів, які є малоцінними і можуть недоловлюватися, і цінних промислових видів, відносно яких при рибальстві, що не регламентується, можливий перелов.

Коли розрахована загальна норма вилову, повинен бути спланований розмірний склад уловів видів риб з відносно довгим життєвим циклом (багато тріскових, камбалових, коропових, окунеподібних, сигів, осетрових та ін.). Лов риб з коротким життєвим циклом повинен базуватися на облові нерестової популяції головним чином в час або перед початком нерестової міграції, причому розмірна і вікова структура уловів повинна відповідати структурі нерестової популяції.

На основі знання закономірностей розподілу і концентрацій риб різного біологічного стану і динаміки цього стану планують географічне і сезонне розміщення вилову. Природно, що сезонний графік вилову і його просторова дислокація, так само як розмірно-вікова структура уловів, спроектовані біологами, підлягають розгляду з економічної і технічної точок зору, але дані, основані на аналізі закономірностей динаміки сировинної бази, повинні служити основою, на якій планується господарство. Створюючи цю основу, необхідно спиратися на прогресивну теорію динаміки стада риб і теорію продуктивності водойм.

10.8 Охорона середовища промислових риб

Для життя і відтворення популяцій необхідна наявність абіотичного і біотичного середовища, специфічного для кожного виду, у взаємодії з яким вид існує. З розвитком виробництва в режимі водойм відбуваються великі зміни, які впливають як негативно, так і позитивно на промислові

організми.

Для забезпечення розвитку рибного господарства в умовах багатобічного використання водних ресурсів необхідно прийняти систему заходів, що забезпечують збереження середовища промислових видів або у разі порушення природних зв'язків, що склалися, при проходженні тієї або іншої ланки життєвого циклу компенсувати порушені зв'язки відповідними меліоративними для рибовода заходами.

Для забезпечення комплексного використання водних ресурсів діяльність всіх водокористувачів і водоспоживачів так регламентується спеціальними законодавчими актами, щоб вони не наносили збитку суміжникам, а збиток повинен бути компенсований відповідними заходами.

Істотно впливає на режим водойми гідробудови. Дамби утрудняють доступ до місць розмноження прохідним і напівпрохідним риbam, часто змінюється режим нерестовищ, що порушує умови відтворення. Порушення природного відтворення прохідних і напівпрохідних риб повинно бути компенсоване шляхом пропуску виробників у верхні б'єфи дамб і забезпечення у разі повторних нерестуючих риб їх ската назад, так само як і ската до місць нагулу молоді, що вийшла з ікри. В деяких випадках необхідно створити в нижніх б'єфах дамб штучні нерестовища. Значну роль при зарегулюванні стоку повинно відігравати розведення молоді промислових риб на рибоводних заводах і в рибоводних господарствах. При вилученні великої кількості води для зрошування або для технічних цілей необхідний захист молоді від попадання у водозабірні споруди. У створюваних водосховищах необхідно забезпечити розширене відтворення промислових видів шляхом меліорації природних нерестовищ, створення штучних нерестовищ, забезпечення необхідного режиму рівнів, особливо під час розмноження і розвитку ікри фітофільних риб, розведення молоді промислових видів на рибоводних заводах.

Для забезпечення певного режиму стоку, окрім узгодження режиму роботи гідровузлів з інтересами рибного господарства, необхідно збереження певної лісистості на водозборі і потрібної організації водозбірної площі басейнів річок.

В результаті діяльності людини істотно змінюється і якісний склад вод. З розвитком сільського господарства з ґрунту у водойми почало вимиватися значно більше органічних речовин, що сприяло багатшому розвитку фітопланктону і макрофітів. У останні десятиліття до них додалися мінеральні і органічні добрива, що вимиваються з ґрунту. Підвищення кількості добрив, що вносяться до води і ґрунтів у ряді випадків створює найсприятливіші умови для розвитку менш оксифільних продуцентів, в першу чергу синьо-зелених водоростей, розвиток яких часто негативно позначається на продуктивності водойм. Періодично

синьо-зелені водорості можуть бути і токсичними.

В той же час синьо-зелені водорості можуть стати джерелом підвищення рибопродуктивності водойм, якщо будуть використані в їжу рибами (товстолобики, деякі Cichlidae та ін.), а, живлячись ними риби, сприятимуть поліпшенню якості води.

Негативно впливають на режим водойм і на умови життя в них гідробіонтів токсичні речовини промислових стоків, що скидаються у водойми. Дуже багато речовин, що містяться в промислових стоках, виявляються токсичними безпосередньо для промислових риб, а також для кормових для риб безхребетних, причому форми токсичності можуть бути дуже різними. Може відбутися обпик зябер і порушення у зв'язку з цим дихання – так діють кислоти, луги, солі деяких металів. Це може бути і порушення травлення, тобто дія токсиканта через кишковий тракт – так діють деякі кислоти, колоїди та інші сполуки. Є токсиканти, в першу чергу феноли, які порушують роботу нервової системи. Є і багато інших форм дії токсикантів на риб. Деякі з них мають канцерогенні властивості. Сильно токсично впливають на риб пестициди, що потрапляють у воду, особливо хлорорганічні і фосфорорганічні сполуки. Нарешті, патогенно впливають на риб радіонуклеотиди, які, як і багато хлорорганічних сполук, накопичуються в тілі риб (радіонуклеотиди головним чином в кістках, а пестициди – в жировій тканині) і роблять риб непридатними до споживання.

Особливо потрібно відзначити патогенний вплив на риб, зокрема на їх репродуктивну систему, тривалої дії малих доз токсикантів. Останнє особливо важливо враховувати при визначенні гранично допустимих концентрацій (ГДК) токсиканта у водоймі. Дуже великим може бути і непрямий вплив речовин, що забруднюють воду. Самі по собі вони можуть і не бути токсичними для гідробіонтів, але, потрапляючи у водойми, вони так змінюють його режим, наприклад знекиснюють воду, що водойма перестає годитися для життя риб.

Все сказане відноситься як до континентальних водойм, так і до морів.

В даний час забруднення океану йде такими швидкими темпами (особливо нафтою і пестицидами), що ряд його районів, якщо не будуть прийняті необхідні заходи, може втратити рибогосподарське значення. В першу чергу необхідна охорона розташованих в прибережній зоні нерестовищ промислових риб, наприклад оселедців.

Природно, що побудова раціонального інтенсивного рибного господарства буде можливою лише в тому випадку, якщо буде забезпечено певну якість води водойм. І вітчизняні, і зарубіжні дослідження показують, що в більшості випадків цього можна досягти. Вирішувати це слід різними способами: шляхом переходу на замкнуте водопостачання, на суху

технологію виробництва, що вимагає мінімуму витрати вод або на високоякісне очищення промислових стоків. Що стосується пестицидів, що надходять у водойми, особливо «довгоживучих», то, безумовно, їх застосування повинно бути заборонене або зведене до мінімуму. У багатьох випадках необхідний пошук біологічних методів боротьби з бур'янами і шкідниками. Досвід використання для боротьби із заростанням іригаційних систем рослиноїдних риб показує, що у багатьох випадках застосування біометоду цілком можливо. При цьому часто вдається одержати і додаткову біопродукцію.

Людина вносить істотні зміни і в термічний режим водойм шляхом скидання підігрітих вод електростанцій. У багатьох випадках на водоймах-охолоджувачах можлива побудова інтенсивних товарних господарств. Складніше справа йде у випадках, коли теплі води скидаються в природні водойми. Це може привести інколи до небажаного зрушення статевих циклів, а тим самим до порушення відтворення стад промислових риб. Тому при проектуванні скидання теплих вод в природні водойми небажані форми впливу їх на риб повинні враховуватися і запобігатися.

При правильному господарюванні і подальшому розвитку комплексного використання вод цілком можливо забезпечити високу і при вдосконаленні форми господарства все наростаючу продуктивність водойм.

Питання для самоперевірки

1. Які теорії продуктивності водойм Ви знаєте?
2. Поясніть сутність біологічних основ раціонального рибного господарства.
3. Назвіть основні шляхи підвищення кормності водойм і принципи раціональної експлуатації рибного господарства.
4. Яким чином забезпечується відтворення стада?
5. Які умови необхідно створити для раціональної експлуатації господарсько-цінних популяцій?
6. Які дві концепції за відношенням до принципів регулювання рибальства Ви знаєте?
7. Назвіть основні положення, необхідні для складання плану раціональної експлуатації сировинної бази рибної промисловості.
8. Яка система заходів необхідна для охорони середовища промислових риб?

11 ВІДТВОРЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ ГІДРОСФЕРИ

Основні об'єкт прісноводної аквакультури.

Сазан (Короп) *Cyprinus carpio* Linne – основний об'єкт прісноводної аквакультури. Усі сучасні породи коропа беруть свій початок від дикої форми – сазана. Цей вид розповсюдженій у прісноводних водоймах басейнів Чорного, Азовського, Середземного, Аральського морів, в оз. Іссик-Куль. Населяє він також басейни рік Тихого океану від Амуру на півночі і до Бірми на півдні. У межах цього ареалу сазан утворює чотири підвиди: європейський (ріки Європи і басейну Каспійського моря), Аральським (басейн Аральське моря), амурсько-китайський (басейн Амуру і водойми Китаю і Монголії) і в'єтнамський (водойми Індокитаю). Ареал поширення сазана розірваний. Цей вид не зустрічається у водоймах Сибіру.

З древніх часів сазан користався високою популярністю як об'єкт промислу і рибництва, а також як бажаний гастрономічний делікатес. У Японії сазана називали батьком усіх риб, а в Персії – кращим з людей, прекраснішим з воїнів. Відомий випадок, коли Пруський імператор Фрідріх подарував високим титулом одного з своїх сановників, що нагодував його чудовою юшкою із сазана, що вирощували в його ставках.

За багаторічну історію рибництва людина розселила сазана і його культурну форму – коропа майже по всій земній кулі. Одним з головних факторів підвищення ефективності товарного рибництва є перехід на вирощування високопродуктивних порід та кросів (помісей). У результаті багаторічних селекційних робіт виведений ряд порід коропа, що відрізняються від свого дикого родича багатьма позитивними якостями:

В Україні найбільш поширені наступні породи: український лускатий, дзеркальний, дзеркальний лінійний, голий, український рамчастий та ін. Найбільш продуктивний український рамчастий коропа, що відрізняється швидким ростом, порівняно низькими кормовими коефіцієнтами і відмінними гастрономічними якостями м'яса.

У рибницькій практиці для пасовищного вирощування в озерах і водоймищах широко використовуються гібриди коропа і сазана, що дають життєстійке потомство і відрізняються від батьківських форм більш високим темпом росту і високою стійкістю до захворювань.

Короп риба теплолюбна, тому ареал поширення його обмежується теплим і помірним кліматом. У південних областях самки дозрівають на третьому, четвертому році життя, самці – на другому, третьому році. У північних і західних областях України дозрівання відбувається на рік пізніше. У більш південних районах коропа може досягати статевої зрілості

в більш ранні строки. Нерест у коропа порційний, проходить у травні при температурі 18-20°C. Відноситься до фітофільних видів, відкладає клейку ікру на стебла і листи підводних рослин. Діаметр оволююваних ікринок 1,5 мм. При температурі 18-22°C ембріогенез продовжується 3-4 доби. Довжина личинок, що вилупилися – 18 мм. Після переходу на зовнішнє харчування вони їдять дрібний зоопланктон (циклопа і дафнію). По мірі зростання молодь починає споживати бентосні організми, у першу чергу личинок хірономід. В харчуванні дорослих риби крім бентосу значне місце може займати детрит і м'яка водяна рослинність. При товарному вирощуванні широко застосовуються штучні корма на основі білка рослинного походження. У природних водоймах півдня України короп досягає маси 10-15 кг, рідше зустрічаються риби вагою 20 -25 кг. У літературі є вказівки про те, що окремі екземпляри коропа можуть досягати довжини 1 м і ваги 30-45 кг.

Біотехніка штучного відтворення. Короп займає особливе місце серед риби – об'єктів прісноводної аквакультури. Його іноді називають «водяна свиня», чим хочуть відзначити корисність і вигідність розведення і вирощування цього виду. Із сільськогосподарських тварин по продуктивності і швидкості росту з ним може зрівнятися тільки свиня.

Існує два основних способи одержання потомства коропа в контрольованих умовах: **Екстенсивний** – природний нерест плідників у спеціально підготовлених нерестових ставках і **інтенсивний або заводський** спосіб, що являє собою одержання потомства за допомогою гормональних ін'єкцій в спеціальних інкубаційних цехах від плідників з штучно створених стад, що утримуються і формуються в контрольованих умовах.

Природний нерест коропа. Перед посадкою плідників у нерестові ставки в них проводять комплекс агроеліоративних робіт (викіс водяної рослинності, дискування ложа ставів, засів м'якої лугової рослинності та ін.). Заповнюють нерестові ставки через фільтр, що запобігає влученню в них смітної риби, ікри, жаб, пуголовків та інших тварин здатних нанести втрату ікри і майбутньому потомству коропа. Наповнення нерестових ставків відбувається, коли температура води сягає 18-20°C. Плідників у ставки рекомендується висаджувати ввечері. Не бажано заповнювати нерестові ставки заздалегідь, тому що це приводить до загнивання рослинності, а також створює сприятливі умови для розвитку ворогів ікри і личинок коропа.

Велике значення має підбір плідників у гнізда. Гніздо складається з однієї самки і двох самців. Відбирають тільки риби добре підготовлених до нересту. Використовують кілька способів нересту коропа:

–Парне розмноження, можливо для коропа і сазана, застосовується в племінних господарствах. В цьому випадку використовують пари плідників (самка і самець).

–Гніздове розмноження, основний спосіб, застосовується для багатьох коропових риб. Самка і два самці.

–Групове розмноження, поширено при розведенні коропа, лина і карася. У цьому випадку, в залежності від площі ставка, на нерест висаджують групу самок і самців, що імітує зграйний нерест, який має місце в природі. Перевага цього методу полягає в тому, що в процесі запліднення бере участь одночасно кілька самців.

Нерест коропа, як правило, проходить вранці. Плідники активно переміщуються, грають на мілинах. Продовжується нерест 5-7 годин, іноді довше. Відкладена самками ікра прикріплюється до рослин і відразу запліднюється самцями. Увечері після нересту, або ранком наступного дня, плідників з нерестовиків виловлюють і випускають у нагульні ставки. Рівень води в нерестових ставках підвищують на 15-20 см, щоб стабілізувати термальний режим водойми і запобігти обсиханню ікри. При температурі води 18-22°C вилуплення личинок відбувається через 3-4 доби. Личинки що щойно вилупилися малорухомі, мають великий жовтковий мішок.

При сприятливих умов нересту від одного гнізда добре підготовлених плідників в нерестових ставках одержують від 200 до 300 тис. личинок, а у деяких випадках і більше.

Личинок, що перейшли на активне живлення (3-5 доба) пересаджують у вирощувальні ставки. Основну масу личинок виловлюють по повній воді за допомогою сачків і інших знарядь лову, решту збирають з личинкоуловлювачів, що встановлюються на водоскіді при повному спуску води із ставка. Транспортують личинок в бетонах, поліетиленові мішки, брезентові носилки, чанах та інших пристосуваннях. Облік личинок проводять за допомогою «еталонного методу». Еталон готують на 1, 5, 10 і більш тис. личинок, у залежності від ємності тари, що використовується.

Заводський метод відтворення коропа дозволяє продовжити вегетаційний сезон і одержувати рибопосадковий матеріал (а потім і товарну продукцію) більшої маси. Для цього застосовуються різні методи відтворення коропа: в ставках, які живляться термальною водою, в ставках-типлицях, куди подають підігріту воду, та ін. Для нересту, зазвичай, використовують гнізда зрілих плідників (яким іноді роблять ін'єкцію суспензії гіпофізу). Інкубацію отриманої ікри проводять в апаратах різної конструкції при сприятливому температурному режимі. Застосування цих і деяких інших методів дозволяє одержувати личинку коропа на 20-40 днів раніше нерестового сезону.

Ефективність заводського відтворення в основному визначається якістю плідників, що у свою чергу залежить від рівня проведення селекційно-племінної роботи та умов утримання ремонтно-маточного стада.

Робота з плідниками вимагає дбайливого відношення, тому що навіть незначні травми можуть привести до утворення тромбів в гонадах і непридатності для подальшого використання. У літньо-маточних ставках плідників утримують роздільно при щільності посадки самок 150-200 екз./га., самців 200-300 екз./га. Особливу увагу приділяють повноцінній годівлі риби. Для підвищення природної продуктивності, в ставки завчасно вносять добрива, а також використовують штучні комбікорми для, щоб забезпечити високий темп росту і вгодованість плідників.

Зимують самці і самки роздільно. Навесні проводять бонітування в ході якого вибраковують хворих і тугорослих риби. Для заводського відтворення відбирають плідників масою 7-8 кг, яких перед нерестом часто утримують в зимувальних ставках при щільності посадки самок – 300-500 екз./га і самців – 400-700 екз./га. Резервних і вперше дозріваючих риби утримують окремо. Основа успішного дозрівання плідників коропа – стабільно висока температура води в ставках у переднерестовий період. Тому в зимувалах підтримують високий рівень води (до 2 м), а іноді накривають їх плівкою, щоб запобігти різким перепадам температури в переднерестовий період. Перед нерестом плідників годують високоякісним комбікормом. Добовий раціон складає 1-3% від маси риби. Важливе значення має можливість проведення нерестової компанії в як омога більш ранні терміни. Цьому сприяє використання системи терморегуляції, завдяки чому роботи з заводського відтворення коропа можна починати на 2-3 тижні раніше термінів природного нересту, що дозволяє виростити більш велику і життєстійку молодь.

На початку нерестового періоду як правило використовують самок у віці 8-11 років, у другій половині травня - червні самок у віці 6-7 років. Уперше дозріваючих плідників, зазвичай, висаджують у ставки для природного нересту.

На початку травня, перед ін'єкціюванням, кілька днів плідників витримують у земляних саджалках або басейнах при температурі 18-20°C. В другій половині нерестового періоду (травень-червень) ін'єкції самкам роблять без попереднього витримання.

У завершальний період дозрівання самки коропа дуже вибагливі до умов утримання. Порушення стабільності температурного і газового режиму, стрес і механічні ушкодження можуть привести до тромбозу гонад, затримці дозрівання, неповній віддачі ікри та ін. Тому в цей період необхідно забезпечити повний спокій плідників, підтримувати температуру води в межах 19-20°C і зміст кисню на рівні 5-6 мг/л.

Для переводу плідників коропа з переднерестового в нерестовий стан застосовують гіпофізарні ін'єкції. Використовують як власні ацетоновані і свіжі гіпофізи, так і ацетоновані гіпофізи сазана, ляща, карася. Суспензію гіпофізу готують на фізіологічному розчині безпосередньо перед початком роботи. Для ін'єкціювання плідників виловлюють з басейну за допомогою сачка-рукава зробленого з млинного газу і поміщають у матер'яну колицу, закріплену на краю басейну (лотка) так, щоб спина плідника наполовину виступала над водою. Час ін'єкції розраховують так, щоб момент овуляції приходився на ранкові години. Застосовують дворазову ін'єкцію самок з інтервалом у 12-14 годин. Найкращі результати одержують при ін'єкції суспензії гіпофіза самкам з розрахунку 3-7 мг на 1 кг маси. При цьому доза попередньої ін'єкції складає 1/10 загальної кількості суспензії, а завершальна – 9/10, що при середній масі самки 7 кг складе відповідно 2-3.5 і 20-31,5 мг гіпофіза відповідно. Потрібно відзначити, що при незмінній схемі ін'єкціювання різні автори вказують різні дози суспензії гіпофіза. Це пов'язано з тим, що величина дози залежить від температури води (чим вища температура, тим менша кількість суспензії гіпофіза необхідна) і від ступеня готовності самки до нересту (чим більш зріла ікра, тим нижче доза), а також від активності і виду гіпофізу. Тому на практиці, у кожному окремому випадку, дозування звичайно уточнюється.

Самцям (навіть «текучим») роблять одну ін'єкцію суспензії гіпофіза – 1-2 мг/кг маси в момент, коли самка одержує завершальну ін'єкцію. Оптимальним є співвідношення самців і самок 1:1 або 0,5:1.

Самок, яким зробили ін'єкцію, поміщають у закритий кришкою відсік басейну чи лотка. По мірі дозрівання активність самок зростає, що може служити індикатором їхньої готовності до нересту. При температурі 17-18°C час дозрівання складає 20-24 години, а при 20-22°C – 14-18 годин.

Момент дозрівання самок настає тоді, коли при натисканні на черевце з геніпори починає випливати ікра без грудок і згустків. Зрілу ікру і молочко коропа одержують методом відціджування. Дозрілу самку обтирають насухо рушником, перевертають на спину і утримуючи над сухою мискою погладжуванням і натисненням на черевце в напрямку від голови до хвоста зціджують зрілу ікру до того моменту, коли починають з'являтися грудки ікри і згустки крові. Таз з ікрою накривають сухою марлею або рушником і зберігають у прохолодному, захищеному від світла місці.

Сперму у самців зціджують трохи раніше в сухі скляні, попередньо відтаровані бюкси, що закривають кришками і зберігають до запліднення в холодильнику. Зазвичай, для запліднення використовують сперму від 2-3-самців, що відбирають в окремі судини. Збір сперми від декількох самців в один посуд не допустимо. Облік ікри ведуть об'ємним чи ваговим методом. Запліднення здійснюють напівсухим способом. У миску з ікрою доливають

сперму від декількох самців з розрахунку 3-5 мл сперми на 1 кг ікри. Протягом 10-20 с ікру і сперму ретельного перемішують гусячим пером, після чого доливають невелику кількість чистої фільтрованої води (100-150 мл/кг ікри) і продовжують перемішувати. В іншому варіанті сперму розбавляють чистою водою (2-3 мл сперми на 1 л води), ретельно перемішують і доливають до ікри. Запліднення, продовжується 2-3 хв. Як показали численні експерименти напівсухий спосіб запліднення ікри коропу більш ефективний, ніж сухий. У першому випадку відсоток запліднення складає 91-99%, а в другому 70-88%. Дуже важливо, щоб температура в ємкостях, де утримують плідників і де проводять роботу з ікром була однаковою. Ікру продовжують перемішувати пером протягом 1-2 хвилин, після чого доливають знеклеювальний розчин. Застосовують різні препарати : тальк, сухе і незбиране молоко, зубний порошок, річковий мул, ренидазу та ін. Кращі результати одержують при використанні тальку (50-100 г тальку і 10 - 15 г NaCl на 10 л води), або незбираного молока (0,5-1 л. молока на 10 л води). Знеклеєння проводять в апарат Вейса, «Амур» та ін. В апарат наливають знеклеювальний розчин, знизу подають повітря. Завантажують порцію заплідненої ікри. Подачу повітря регулюють так, щоб ікра інтенсивно перемішувалася, але не викидалася з апарату. Оптимальне завантаження – 0,8-1,0 кг ікри на 8 л розчину. по мірі набрякання ікри доливають знеклеювачий розчин. Через 30-40 хв. після початку процесу відбирають пробу ікри і поміщають у чашку Петрі з чистою водою. Якщо протягом 5 хв. ікринки до стінок на прилипають, знеклеєння завершують, якщо ікринки прилипають до стінок процес продовжують. По завершенню знеклеєння подачу повітря припиняють і в апарати подають воду, переводячи їх у режим інкубації.

Інкубацію рекомендується проводити при температурі 20-22°C і проточності 2,5-3,5 л/хв. Ікру від кожної самки завантажують в окремий апарат. Під час інкубації водоподачу регулюють так, щоб ікра знаходилася у звищеному стані, підтримують оптимальну температурний режиму і вміст розчиненого кисню. Мертву ікру видаляють за допомогою сифону. При оптимальній температурі ембріогенез триває 24-36 години. Розміри личинок, що виклюнулися, коливаються від 3,9 до 6,3 мм в залежності від діаметра ікри.

На початку масового вилуплення інтенсивність водоподачі зменшують. У партіях ікри високої рибоводної якості при підтримці оптимального режиму інкубації вилуплення личинок завершується за 20-40 хв.

До моменту заповнення плавального міхура і переходу на активне харчування личинок, що виклюнулися, можна підрощувати безпосередньо в апаратах «Амур» або в лотках. Щільність личинок на один лоток Єйського типу складає 1,5-2,0 млн. шт. У залежності від температури води

перехід личинок на активне харчування відбувається на 2-4-у добу, після чого їх можна пересаджувати в ставок. Перед цим, протягом 2-4 годин проводять аклімацию личинок до температурного режиму водойми.

Для підрощування личинок використовують малькові ставки площею 0,5-1,5 га або нерестові ставки площею 0,1-0,2 га. В залежності від умов вирощування і якості рибопосадкового матеріалу виживання коливається від 35 до 70-80%. Ставки для вирощування молоді повинні мати середню глибину 50-70 см, і добре сплановане ложе. Заповнення ставків здійснюється через фільтр з газу № 19-20 за 1-2 дня до посадки молоді. Більш раннє заповнення ставків сприяє швидкому розвитку хижих комах (водяні клопи, личинки жука – плавунця та ін.), поїданню ними личинок, зниженню їх загального виходу.

Щільність посадки личинок варіює в широких межах в залежності від кормності ставка та умов вирощування і складає від 1,5 до 3,0 млн. шт. /га. У малькових ставках личинку підрощують до розміру 1,-1,2 см і маси 20-30 мг. Для середньої смуги цей період складає 15-25 днів, для півдня – 10-15 днів. Підрощену молодь пересаджують у вирощувальні ставки.

Рослиноїдні риби представлені у вітчизняній аквакультурі білим товстолобиком *Hypophthalmichthys molitrix* Val., строкатим товстолобиком *Aristichthys nobilis* і білим амуром *Stenopharingodon idella* Val. Усі ці види належать до родини коропових.

Їх батьківщина рівнинні ріки Центрального і південного Китаю. У межах Росії, ріки Амур і Уссурі. Живуть у прісних водах з слабкою мінералізацією (40-75 мг/дм³), але переносять підвищення солоності до 5-7‰. Крупні, риби, характеризуються швидким ростом. В Амуру нерідко зустрічаються особини білого товстолобика довжиною до 1 м і масою до 16 кг, приблизно таких же розмірів досягає строкатий товстолобик. Максимальна довжина білого амура в материнській водоймі перевищує 1 м, а вага – 30 кг. У південних районах Китаю, у водоймах півдня України і Краснодарського краю зустрічаються більш великі особини.

У межах материнського ареалу статевої зрілості строкатий товстолобик досягає у віці 6-7 років при довжині 58-60 см, білий товстолобик – у віці 7-8 років при довжині 60-62 см, а білий амур у віці в 9-10 років при довжині 68-75 см. В більш південних районах при високій температурі дозрівання рослиноїдних риб відбувається раніше. Так на півдні України – на 3-5 році життя.

Нерест в природних умовах відбувається в ріках, в період повенія на неглибоких перекатах із швидким плином і кам'янистим дном, при температурі 20-25°C і вище. Нерест триває до 2-х місяців, іноді більше, це пов'язано з розтягнутістю періоду дозрівання самок і порційністю ікрометання. У сприятливих умовах протягом нерестового періоду самки можуть відкладати до трьох порцій ікри з інтервалом в один-два тижні.

Плідність у материнському ареалі коливається від 0,6 до 1,68, а на півдні України до 3,0-4,5 млн ікринок.

Оволювавши ікра, має діаметр 1,1-1,3 мм, після запліднення вона набуває до 3,5-5,0 мм. Запліднена ікра рослиноїдних риб, а потім ембріони, що вилупилися, розвиваються в період дрейфу у верхніх шарах річкової води. Личинки, після переходу на активне живлення, мігрують у прибережну зону та мілководні затоки ріки, де починають харчуватися дрібним зоопланктоном.

Розвиток ікри і личинок у обох видів товстолобика дуже схожий, тому розрізнити молодь вдається тільки на більш пізніх стадіях онтогенезу. Мальки білого товстолобика, що досягли довжини 2,5-3,0 см, переходять на живлення рослинною їжею. Дорослі особини білого амура споживають водяну та біляводну рослинність, нитчасті водорості і донний мох, різноманітні обростання. Їжею білого товстолобика весняно-літній період служать фітопланктон, а взимку велику частину раціону нерідко складає детрит. У харчуванні дорослого строкатого товстолобика основну роль в харчуванні грає зоопланктон, що іноді складає більше 80% раціону, доля рослинної їжі не перевищує 15-20%.

Одержання зрілих статевих продуктів і їх якість. В умовах непроточних природних водоймищ і ставків рослиноїдні риби нормально визрівають, але не відтворюються природним шляхом. Нерест рослиноїдних риб не відбувається також в більшості річок України і Європи, хоча в літературі і відмічається факт нересту товстолобика в р. Дунай.

Штучне відтворення рослиноїдних риб в умовах ставкових господарств можливе лише при застосуванні гіпофізарних ін'єкцій. В останні роки значне поширення набуло використання у рибгоспах так званого „екологічного” (китайського) методу, що має деякі переваги перед традиційним заводським способом одержання потомству рослиноїдних риб.

Роботи з заводського відтворення рослиноїдних риб розпочинають після того коли ранкові температури стабілізуються в межах 18-20°C. У південних районах цей період настає у кінці травня, на початку червня.

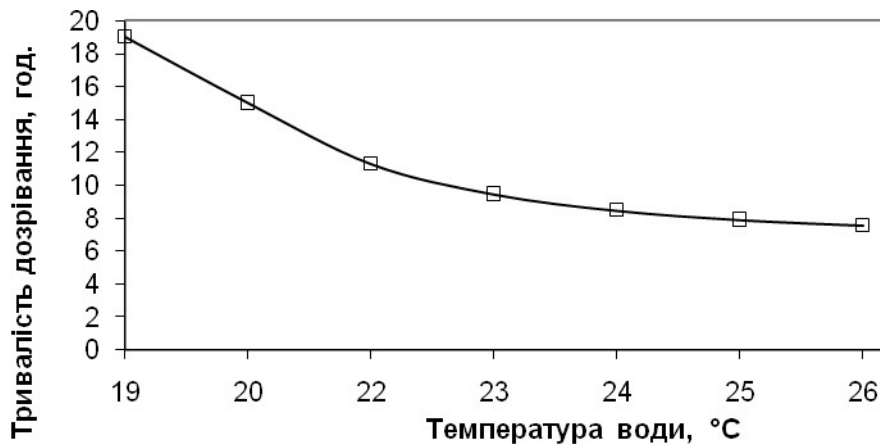
Плідників, яких відібрали для нересту утримують в проточних земляних садках або басейнах. Для ін'єкцій використовують свіжі, або ацетоновані гіпофізи сазана, коропа, ляща, рослиноїдних риб, з яких готують суспензію на фізіологічному розчині. Самкам роблять дві ін'єкції – попередню і завершуючу. Самцям тільки одну ін'єкцію. Переднерестові зміни у яєчниках самок рослиноїдних риб проходять в два етапи. На першому, під впливом невеликої, попередньої ін'єкції відбувається процес дозрівання овоцитів від IV до V стадії зрілості. Наступна ін'єкція

(завершувальна) стимулює процес овуляції – звільнення ікринки з фолікулярної оболонки у яєчник.

Доза гіпофізу залежить від багатьох факторів і на сам перед від маси самок, їх фізіологічного стану, плодючості і температури води. Тому в різних господарствах загальна схема гормональної обробки плідників залишається незмінною, а дози гіпофізу значно міняються і можуть становити від 3 до 6 мг/ гіпофізу на кг ваги. Інколи самки бувають готові до нересту настільки, що достатнє невеликої попередньої дози в 2,5-3 мг/кг для того, щоб визвати овуляцію. При оптимальних умовах утримання самці повністю можуть визрівати у ставках і віддавати статеві продукти без додаткової стимуляції., але об'єм еякуляту в цих випадках невеликий.

При попередній ін'єкції самкам вводять від 3 до 5 мг гіпофізу в залежності від попереднього фізіологічного стану і температурі води. Через 24 години роблять завершуючу ін'єкцію, яка становить від 2 до 5 мг гіпофізу на 1 кг ваги плідника. В цей же час самці теж одержують ін'єкцію гіпофізу по 2-5 мг на плідника. Після ін'єкцій самок і самців утримують окремо в спеціальних земляних садках під відкритим небом, або у проточних басейнах (лотках), що встановлені у риборозплідному цеху. Утримання в басейнах має ряд переваг, тому більшість господарств сьогодні використовує саме такий спосіб утримання плідників. Для цього, зазвичай, використовують пластикові лотки типа ПЦА, які поділяють на 3-4 окремі частини перегородками і накривають кришками, щоб запобігти вистрибуванню з них риби. Оскільки температура води відіграє що найголовнішу роль в дозріванні плідників і інкубації ікри, бажано мати в інкубаційному цеху місткості для запасу чистої води і систему терморегулювання, щоб забезпечить оптимізацію температурного режиму водопостачання.

Тривалість дозрівання самок залежить від фізіологічного стану риб, активності гіпофізу і температурі води. При сприятливих умовах плідники віддають зрілі статеві продукти через 9-12 годин. При зниженні температури цей час стає значно довшим, а при її підвищенні скорочується (Рис. 10.1).



0

Другу ін'єкцію бажано робити з таким розрахунком, щоб самка віддала статеві продукти у першій половині дня.

Оскільки в риборозплідному цеху, як правило, знаходиться декілька плідників, особливу увагу приділяють зовнішнім ознакам готовності самок для нересту. У першу чергу відбирають риб, що мають велике, м'яке і округле черевце, при натисканні на яке починає підтікати ікра.

Плідників, що дозріли виловлюють із лотка за допомогою сачка – рукава. Риб насухо витирають, голову і хвіст обмотують сухим рушником, щоб легше було утримувати рибу під час відбору статевих продуктів. Риб утримують похило, головою уверх. Ікру відціджують у чистий емальований (пластиковий) таз або миску, яку перед цим зважують і маркують. Миску з ікрою накривають чистим сухим рушником для запобігання потрапляння в неї вологи. Для подальшого визначення плодючості самки відбирають пробу – 1 г. ікри. Молочко від кожного самця зціджують в окремі сухі скляні пробірки, або бюкси.

Якщо після запліднення порції ікри залишається певна кількість молока, їх можна зберігати на протязі 24-30 годин у холодильнику або у термосі з льодом, куди поміщають пробірку. Такі статеві продукти можуть з успіхом використовуватись для запліднення ікри від інших самок. Отриману ікру можна зберігати не більш ніж 40-60 хв.

Процент запліднення ікри в значній мірі залежить від якості сперми, показником якої є тривалість поступального руху сперміїв у воді. Активність сперміїв рослиноїдних риб залежить від температури води. При температурі 17-20°C вона становить 50-53 с, а при 29°C всього 15 с. Слабкий розчин солі NaCl стимулює активність сперміїв і подовжує їх рух.

Робота з плідниками вимагає ретельності і обережності. Недопустиме травмування і обсушування риб. Це може збільшити відхід плідників під час нерестової компанії, що конче не бажано.

Запліднюють ікру „сухим” способом. Для запліднення 1 млн. ікри рослиноїдних риб при температурі 20-24°C потрібно приблизно 2-3 см³ сперми. Бажано використовувати сперму від 2-3-х самців. В миску з ікром вливають молочко від 2-3 самців, обережно перемішують круговими рухами („за” і „проти” часової стрілки) за допомогою сухого гусячого пера, поступово додаючи чисту фільтровану воду доки вона не покриє ікру. Перемішування триває 2-3 хвилини, після чого ікрі промивають із шланга невеликим струменем води від залишків молочка, бруду та згустків крові. Промиту ікру разом з водою переносять до інкубаційного апарату.

Для обліку кількості ікри зважують миску з ікром і порожню миску. Розраховують вагу отриманої ікри. Відбирають 1 г ікри і підраховують кількість клітин. В 1 г ікри білого амура нараховується приблизно 700-800, у білого товстолобика до 1000, а у строкатого товстолобика – 600 ікринок.

При контакті з водою ікра рослиноїдних риб починає набрякати. Оболонка ікринки відділяється від яйцеклітини і між ними утворюється перівітелліновий простір. Оскільки ікра рослиноїдних риб захищена тільки тонкою первинною оболонкою вона потребує дуже обережного і ніжного поводження, щоб запобігти її травмуванню і загибелі. Після набрякання ікра має діаметр 2,5-3,0 мм, вона трохи важча води і при наявності навіть невеликої течії підтримується в товщі води, де і проходить весь процес ембріогенезу.

У заводських умовах для інкубації ікри з успіхом застосовують апарати Вейса, ІВЛ, «Дніпро», або „Амур”. В залежності від об'єму апаратів в них засипають від 50 до 500 г заплідненої ікри (в середньому 60-70 г на 10 л. Перед завантаженням апаратів проток зупиняється, лишок води зливається і ікра кухлем переноситься до інкубатору. Ікру треба переливати без перепадів і дуже плавно, запобігаючи її травмуванню. Після завершення завантаження апаратів в них подають воду. Проток регулюють таким чином, щоб ікра знаходилась в постійному русі, але не билась об стінки і не виносилась течєю з апарату. Інтенсивність подачі води встановлюється експериментально, але за звичаєм вона становить до 1 л/хв. В апаратах місткістю до 10 л і 10-20 л/хв. в 100-200 л. апаратах.

В залежності від температури води ембріогенез продовжується від 18 до 34 годин. Не рекомендується проводити інкубацію при температурі вище 28°C. При таких умовах спостерігаються значні порушення нормального розвитку ембріонів, що приводить до великої смертності і збільшенню кількості личинок з ознаками потворності. Велике значення для нормального розвитку і дружнього викльовування личинок має насиченість води киснем. При його вмісті 4-5 мг/дм і менше, вилуплення розтягується до 2-4 годин, що знижує відсоток виходу личинок. Оптимальний для інкубації діапазон температури 22-24°C і концентрація розчиненого кисню в воді більше 4 мг/дм. Через 8-10 годин після початку

інкубації незапліднена ікра стає мутно-білою і підіймається до поверхні. В цей період її потрібно зібрати за допомогою шланга, або невеликого сачка. В ході інкубації проводиться контроль за ходом ембріогенезу, для чого відбирають проби ікри і прораховують процент ембріонів, що нормально розвиваються.

Личинок, що виклюнулись утримують в інкубаційних апаратах протягом 3 діб. При оптимальній температурі 25-26°C приблизно в цьому віці (3-5 діб) вони переходять на активне живлення, а плавальний міхур в них заповнюється повітрям. Такі личинки добре утримуються в товщі води, активно рухаються. У цей період личинок можна пересаджувати в ставки. Для цього проток в апаратах відключають і личинок, що збираються у верхньому шарі води за допомогою сифону зливають у місткості (кани, відра, тази та ін) і переносять у ставки. Вихід личинок з інкубаційних апаратів залежить від якості ікри і умов інкубації. У середньому становить 75-80% від загальної кількості ікри, що заложили на інкубації.

Щільність посадки личинок у добре підготовлені малькові ставки може становитиме від 1-2 до 3-4 млн/га., а при використанні високопродуктивних ставків – 6-7 млн/га. Період відрощування залежить від температури води і рівня розвитку кормової бази. В умовах півдня (Україна, Краснодарський край) він триває 10-30 діб. Виживання молоді 60-70% від кількості посадженої личинки.

Чорний амур *Mylopharyngodon piceus* розповсюджений у ріках північного і центрального Китаю, зустрічається в р. Амур. За зовнішнім виглядом чорний амур нагадує білого амура, відрізняє його тільки більш темний колір тіла і наявність великих глоткових зубів. У материнському ареалі зазвичай досягає маси 18-20 кг, але зустрічаються екземпляри довжиною до 140 см і вагою – 55 кг. Дозріває на 8-9-му році життя при довжині 75-80 см, але є відомості про те, що у р. Амур цей вид досягає статевої зрілості значно раніше. На півдні України і в Краснодарському краї самки чорного амура досягають статевої зрілості на сьомому році життя при масі 7-9 кг і довжині 80-85 см, а самці на рік раніше при масі 6-7 кг і довжині 75-80 см. Іноді у південних районах спостерігається і більш раннє дозрівання у віці 5-6 років. Розмноження чорного амура схоже з рослиноїдними рибами далекосхідного комплексу, тому що особливості біології їх сформувалися в подібних умовах мусонного клімату.

У природних умовах нерест чорного амура відбувається у червні при температурі 22-26°C на ділянках рік із швидкою течією. Ікра пелагічна, нерест одноразовий, однією порцією. Плідність самок варіює в широких межах, в залежності від віку і маси риб, вона складає від 0,8 до 2 млн ікринок. Нерест проходить у придонних шарах води. Ікра, що розвивається, і ранні личинки дрейфують униз за течією. Діаметр

оволовавшої ікри 1,5-1,7 мм, у процесі набухання він збільшується приблизно в 2 рази. Тривалість ембріогенезу при оптимальних умовах середовища – 3-4 доби. Довжина личинок, що виклюнулися 7,3-8,5 мм. Личинки, що перейшли на зовнішнє харчування, споживають дрібний зоопланктон, але в кінці першого року життя молодь чорного амуру переходять на харчування бентосом. Дорослі особини чорного амура типові моллюскоїди, але за їх відсутністю споживають личинок комах, залишки вищої водної рослинності і детрит. Рот їх озброєний глотковими зубами, що розташовані в один чи два ряди і мають добре розвигі жувальні поверхні. Завдяки такому пристосуванню риби легко роздавлюють раковини двостулкових моллюсків. У віці 4-х років за добу чорний амур здатний з'їсти до 2 кг дрейсени, при цьому за два місяці приріст може сягати 0,8-1,0 кг. Чорний амур достатньо успішно може використовуватись як біологічний меліоратор. Найбільш інтенсивно чорний амур живиться і росте при температурі 20-22°C. при температурі 16°C харчова активність знижується, а при 10°C практично повністю припиняється. В умовах водойм України, де майже повністю відсутні риби моллюскоїди, чорний амур може зайняти практично вільну харчову нішу, а його уподобання до живлення дрейсеною, масовий розвиток якої в багатьох водоймах-охолоджувачах створює серйозні перешкоди для роботи агрегатів, робить цей вид дуже перспективним об'єктом культивування.

Метод штучного відтворення чорного амуру дуже подібний до методу відтворення рослиноїдних риб Далекосхідного комплексу. Для стимулювання дозрівання плідників застосовують метод дрібних гіпофізарних ін'єкцій. Самкам роблять дві ін'єкції – попередня 3-5 мг суспензії гіпофізу на рибу, в залежності від її фізіологічного стану, і завершувальна – 5-6 мг/кг маси. Досить успішно використовуються АГ ляща, карася, коропу, сазану, а також власні гіпофізи і гіпофізи рослиноїдних риб.

У порівнянні з рослиноїдними рибами серед самців чорного амуру майже не зустрічаються "текучі" особини. Статево зрілі риби масою 8-10 кг мають відносно малі сіменники, їх маса становить не більше 10-30 г (коефіцієнт зрілості 0,03-0,41), а загальний об'єм молок, що отримують навіть після стимулювання, не перевищує 5-7 мл. Тому самцям чорного амуру вводять більш високу дозу гіпофізу ніж рослиноїдним риbam – до 20-30 мг суспензії гіпофізу на одного плідника. Терміни дозрівання, після введення суспензії гіпофізу, у чорного амура такий же, як і у товстолобика і білого амуру.

Робоча плодючість самок Чорного амуру в залежності від віку і маси риб коливається від 140 до 670 тис. ікринок. Збільшення відносної плодючості самок спостерігається на протязі перших 2-3 років після початку відтворення. Годівля плідників у переднерестовий період

кормами з високим вмістом білка позитивно впливає на фізіологічний стан і плодючість. Спостерігається позитивний зв'язок між віком і розміром плідників, діаметром ікри, розмірами личинок і молоді.

Інкубацію ікри чорного амура і підрощування личинок до переходу на зовнішнє харчування проводять в апаратах Вейса, ІВЛ, «Дніпро», «Амур». Норми завантаження такі ж самі, як і для рослиноїдних риб. Для підрощування личинок використовують ставки, басейни, або лотки. Через 10-14 днів личинок, що досягли маси 20-30 мг. і перейшли на живлення крупним зоопланктоном переводять у вирощувальні ставки, де їх утримують в полікультурі з рослиноїдними рибами. Зимують цьогорітки в монокультурі в звичайних зимувалах для коропових риб.

Родина Чекучанові (Catostomidae) належить до ряду коропових. У 70-і роки в СРСР було завезено три види буфало: **великоротий (Ictiobus cyprinellus Val.)**, **малоротий (I. Bubalis Rafinesque)**, і **чорний (I. niger Rafinesque)**. Це перспективні об'єкти рибництва у внутрішніх водоймах України. Батьківщина їх Північна Америка, де буфало заселяють прісні водойми різного типу від Крайньої півночі до Гватемали. Це стайні прудкі риби, формою тіла трохи нагадують карася. Всі три види мають довгий спинний плавець, перші промені якого значно вищі від наступних. За характеристиками темпу росту і характеру розмноження буфало дуже близькі до коропа але більш теплолюбні.

Личинки всіх видів буфало споживають наупліальні форми планктонних ракоподібних і коловертку. Молодь масою 10-15 г харчується крупним зоопланктон, іноді представниками бентосу. Річники і дволітки великоротого буфало харчується переважно зоопланктоном, бентосні організми не перевищують 15-20% раціону. Малоротий і чорний буфало по мірі росту переходять на живлення бентосними організмами, детритом, залишками водяної рослинності (43-85%). Всі види буфало відрізняються досить великою харчовою пластичністю, що дає їм змогу досить легко переходити на харчування зоопланктоном при відсутності достатньої кількості зообентосу в ставках і навпаки. В умовах ставкового вирощування всі види буфало охоче поїдають коропові комбікорми. Буфало риби швидкозростаючі. Великоротий буфало досягає маси 15 кг, а окремі екземпляри – 45 кг. Максимальна маса малоротого буфало сягає – 15-18 кг, а чорного – 7-8 кг. Дозрівають усі види буфало але 4-м року життя, але в південних областях спостерігається більш раннє дозрівання у віці 3-4 року.

Усі три види буфало фітофіли, відкладають клейку ікру на занурену водяну рослинність. Нерест проходить у травні-червні при температурі води 18-22°C. Самці трохи дрібніші за самок і в період нересту мають яскраве, шлюбне вбрання. У природних умовах для нересту утворюються гнізда (як у коропа), в ікрометанні бере участь одна самка і 2-4 самця.

Буфало не вибагливі до нерестового субстрату, яки може служити різна рослинність, плавучі і занурені предмети, гідроспороди. Нерест, як і у коропа проходить дуже бурхливо, на мілинах з добре прогрітою водою. Завдяки своїм біологічним особливостям буфало може жити і природно відтворюватися в умовах водойм півдня України, Краснодарського і Ставропольського краю. Разом з тим, не зважаючи на теплолюбність, буфало достатньо широко використовується як об'єкт тепловодної полікультури в помірних і навіть в північних районах.

В умовах риборозплідних господарств відтворення буфало можна здійснювати як в нерестових ставках (природний нерест), так і за допомогою інтенсивного методу. Перевагу, зазвичай, віддають заводському методу. Технологія відтворення буфало, загалом, мало відрізняється від технології відтворення коропа і рослиноїдних риб. Для отримання потомства в рибгоспах формують і утримують стада плідників. Для їх утримання в літній період використовують літньо-маточні, або нагульні ставки. Щільність посадки плідників в монокультурі 200-250 екз/га, а в полікультурі з коропом – 200 екз/га при співвідношенні видів 1:3. Риб годують короповим комбікормом. Добовий раціон в залежності від температури води і маси риб складає 3-10%, при біомасі зоопланктону 5-10 г і більше. В умовах півдня України самки буфало досягають статевої зрілості на 4-5 році, при масі 2-3 кг, самці на 3-4 році життя при масі 1,5-3 кг. В більш північних районах самки буфало досягають в 7-річному віці. При температурі води 7-8°C плідників переводять до зимували, де утримують при щільності посадки до 6 т/га. Зимівля закінчується при температурі 8-10°C. Вживання в період зимівлі до 95%.

В результат бонітування відбирають найбільш підготовлених до нересту риб, яких поділяють на дві групи за ступенем зрілості статевих продуктів. Обидві групи риб утримують окремо за статтю в переднерестових ставках і добре годують.

Відтворення буфало екстенсивним методом здійснюють в коропових нерестових ставках. Після того, як температура в ставках стабілізується на рівні 18-20°C (нерестовий оптимум 22-24°C) в них висаджують гнізда плідників (по 1-2 на 0,01 га). В деяких випадках, особливо при проведенні нерестової компанії при відносно низьких температурах, самкам перед висадкою в ставки роблять ін'єкції суспензії АГ коропа, або ляща. Після нересту плідників вилучають із ставків. При температурі 20-25°C ембріогенез триває 3-5 діб. Личинку буфало виловлюють і пересаджують в вирощувальні ставки у віці 4-5 діб.

Заводське відтворення буфало здійснюють при температурі 20-25 °C. Для стимулювання дозрівання плідників використовують АГ коропа, ляща, карася, сазана, або харіогонічний гонадотропін. Дози суспензії гіпофізу коливаються від 2,5-3,0 мг/кг маси при температурі 25°C до 4-5 мг/кг при

20 °С. Самкам роблять двократну ін'єкцію з інтервалом 12 годин (1/7 і 1/10 загальної дози). Самцям одну ін'єкцію 1,5-2,0 мг/кг маси. При температурі 20-25 °С овуляція настає через 8-14 годин. Середня робоча плодючість самок великоротого буфало в залежності від віку і маси риб становить 150-700 тис. ікринок. Запліднення ікри проводять «сухим» способом. Знеклеєння коров'ячим молоком, або тальком на протязі 45-50 хв. Для інкубації ікри використовують апарати Вейса, ІВЛ, «Дніпро», або «Амур» при щільності закладки 1,5 кг/л. При температурі 18- 20°С інкубація триває 90-100 г, при 25-26 °С до 50-60 г. Вільні ембріони після вилуплення пересаджують в проточні лотки, або басейни. У 3-4-х добовому віці, після переходу на активне живлення личинку переводять в вирощувальні ставки. Вживання ембріонів, від загальної кількості ікри, що розвивається повинно становити не менше 50-60 %.

Стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.) – єдиний прісноводний представник осетрових риб в іхтіофауні України. Цей вид дуже чутливий до умов середовища, тому глобальні зміни екологічного стану природних водойм (гідролого-гідрохімічного режиму, забруднення, погіршення умов відтворення тощо) призвели до катастрофічного зменшення чисельності природних популяцій стерляді і поставили її на межу зникнення, в наслідок цього вид занесли до Червоної книги України. Водночас, стерлядь – перспективний об'єктом прісноводої аквакультури і її штучного відтворення і товарного вирощування приділяється велика увага.

Природний ареал розповсюдження стерляді поширюється на басейни рік Каспійського, Чорного, Азовського, Балтійського та Білого морів, басейни річок Об та Єнісей. В Україні, малочисельні, природні популяції стерляді збереглись у Дунаї, Дністрі, Дніпрі, Десні та в деяких інших прісноводних водоймах.

Стерлядь досягає маси 3-5 кг і більше. Основна частина природних популяцій складається з риб у віці 3-12 років, довжиною 35-55 см. і середньою масою 1,5 кг. Зустрічаються екземпляри що досягають віку 30 років. В природних умовах стерлядь мешкає в придонному шарі води на ділянках водойм з піщаним або кам'янистим слабозамуленим дном.

Основною їжею молоді є організми мейобентосу та нижчі ракоподібні. Дорослі риби харчуються, в основному, бентосом (черв'яками, ракоподібними тощо). Незначну частку в харчуванні можуть складати планктонні ракоподібні, ікра і молодь риб, а також наземні комахи, що потрапляють у воду. Тому, в вечірні і нічні часи стерлядь може підійматися до поверхні.

Статевої зрілості самці стерляді досягають у віці 3-6 років, самки – 4-10 років. В штучних умовах (при вирощуванні на термальних водах) плідники можуть набувати статеву зрілість раніше. Плодючість самок

коливається від 5 до 100 тис. ікринок (в середньому 10-40 тис. ікринок). Нерест відбувається у квітні-травні, коли температура води сягає 10-15°C. Стерлядь схильна до весняної переднерестової міграції вгору проти течії річки. Нерест відбувається на глибоких ділянках з сильною течєю і кам'янистим або піщаним дном. Як правило, плідники нерестяться, один раз в два роки. Статевий диморфізм плідників виражений дуже слабо. У переднерестовий період у них з'являється шлюбне вбрання (шорсткий білуватий висип на верхній частині голови), яке у самців виражене декілька сильніше ніж у самок. У зрілих самок черевце м'яке та округле, іноді з помітною темною смугою.

Інкубаційний період, в залежності від температури води триває 5-11 діб. Личинки, що перейшли на активне живлення збираються в затоках і на плесах. Живляться зоопланктоном. Восени цьоголітки мігрують у глибоку частину водойм.

Стерлядь дуже вибаглива до якості води. Віддає перевагу чистим, прохолодним водоймам. Полюбляє місця з стрімкою течєю, але добре пристосована до життя в слабо проточній або стоячій воді. Порогові концентрації вмісту розчиненого у воді кисню для стерляді становлять 2-3 мг/дм³. Оптимальний температурний діапазон – 22-24°C, але при сприятливому кисневому режимі добре росте і при більш високій температурі (до 27°C). Температура, що перевищує 27-28°C, критична для стерляді.

Для штучного відтворення плідників стерляді на риборозплідних заводах, зазвичай, відловлювали в природних водоймах безпосередньо в переднерестовий період, або восени. Плідників, яких відібрали восени утримують у зимувальних ставках. Перевагу віддають самцям масою 1,0-1,5 кг, і самкам масою 1,5-2,0 кг, але коли риб з такими характеристиками бракує можливо використовувати і риб меншої ваги. Весною, після бонітування, відібраних для нересту риб утримують до одержання зрілих статевих продуктів у невеликих переднерестових ставках, або проточних бетонних басейнах.

В останні роки у зв'язку з депресивним станом природних популяцій стерляді значно поширилися роботи з формування і утримання штучних стад плідників в контрольованих умовах рибних господарств. Такі маточні стада сьогодні є у більшості риборозплідних господарств України, які займаються проблемами осетрівництва. Ремонт і плідники, в таких господарствах, утримують в ставках, садках, або басейнах при оптимальних режимах вирощування. Для годівлі риб використовують як природні, так і штучні корма, спеціально збалансовані для осетрових риб за основними харчовими компонентами. Плідники, яких вирощують в таких умовах мають деякі суттєві переваги перед "дикими". По-перше, це більш високий темп росту, вгодованість і плодючість. По-друге,

оптимізація умов утримання і вирощування плідників, а також штучний відбір найкращих риб для формування стад може скоротити період статевого дозрівання, а в деяких випадках призводить до того, що нерест плідників відбувається повторно у наступному році. Крім того, працювати з domestікованими плідниками значно легше ніж з “дикими” тому що ці риби менше підвергли впливу маніпуляційного стресу (“хендлінгу”) в наслідок чого при штучному відтворенні визріває більший відсоток риб, а їх статеві продукти мають високу якість.

У кліматичних умовах України самці стерляді з штучно сформованих маточних стад дозрівають у чотирьох- п’ятирічному віці при масі тіла 400-500 г. самки на рік пізніше. Після першого нересту самці дозрівають щорічно. Приріст маси самців стерляді за рік становить в середньому 100-150 г. Після відбору статевих продуктів виживає близько 80% риб, які можуть повторно використовуватись на протязі 5-7 років. Щільність посадки в стави самців, що досягли статевої зрілості становить 150-200 екз/га. Процес дозрівання самок розтягнутий у часі на 2-3 роки. Рання генерація уперше дозріваючих самок має масу 500-600 г. Пізня генерація – 800-1000 г і більше. Плодючість самок, які досягли статевої зрілості коливається в межах від 12 до 23 тис. ікринок в залежності від розміру та віку риб

Щорічний приріст самок з маточних стад становить в середньому 150-200 г. Кратність повторного використання для відбору статевих продуктів – 3-4 рази на протязі 8-10 років. Робоча плодючість самок старших вікових груп – 20-30 тис ікринок. Самки більш вибагливі до умова утримання, тому рекомендована щільність їх посадки в ставки 100 екз./га., а при сумісному утриманні плідників – 150-200 екз./га. Статеві продукти, що отримують від плідників з штучно сформованих стад відрізняються високою якістю.

Роботи з штучного відтворення стерляді розпочинають при температурі 11-12°C, а завершується нерестова компанія при 16-17°C. Оптимальний температурний діапазон 13-15°C. Дозрівання плідників стимулюють суспензією ацетонованого гіпофізу осетрових риб. Ін’екції, що роблять самцям і самкам однократні. По мірі зростання температури доза суспензії гіпофізу для самок зменшується від 4-4,5 мг/кг (при 11-13°C) до 2,5-3,5 мг/кг маси (при 14-15°C). Для самців дози становлять відповідно 2,5-3,0 і 1,5-2,5 мг/кг маси.

При температурі 12-13°C дозрівання самок триває 36-48 г, а при 15-16°C – 20-30 г. Значні коливання температури в період після ін’екційного дозрівання (особливо її зниження) можуть негативно вплинути на хід овуляції і якість статевих продуктів. Дозріваючих самок і самців утримують роздільно в проточних басейнах або лотках при щільності посадки 20-25 екз/ м³.

На початку овуляції (коли ікра починає вільно витікати через геніпору при легкому натисканні на черевце) починають зіджувати сперму у самців. Її відбирають у сухі чисті пробірки і за стандартною методикою визначають її якість.

Якість ікри в значній мірі залежить від точності визначення моменту овуляції. Найкращим є момент, коли переважна більшість овоцитів оволювала і перебуває у порожнині тіла. Застосовується прижиттєвий спосіб відбору ікри. Самку, що дозріла вилучають з басейну та обтирають досуха її черевце. Першу порцію зіджують обережно натискаючи та погладжуючи черевце самки. Потім роблять невеликий розтин черевної стінки вище черевних плавців, трохи відступивши від центру, щоб не пошкодити кровоносні судини. Після розтину самку, що підчас операції утримувалась черевцем уверх, перевертають, краї надрізу роздвигають і зливають залишки ікри в суху миску.

Після відбору ікри самку кладуть до гори черевцем і зашивають розріз кетгуттом. Хірургічний шов накладають з розрахунку один шов на 10-12 мм розтину. Весь процес відбору ікри, що включає розтин, відбір статевих продуктів і накладання швів займає не більше 6-7 хв., після чого самок пересаджують у проточний пластиковий басейн, або лоток, де утримують декілька днів до повного загоювання рани. Зазвичай риби легко переносять таку операцію, і цілком придатні для повторного відтворення. Відсоток їх виживання дуже високий.

Запліднення ікри стерляді здійснюють “напівсухим” способом. На 1 кг ікри додають 10-15 мл суміші сперми від 2-3 самців, яку виливають у посудину з чистою, фільтрованою водою, швидко перемішують і приливають до ікри. Ікру і сперму ретельно перемішують пір’ям на протязі 3-4 хв., після чого воду із залишками сперми зливають.

Для знеклеєння заплідненої ікри використовують суспензію річкового мулу, або тальку, якими заливають ікру і безперервно перемішують її на протязі 40-45 хв. Після цього ікру промивають чистою водою і поміщають в інкубаційні апарати. Заплідненість ікри визначають на стадії 4-х бластомерів. Відсоток запліднення залежить як від якості плідників, так і від додержання технології одержання і запліднення статевих продуктів, і може сягати 80% і більше.

Для інкубації ікри використовують апарати Ющенко, або “Осетер”. Ікру завантажують із розрахунку 0,8-1 кг на один ящик. При оптимальній температурі (14-18°C) вилуплення вільних ембріонів починається на 5-7 добу і триває 30-40 годин. Виживання передличинок залежить від якості ікри і може становити 70-80%. Зниження температури води в період інкубації негативно впливає на якість отриманого потомства. Відбувається значна затримка вилуплення, переходу ембріонів до екзогенного живлення, затримується їх ріст, тощо. Причиною підвищеного відходу в

період інкубації може бути також грибок сапролегнія і зниження вмісту розчиненого у воді кисню менш ніж 6 мг/дм³.

Для запобігання негативного впливу цих факторів інкубаційний цех де проводять роботи з відтворення стерляді повинен мати систему терморегулювання. У період інкубації щоденно необхідно відбирати з інкубаторів ікру, що загинула, а також для запобігання розвитку сапролегнії, починаючи з другої доби, кожні два дні обробляти ікру барвниками, малахітовим зеленим, або фіолетовим "К", перманганатом калія, або іншими препаратами. У період інкубації ікру треба захищати від прямих сонячних промінів. Краще, якщо вона буде проводитись у напівтемряві.

Для вирощування личинок стерляді до стадії цьоголіток застосують різні методи: у ставках, у лотках, комбінованій. В усіх трьох варіантах молодь підрощують до маси 3 г.

Веслоніс *Polyodon spathula* (Walbaum) належить до ряду Осетроподібних. Веслоніс більш вибагливий до кисневого режиму водойми ніж коропові риби. Оптимальна насиченість води киснем в період літнього вирощування повинна бути 5 мг/дм³, але вид спокійно переносить короткочасне зниження концентрації кисню у воді до 1,5-2,0 мг/дм³.

Істотно розширює ареал розповсюдження веслонісу його відношення до солоності вод. Молодь добре росте і активно живиться при підвищенні мінералізації до 4-6‰, а риби старших вікових груп при поступовій акламації здатні жити в водоймах з солоністю 8-9‰ і більше.

Зимівля досить успішно проходить в звичайних коропових ставках, але бажано утримувати ремонт і плідників веслонісу окремо від інших видів риб.

Особливу увагу треба приділяти стану кормової бази ставів. Оптимальний ріст забезпечує біомаса зоопланктону від 3-5 г/м³ і вище в основному за рахунок гіллястовусих та веслоногих ракоподібних, які являються основними об'єктами харчування веслонісу. Удобрення ставків проводять як органічними (вносять в ложе ставка) так і мінеральними (треба вносити в розчиненому вигляді) добривами. При сприятливих умовах цьоголітки можуть досягати маси 0,1, а шести - семирічки 9-10 кг.

Веслоніс риба малорухлива і дуже спокійна, тому при вирощуванні в ставках цьоголіток і річників, велику увагу треба приділяти захисту молоді від виїдання рослиноїдними птахами. Для вирощування веслонісу і формування маточних стад придатні ставки з товщиною незамерзаючого шару води не менше 1,5 м, а площа зайнята макрофітами не повинна перевищувати 10-20%.

Вирощування веслонісу можна проводити в водоймах комплексного призначення, як природних, так і штучних. Природні водойми краще

зариблювати річниками, або дволітками (з масою 150-200 г.), для запобігання їх виїдання хижаками. Для стримування заростання водойм водною рослинністю рекомендується використовувати полікультуру білого амура. При вирощуванні в природних і штучних водоймах півдня статевої зрілості веслоніс досягає на 8-10 році життя, а в водоймах охолоджувачах ще раніше.

Вихід цьоголіток веслонісу з підрощеної молоді (600 мг) становить 70%, річників після зимівлі – 80%, дволіток – 90%, а старших вікових груп не менш ніж 95%.

Бонітування плідників проводять навесні (березень-квітень). Кожну рибу оглядають, мітять, зважують, зміряють, визначають вік, стать, ступень виявлення статевих ознак, готовність до відтворення. Для подальшої племінної роботи у плідників і старших груп ремонту обов'язково визначають основні екстер'єрні ознаки.

При формуванні маточних стад для одержання харчової ікри (веслоніс – один із найбільш перспективних об'єктів цього напрямку аквакультури), особливий інтерес викликають дослідження пов'язані з раннім, прижиттєвим визначенням статі осетроподібних риб. Для прижиттєвої діагностики статі веслонісу можуть використовуватися деякі морфологічні показники (довжина роструму, голови, загальна довжина, довжина тіла, маса), але сьогодні, в основному, використовуються прижиттєва діагностика статі молоді за допомогою УЗІ, яка дає більш ніж 80% достовірності.

У самок, що придатні для робіт з штучного відтворення черевце опукле й м'яке. Ступень зрілості гонад визначається за допомогою біопсії них проб. Для цього застосовують спеціальний щуп за допомогою якого через прокол зроблений під кутом 30° у каудальній частині яєчника вилучають декілька овоцитів. Якщо прокол зроблено вірно, це не завдає рибі шкоди, а ранка швидко загоюється.

Для подальших робіт з штучного відтворення відбирають самок з гонадами на завершеної IV стадії зрілості. Овоцити таких риб мають діаметр 2,1-3,0 мм., добре виражений анімальний полюс і високий тургор, ядро, при візуальній оцінці, лежить впритулок до оболонки.

Ступінь зрілості яйцеклітин визначають за ступенем поляризації ядра – **L**. Для цього овоцити кип'ятять дві хвилини, розрізають бритвою по осі від анімального до вегетативного полюсу. Під бінокуляром вимірюють відстань від ядра до оболонки анімального полюсу овоциту – **A** і найбільшу відстань між полюсами (діаметр клітки) – **B**. Показник поляризації (**L**) розраховується з формули: $L = A/B$

Чим менше значення **L**, тим більш завершена IV стадія зрілості гонад. Для штучного відтворення можна використовувати самок у яких показник

поляризації ядра овоцитів не меншим 0,03 і не перевищує 0,13-0,14. Найкращі результати отримують при показнику поляризації 0,05-0,07.

Зрілі самці мають шлюбне вбрання (шорсткий “перлистий” висипу на голові та рострі), а при натисканні на черевце виділяється молочко.

Самок, що мають овоцити на незавершній IV стадії, та самців, що не “течуть” відсаджують у переднерестові ставки для дозрівання. Риб, що мають яйцеклітки з ознаками резорбції (руйнування оболонки, слабкий тургор, порушення пігментації, L нижче 0,02) вибраковують.

Відібраних для штучного відтворення плідників утримують у невеличких (0,1-0,2 га) ставках глибиною 1,5-2,0 м з добрим водообміном і кисневим режимом при щільності посадки – 500 екз./га. По мірі необхідності плідників вилучають з переднерестових ставків і переносять у риборозплідний цех.

Після проведення гіпофізарних ін’єкцій плідників утримують у земляних садках, або басейнах різної форми площею 15-20 м³ і глибиною 1,5-2,0 м. при щільності посадки 1 екз. на 4 м³. У садках і басейнах потрібно забезпечити добрий водообмін і вміст розчиненого у воді кисню не менше 5 мг/дм³

Дозрівання плідників стимулюють суспензією ацетонованих гіпофізів осетрових риб. Для самок використовують дворазову ін’єкцію – попередню і вирішальну. Застосування наведених у табл. доз попередніх ін’єкцій, в оптимальному температурному діапазоні, забезпечує можливість отримання ікри високої рибницької якості. Інтервал між попередньою і вирішальною ін’єкціями становить близько 24 годин. Ефективна доза гіпофізу під час вирішальної ін’єкції для самок в оптимальному температурному діапазоні (12-16°C) – 6-7 мг/кг, при температурі 13-14°C – 8 мг/кг. При високій температурі води (18°C) і роботі з самками що мають гонади на IV-V стадії зрілості вирішальні доза може складати 5-5,5 мг/кг, а інтервал між ін’єкціями скорочується до 12 г. На відміну від попередньої ін’єкції незначне збільшення або зменшення завершальної дози, як правило, не приводить до погіршення якості ікри, а тільки прискорює, або уповільнює час овуляції.

Таблиця 11.1 – Попередні дози суспензії ацетонованих гіпофізів для самок веслоноса в залежності від показника поляризації ядра (L).

Показник поляризації ядра (L)	Попередня доза суспензії гіпофізу, мг/кг маси риб
0,04–0,06	0,4–0,6
0,06–0,08	0,6–0,8
0,09–0,09	0,8–0,9
0,10–0,13	1,0

Після ін'єкції самок і самців обов'язково утримують роздільно. В залежності від температури води дозрівання самок після вирішальної ін'єкції триває від 18-21 (17-19°C) до 21-24 (14-16°C) годин. Значні коливання температури підчас дозрівання самок негативно впливають на якість ікри, тому бажано забезпечити у риборозплідному цеху систему водопостачання з терморегуляцією. Для запобігання запалення, що має місце після ін'єкцій рекомендується застосовувати пенициллин – 50 тис. МО на плідника.

Крім АГ осетрових риб і власних гіпофізів для стимулювання дозрівання веслонісу можна використовувати лютеїнізуючі гормони, сурфагон, гліцеринові препарати осетрових гіпофізів, ацетонова і свіжі гіпофізи ляща і сазана.

Широкі можливості відкриває перспектива розробки методів керування статевим циклом веслонісу. Встановлена принципова можливість одержання повноцінного потомства веслонісу в період з грудня по червень.

Якість ікри залежить від точності визначення строків її одержання. Найкращим треба вважати момент, коли частина ікри оволювала й перебуває у порожнині тіла, а решта легко сповзає з ястиків. У риб, що дозріли при легкому натисканні на задню частину черевця з геніталії витікає ікра.

Таку самку обтирають насухо рушником і починають зціджувати ікру у чисту суху посуду (емальовані, або пластикові тази).

Зважаючи на особливу цінність плідників веслонісу слід застосовувати прижиттєві способи відбору ікри. Звичайне зціджування довгий і важкий спосіб. Ікру зціджують порціями по 50-100 мл. з інтервалом приблизно у годину іноді більше. Якість ікри при цьому погіршується з кожною наступною порцією, а значна кількість ікри залишається у порожнині тіла.

Більш ефективним є комбінований метод. Після зціджування першої порції ікри на черевній стороні тіла самки роблять надріз довжиною 8-12 см, після чого самку повертають набік і розсунувши краї надрізу руками відбирають ікру у суху миску. Потім розріз зашивають кетгуттом, або капроновими нитками. Прооперованих таким чином риб відпускають у став (при утриманні в басейнах і садках риба травмується і рана погано загоюється). Плідники веслонісу добре переносять подібну операцію (відхід, не перевищує 20%) і придатні для подальшої роботи. Для полегшення прижиттєвого одержання ікри у самок веслонісу доцільно використовувати спеціальний технологічний стіл, який забезпечує фіксацію риби в момент операції і відбір ікри з надрізу за допомогою

спеціального ікроприймача. Весь процес при цьому забезпечує один спеціаліст (без нього 3-4 робітники) і займає він всього 4-6 хв.

Добрі результати одержують у разі прижиттєвого відбирання ікри у самок веслонісу за допомогою підрізування яйцепроводу. За такий спосіб одержують лише ікру у стані повної овуляції, що позитивно позначається на її якості. Після зціджування першої порції ікри самку відпускають на дозрівання. Приблизно через годину від самки вдається отримати ще 200-300 мл. ікри високої якості. Завдяки простоті і надійності цей метод останнім часом став основним і широко застосовується в рибистві.

Від самки веслонісу масою 10 кг можна отримати 1 кг ікри, від риби масою до 20 кг – 2.3-2,5 кг і більше. При зростанні ваги самок від 10 до 19 кг їх робоча плодючість зростає від 75-155 до 153-361,4 тис. ікринок.

Як правило, після нересту самки веслонісу пропускають один нерестовий сезон, але в деяких випадках може відбуватися повторний нерест наступного року, або його затримка на 2-3 роки.

У самців зціджують в середньому 70 мл. еякуляту. При температурі 14°C запліднюючу здатність сперматозоїди зберігають до 5-8 хв.

Обсіменіння ікри здійснюють напівсухим способом. На 1 кг ікри потрібно 4-10 мл сперми. У велику миску з чистою, відстоюною, або фільтрованою водою приливають молочко із розрахунку 40-100 мл на 10 л води ретельно розмішують і доливають до ікри з якої попередньо злили порожнинну рідину. Протягом 3-5 хв ікру ретельно перемішують пір'їнами. Потім воду з спермою зливають і ікру знеклеюють. Для цього використовують суспензія тальку (100 г тальку і 9,5 г NaCl на 10 л води), річкового мулу, препарат іхтіосепт та ін. Знеклеєння проводять в спеціальних апаратах, або в апаратах Вейса. Процес знеклеєння триває близько години, після чого ікру ретельно і багатократно промивають і розміщують в інкубаційних апаратах. Запліднену ікру захищають від впливу прямих сонячних променів.

Для інкубації ікри веслонісу, як і інших осетрових риб, використовують апарати Ющенка, "Осетер" або Вейса. Щільність закладки ікри в апарат Ющенка – 250 тис., Осетер – 150-180 тис. (в кожний лоток). Починаючи з другої доби ікру в інкубаторах 2-3 рази по 15-20 хв. обробляють малахітовим зеленим, метиленовим синім або фіолетовим К, щоб запобігти сапролегніозу. Добрі результати дає, також, обробка на протязі 10-15 хв. формальдегідом в концентрації 1:500 або 1:1000.

Оптимальний температурний діапазон інкубації 14-18°C. Температура 21-22 °C – верхня, а 10-11°C – нижня границя ембріогенезу. Ембріони веслонісу дуже вимогливі до вмісту у воді розчиненого кисню. Оптимальна концентрація 8-10 мг/дм³. Порогова – 4-5 мг/дм. Оптимальне значення рН – 6,5-7. Для інкубації ікри веслонісу цілком придатна вода з невисокою мінералізацією (до 1-1,5‰). Існують указівки на те, що

ембріогенез може нормально протікає у воді солоністю 3‰. Навіть незначне відхилення від оптимальних умов інкубації призводять до зменшення відсотку вилуплення личинок, а також зменшенню їх життєздатності. Тому, одна з найважливіших умов успішного відтворення веслонісу, оптимізація всіх основних абіотичних факторів середовища..

В залежності від термального режиму, вилуплення вільних личинок починається через 5-12 діб після початку інкубації. Заплідненість ікри визначають на стадії 4-х бластомерів.

Ембріогенез завершується виходом вільних ембріонів (передличинок) з оболонки. Період вилуплення може тривати до 50 г. і більше в залежності від зовнішніх (температура, концентрація кисню, та ін.), і внутрішніх (якості ікри, розмір і активність ембріонів, та ін.) факторів. Це призводить до гетерогенності розмірного складу передличинок і ступеню їх розвитку. Личинки, що виклюнулися першими швидше розвиваються, ростуть і переходять на активне живлення. Вихід вільних ембріонів з ікри високої якості сягає 90%.

Передличинок вилучають з інкубаторів і переносять у проточні лотки або басейни, де їх утримують до переходу на активне живлення.

Тривалість періоду передличинкового розвитку веслонісу залежить від температури утримання. Нижньою границею якої можна вважати 12°C, а верхньою 25-26 °C. При температурі 8-9 і 26°C спостерігається масова загибель вільних ембріонів. Оптимальний для розвитку передличинок вважається діапазон 17-22°C. При цих умовах на екзогенне живлення переходить до 90-95% вільних ембріонів. Передличинки дуже вимогливі до концентрації. Оптимальна концентрація розчиненого у воді кисню 8-10 мг/дм³, критична – 4-5 мг/дм³.

Вільні ембріони веслонісу добре переносять солоність 3-4 ‰. При таких умовах виживання становить 80-95%, а при солоності 6-7‰ спостерігається їх масова загибель.

Підросувати личинок веслонісу можна в ставках. Інколи сей спосіб дає досить задовільні результати. Так у Краснодарському краї личинок середньою масою 20,1 мг вирощували у малькових ставках площею 0,2 га при щільності посадки 20 тис/га. Попереднє ставки удобрювали перегноєм (600 кг/га) і вносили культуру дафнії. Температура вирощування 16-19°C, насиченості води киснем 80-95%. За 11 діб вирощування маса личинок збільшилась до 96,8 мг, а вихід становив 42,5%. Але, досвід більшості інших господарств свідчить про те, що такі результати є скоріше виняткові, чим звичайні.

Значно надійнішим і ефективним є спосіб підросування личинок веслонісу у проточних бетонних і пластикових басейнах, лотках різного типу, ваннах, напівзамкнених і замкнених рециркуляційних системах, рибниках встановлених у ставках або басейнах. Застосовуються різні

системи очистки і поновлення води, інтенсивність водообміну. Личинок годують наупліями артемії, дафнією, циклопами, та іншими планктонними організмами, отриманими штучно, або природного походження. В залежності від біотехніки вирощування, що застосовувалась, значно коливалися строки вирощування, розміри молоді її вихід після вирощування. Найважливішим фактором, що впливає на зазначені показники, є температура води, наявність адекватних кормів і щільність посадки. У 15-20 добовому віці у личинок веслонісу спостерігається канібалізм і якщо в цей час не проводити сортування молоді за розмірами і не зменшити щільність посадки личинок, то вихід підрощеної молоді буде досить низьким.

Оптимальна температура вирощування личинок 20-24°C, з підвищенням на більш пізніх етапах вирощування до 25-26°C. Нижньою температурною границею слід рахувати 16-17°C, верхньою – 30-32°C. Оптимальна концентрація розчиненого у воді кисню – 75-95%, рН – 7,0-8,9.

Як показали дослідження проведені на осетрових заводах Астраханської області, господарствах Краснодарського краю та ін. найбільш ефективним є комбінований спосіб вирощування личинок веслонісу:

На першому етапі (до 15-20 діб) личинок підрощують у прямооточних басейнах, лотках, апаратах “Амур”, напівзамкнених, або замкнених рециркуляційних установках при щільності посадки від 5-10 до 25-50 екз/дм³ і більше. За цей період вони досягають ваги 150-300 мг. У період підрощування личинок годують наупліями артемії, зоопланктоном, штучними кормами. У ході вирощування щільність посадки поступово зменшується. Використання такої технології забезпечує вихід у кінці вирощування від 40 до 60%.

На другому – личинок вирощують безпосередньо у ставках або у спеціальних садках-рибниках, що в них встановлені. При цьому використовується як природна кормова база ставків (яку підтримують на високому рівні), так і штучні комбікорми різної рецептури і виробництва, які містять близько 45% протеїну (тваринного походження) і 15% жиру, а також різноманітні премікси.

Великий інтерес уявляє застосування для заводського відтворення веслонісу рециркуляційних установок. Це дозволяє керувати усім процесом вирощування молоді, підтримувати найбільш сприятливі (оптимальні) умови, збільшувати щільність посадки і отримувати високу кінцеву продукцію при відносно невеликих витратах.

Технологія вирощування веслонісу до маси 1-2 г в установках із замкнутим циклом водопостачання розроблена ВНІРГом. Індустріальний комплекс для відтворення веслонісу включає вирощувальну установку з

замкнутим циклом водозабезпечення, потужністю 10 т рибопосадкового матеріалу коропа, установку для вирощування ремонту і утримання плідників, секцію інкубації ікри та дільницю для вирощування і зберігання кормів.

Інкубаційна секція укомплектована апаратами Вейса, в яких, при температурі 15°C, інкубують ікру веслонісу. Вільних ембріонів витримують у лотках при щільності посадки 100-150 тис./екз. на лоток. При температурі вирощування 20°C за 6-7 діб маса вільних ембріонів зростає з 10 до 20 мг. Вирощування молоді триває 25 діб (чотири цикли по 6 днів кожний). Температура, в період вирощування, 20-22°C, насичення води киснем 100-140%. Годівля риб багаторазова (до 24 разів на добу). На першому етапі личинок дорощують до маси 80 мг. Годують їх сумішшю із декапсульованих яєць артемії 50% і сухого стартового корму (ЛК-5) 50%. На другому етапі молодь дорощують до маси 300 мг. У перші 2-3 доби корм складається з 40% яєць артемії і 60% корму ЛК-5, а пізніше з 20 і 80% відповідно. Щільність посадки личинок становить 12 тис. екз/м³. Добовий раціон зменшується від початку к кінцю вирощування з 20 до 10% від маси личинок, а доля комбікорму зростає і на останньому етапі вирощування (до маси 1000 мг) становить 100% раціону. При такій технології вирощування вихід молоді становить до 80% від кількості вільних ембріонів, що виклюнулися. Застосування при годівлі личинок зоопланктону може значно покращити результати вирощування молоді. Вирощену в рециркуляційних установках молодь використовують для зариблення ставів, де цьоголітки за вегетаційний період набувають масу 180-200 г.

Звичайна щука *Esox lucius Linne* розповсюджена на території Європи, Азії, Північної Америки, тобто у водоймах всієї північної кулі переважно вище 48-50° північної широти. У водоймах Криму і Карпат щука не водиться за винятком випадків коли її штучно розводять у ставах. Живе вона серед водної рослинності, малорухлива, полює переважно з заростей. Статевої зрілості досягає на 2-4 році життя при довжині тіла 20-50 см. Щука, яку вирощують у штучних умовах (в ставах) росте і досягає статевої зрілості швидше, чим в природних водоймах завдяки більш високій температурі води і кращій забезпеченості кормом. Завдяки цьому статеві залози можна помітити у річників щуки вже у червні при довжині 15-16 см і масі 50-70 г, а у деяких самців при натисканні на черевце може виділятися зріле молочко.

Нерест проходить навесні відразу після розкриття льоду (іноді під льодом) при температурі води 3-10°C. У природних водоймах спостерігається декілька нерестових підходів: в березні, квітні і травні. Найбільш чисельна і життєздатна березнева генерація щуки. Ікра щуки надзвичайно чутлива до зміни температури. Різкі зміни (стрибки)

температури, навіть у межах оптимуму, можуть привести до масової загибелі ембріонів. Плідність щуки коливається від 5,8 до 350 тис. ікринок, а у особливо великих екземплярів може сягати 1 млн. ікринок. Ікра, жовтуватого кольору, діаметр яйцеклітин, що оволювали – 2,5-3,0 мм. На протязі 1-2 годин після запліднення ікринки прилипають до підводної рослинності, а потім втрачають липкість, відриваються і падають у придонний шар. В залежності від температури середовища, личинки довжиною 6,7-7,6 мм, викупляються через 10-20 днів. Мальки в першій половині літа харчуються планктонними ракоподібними і личинками хірономід. При довжині 13-17 мм щурята переходять до хижого способу життя. Риби старшого віку полюють на рибу різних видів. Розміри жертви іноді можуть становити 50% розміру самого хижака, а кормовий коефіцієнт сягає 3-8, тобто для приросту 1 кг маси щуці потрібно з'їсти 3-4 кг риби.

Дорослі риби менш чуттєві до змін навколишнього середовища. Оптимальною температурою для нагулу можна вважати 14-20°C, однак щука продовжує харчуватися на протязі всього року. Витримує зниження температури до 0,2°C і її підвищення до 30°C. Критичним для виду вважається концентрація розчиненого кисню у воді до 1-1,5 мг/дм³. Оптимальні значення активної реакції середовища – 6,0-8,0, але переносить зниження рН до 4,3.

Темп росту щуки міняється в широких межах у залежності від умов нагулу. В озерах північно-західної частини Росії цьоголітки, як правило, мають масу 25-30 г, дволіток 300 г, трьохлітки до 700 г, а чотирьохлітки – 1 кг. У південних областях швидкість росту щуки вище (цьоголітки до 100-250 г, трьохлітки 2-3 кг.). Зустрічаються екземпляри щуки довжиною більше 1,5 м і масою 35-65 кг.

Для ставкових і озерних господарств щука – прекрасний об'єкт полікультури і біологічний меліоратор.

На території України початок штучного розведення щуки припадає на 30-ті роки минулого сторіччя. Спочатку для нересту відгороджували ділянку ставків площею 0,3-0,4 га і запускали туди гніздо плідників (самка і 3-4 самця). Після нересту плідників вилучали з ставка. Така організація нересту була дуже примітивна. Вона не забезпечувала точного обліку личинок. Тому в одних ставках було перенаселення щурятами і до осені вони не встигали досягнути товарної ваги, в інших - їх було мало і смітна риба не виїдалась повністю.

У окремих господарствах при трирічній системі вирощування товарної риби плідників щуки підсаджували на весні в нагульні стави, в восени цьоголіток садили в зимувальні стави і зберігали до весни, як посадковий матеріал.

Останнім часом у рибгоспах практикується гніздовий, груповий та масовий нерест щуки. При гніздовому нересті в один нерестовий став площею 0,02-0,05 га. поміщають одне гніздо плідників. Вихід молоді в цьому випадку повністю залежить від якості плідників, підготованості ставка, часу вилучення мальків, або плідників з нерестового ставу. За такий спосіб одержують переважно 10-20 тис. 12-14 денних мальків.

Частіше в господарствах використовується груповий спосіб – в нерестовик площею 0,015-0,020 га. запускають 3-4 гнізда плідників. Для підвищення ефективності нересту в цьому випадку потрібно щоб самки були приблизно однакові за віком, масою, та ступенем зрілості статевих продуктів. Якщо плідники підібрані вдало, то нерест відбудеться майже одночасно, що істотно підвищує вихід молоді, який в цьому випадку може досягнути 10-15 тис. шт. від кожного гнізда. В цьому випадку для забезпечення господарства рибопосадковим матеріалом щуки в потрібному обсязі достатньо мати 2-3 невеликих нерестових ставка.

Масовий нерест застосовується в господарствах, де нерестові ставки відсутні. В цьому випадку в один став площею 0,5-1,0 га запускають від 10 до 40 гнізд плідників, залежно від потреби в мальках. Такий спосіб має істотні недоліки. Пер за все мальки і плідники, які віднерестилися раніше можуть знищити значну кількість молоді більш пізніх генерацій. Крім того значна площа ставів, що використовуються, ускладнює облов ставів, що триває кілька днів і підвищує втрати завдяки канібалізму. Тому до 40-60% одержаної за такий спосіб молоді гине, але завдяки великій кількості плідників такий спосіб одержання молоді є досить ефективним. В середньому від одного гнізда одержують 0,5-3 тис. мальків, а з одного ставка від 5-20 до 30-120 тис. шт. рибопосадкового матеріалу.

Для нересту щуки непридатні замулені ставки бідні водною рослинністю. Якщо нерестовий ставок слабо зарослий у береговій зоні встановлюють штучні нерестовища із розрахунку 5-6 м² нерестового субстрату на гніздо. Для виготовлення штучних нерестовищ використовують траву, капронову сітку та інший субстрат. Нерестовик заповнюють водою на 0,3-1,0 м (оптимальна - 0,5 м) в залежності від температури води. Дно ставків не повинно бути мулистим, не бажані, також, торфові ґрунти. Важлива умова високого виходу молоді при природному нересті в ставах - наявність достатньої кількості зоопланктону. Недостатня кількість корму в перші дні після початку харчування призводить до незворотних процесів, порушень розвитку і масової загибелі личинок.

Для нересту, восени, відбирають, переважно, плідників віком від 5 до 8 років. Однією з основних ознак статевої відмінності є розмір, форма та забарвлення сечостатевого отвору. У самців він являє собою вузьку, довгасту щілину, що в нижній частині біля анального плавця закінчується

тонкою поперечною виїмкою. Забарвлення біля сечостатевого отвору до початку січня таке саме, як і черевця, в січні і на початку весни іноді блідо-рожеве. У самок отвір значно ширший і має вигляд овального заглиблення, оточеного валикоподібним підвищенням світло-рожевого кольору. Воно звисає над поперечним заглибленням і закриває його. При відборі плідників не слід натискати на черевце, бо кількість сперми у самців дуже незначна і це може призвести до того, що вони стануть неповноцінними. З шукою треба поводитись дуже обережно, бо навіть незначні травми та пошкодження шкіри спричиняють у неї захворювання на сапролегнію.

В залежності від температури ікра розвивається протягом 10-20 днів. Резорбція жовткового міхура завершується через 8-10 днів (90-96 градусоднів), на 3-4 день після цього личинок (12-13 денних) можливо пересаджувати до нагульних ставів. Пересадка личинок в більш ранній термін небажано, тому що вони прикріплені до рослин і дуже чутливі до травм. Зволікання з обловом і пересадкою приводить до зменшення виходу личинок в результаті канібалізму після їх переходу на активне живлення.

Середній вихід личинок з заплідненої ікри шуки становить 71,5% (66-80%). Личинку з нерестових ставків виловлюють сачками з млинного газу в каналах меліоративної мережі, після спуску води.

Заводський спосіб відтворення шуки має значні переваги перед екстенсивним методом. Вирощування молоді в садках, їх годівля, відлов і відправки в нагульні ставки більш ефективний і простий, ніж ставовий метод.

Для заводського розведення шуки краще використовувати плідників середнього віку 3-6 років: самок вагою 1,5-4,0, а самців 0,8-2 кг. Плідників заготовлюють восени, або раною весною в природних водоймах. Кращими є плідники, що вилучені перед нерестом. Вихід личинок і їх життєздатність в цьому разі набагато вища.

Відібраних плідників утримують в невеликих ставках або садках, окремо самок і самців. Коли температура сягає 5-6°C самок щодня перевіряють на зрілість, щоб уникнути їх перезрівання. У зрілих риб при натисканні на черевце ікра вільно витікає. Усі самці в цей період, як правило, текучі.

Для прискорення дозрівання плідників, використовують гіпофізарні ін'єкції суспензії свіжого, або АГ гіпофіза шуки чи сазану. На 1 кг живої ваги самки вводять 3-4 мг суспензії АГ, самця – 1/2 цієї дози. При використанні свіжих гіпофізів шуки – 2 мг/кг для самок і 1 мг/кг для самців. Овуляція настає через 36-48 годин (іноді більше) після ін'єкції.

Перед відбором ікри риб витирають насухо рушником, а ікру відціджують, натискаючи і поглажуючи черевце, у сухий таз. Молочко відбирають від живих, або забитих самців, причому в останньому випадку його одержують більше. Для штучного запліднення ікри молочко

поступово приливають до ікри перемішуючи її гусячим пером. Потім додають трохи води і знов щільно перемішують. Через 4-5 хвилин запліднену ікру багаторазово промивають чистою фільтрованою водою як правило цього достатне щоб запобігти її склеюванню. Промиту ікру на 2-3 години залишають у тазу на слабкому протоці, в цей період відбувається її набухання. Для інкубації використовують апарати Вейса, або Амур. Норма завантаження 60-90 тис. ікринок на 1 дм³. при проточності 4-6 дм³/хв. Вміст розчиненого кисню треба підтримувати не нижче 4 мг/дм³. Для завершення ембріогенезу потрібно 120-130 градусоднів. При середній температурі 6°C це становить приблизно 20 днів, а при 12°C – 10 днів. Для запобігання грибковим захворюванням застосовують бактерицидні установки.

На стадії рухливого ембріону ікру переносять у проточні лотки, де личинка яка виклюнулася перебуває в стадії спокою 8-10 днів (в залежності від температури води). Норма завантаження – 120-150 тис. личинок на лоток Єйського типу. Проточність, в цей період становить 5-6 дм³/хв., вміст розчиненого кисню в воді – 6-7 мг/дм³. На 8-10 добу, після резорбції жовткового міхура на 3/4, і початку живлення, личинок пересаджують в нагульні ставки. В цей період вони найбільш стійкі до зовнішнього впливу. Вилуплення ембріонів складає 70-75%, від посаженої на інкубацію заплідненої ікри, а в лотках (або в садках) виживає майже 100% личинок.

Процент відходу личинок і молоді щуки, а також якість майбутнього потомства цілком залежать від якості плідників. Тому заготівлі і утриманню плідників щука в господарствах слід приділяти велику увагу. Влітку для цього можуть використовуватись ставки площею 0,2-1,0 га, глибиною 0,5-2,0 м. Приблизно 50-60% таких ставків повинно бути зайнято надводною та підводною рослинністю. Для годівлі щуки в ставки саджають малоцінну рибу із розрахунку 1,5-2,5 кг на плідника. При такому утриманні приріст становитиме 400-700 г. Для зимівлі використовують невеликі ставки (до 0,5 га), глибиною 1,5-2,0 м. Щука живиться і взимку, тому в зимували підсаджують дрібну рибу – карася, плітку, тощо.

Ставки, що використовуються для вирощування щуки повинні повністю спускатися і обловлюватися. Не бажано вирощувати щуку в ставах, які розташовані вище розплідників, бо в разі попадання в них щурят вони можуть знищити багато молоді коропових риб.

Судак *Lucioperca lucioperca (L)*. Існує дві форми судака – туводна і напівпрохідна. Туводна форма поширена в басейнах рік Чорного, Азовського, Аральського, Каспійського і Балтійського морів. Напівпровідна, розповсюджена у солонуватих водах південних морів і для нересту заходить у ріки Дніпро, Дністер, Кубань, Дон, Волгу, Урал та ін.

Судак має високу екологічну пластичність, здатний переносити значне зниження концентрації кисню у воді і солоність до 11-14‰.

Ареал поширення судака значно поширився завдяки діяльності людини. Наприкінці XIX століття він був завезений у деякі водойми Великобританії, а в 50-х роках XX століття в озера Балхаш, Ісик-Куль, Чабаркуль, Байликуль та ін, а також в у деякі водойми Карелії, Латвії та ін.

Статевозрілим прохідний судак стає у віці 3-5 років, напівпрохідний у віці 4-7 років. Ікра у судака дрібна з великою жировою краплею. Діаметр оволююваних яйцеклітин 1,25-1,40 мм, плідність від 200 тис до 1 млн. ікринок. Нерест проходить у квітні-травні при температурі води 12-26°C. Місце для відкладання ікри вибирає самець, ретельно очищує його від мулу. Судак не вибагливий до нерестового субстрату. У деяких водоймах самки відкладають ікру на рослинність, в інші на пісок або каміння. Судак дуже легко відкладає ікру на різні штучні субстрати, листи дерев, залишки мереж, мішковину, шифер та ін. Самець охороняє відкладену ікру, оберігає її від замулювання. При температурі 9-11°C ембріогенез продовжується 10-11 діб, при 18-20°C – 3-4 доби. Довжина личинок, що виклюнулися, близько 4 мм. Після переходу на активне живлення вони споживають дрібних планктонних ракоподібних. По - мірі росту розміри харчових організмів теж зростають в їжі з'являються хирономіди та інші об'єкти. На другому місяці життя судак переходить на харчування великими безхребетними: мизідами, кумовими раками, а також молоддю риби. Дорослий судак хижак. У південних областях України при сприятливих умовах нагулу річники досягають маси 200-300 г і більше, а дворічки – 1 кг. Максимальна довжина судака може перевищувати 130 см., а маса – 20 кг. Звичайні розміри у водоймах України 50-75 см при масі 2-6 кг.

При відтворення судака екстенсивним способом плідників можна безпосереднє вселяти в нагульні коропові ставки із розрахунку 1-4 гнізда (в залежності від стану кормової бази) на 10 га. При такому методі спочатку в став вселяють судака, а після того як його нерест відбувся – карася. До початку нересту карася та появи його личинок, молодь судака переходить до хижого способу життя і починає живлення молоддю карася і цим очищає став від надмірності цієї риби, яка дуже повільно росте. Молодь карася, що підросла, стає недоступною для судака і в цей час він переходить на харчування вівсянкою, пліткою, пічкуром, верховодкою або іншою рибою. За такий спосіб можливо не тільки позбавитися смітної риби у ставах і звільнити необхідну для коропу харчову нішу, а й отримати значну додаткову продукцію у вигляді цінного об'єкту – судака.

Другий спосіб дуже нагадує такий, що застосовується при відтворенні щуки. Природний нерест судака відбувається в нерестових, або невеличких зимувальних ставках, а отриману молодь використовують для

зариблення нагульних ставів. Важлива умова – якомога раніше провести нерест і отриману личинку пересадити в нагульний став до викльову з ікри личинок карася та інших риб.

Для відтворення судака успішно використовують як плідників вирощених у ставкових господарствах, так і плідників, яких виловили в природних водоймах у переднерестовий період. Як показала практика більш ефективним є використання плідників судака, що вирощені в умовах ставкових господарствах. Такі плідники досягають статевої зрілості на 1-2 роки раніше, ніж риби з природних водоймищ, вони менш схильні маніпуляційному стресу під час риборозплідних робіт, мають більш високу плодючість і вгодованість.

Судак дуже чутливий до різних ушкоджень. Навіть незначні травми приводять до того, що риби або гинуть, або не нерестяться. Тому дуже часто значна кількість плідників, що виловлені в природних водоймах вибраковується. Судак дуже вимогливий до вмісту в воді кисню. Вже при концентрації 4 мг/дм^3 і нижче він почуває себе пригнічено, а при $0,8-1 \text{ мг/дм}^3$ гине, причому самки більш чутливі ніж самці. Найбільш придатні для штучного відтворення самки масою $1,5-2,5 \text{ кг}$, і самці масою $0,8-1,5 \text{ кг}$.

Плідників, що заготовлюють в природних водоймах восени, утримують в проточних зимувалах, куди підсаджують малоцінну рибу, кількість якої повинна становитиме $100-150\%$ від ваги плідників, тому що взимку судак продовжує харчуватися, а від його вгодованості залежить успіх весняної нерестової компанії.

Плідників, що заготували навесні, утримують роздільно самок і самців у проточних незамулених ставках з добрим кисневим режимом.

Для нересту використовують невеликі зимувальні, маточні або інші ставки, що мають видовжену форму, глибину до 2 м і добрий водообмін. На нерест плідників випускають за $1-1,5$ місяці. Оскільки у нерестових ставках риба знаходиться тривалий час її треба добре годувати малоцінною рибою.

Перед нерестом у ставках встановлюють штучні “гнізда” що виготовляють з верби, лози, трави та інших матеріалів. Найбільш поширені гнізда уявляють собою коло діаметром $0,5-1,0 \text{ м}$ або квадрат з лози або іншого гнучкого дерева чи дроту, що скріплюється тонкими корінцями, або мотузками. На таке гніздо накладається нерестовий субстрат (завтовшки $5-6 \text{ см}$) і добре прикріплюється до гнізда нитками.

Штучні гнізда виставляють при температурі води $8-10^\circ\text{C}$ на глибині $0,5-1,2 \text{ м}$ у зоні з доброю проточністю. На кожні $15-20 \text{ м}^2$ дна встановлюється одне гніздо. На кожне гніздо садять одну самку і двох самців. Щоранку гнізда перевіряють, ті на яких відкладена ікра, переносять у нагульні ставки. Від однієї самки одержують в середньому $25-30$ тис. личинок.

Таким чином одного гнізда досить для заселення 10-15 га ставу. При температурі 9-10°C ікра розвивається 10-12 діб, при 12-14°C – 7-9 діб, при 15-17°C – 5-6,5 діб, а при 19-21°C – 3-4 доби.

У період вилуплення личинок вода в ставки не подається, а на водовипуск встановлюють млинний газ.

До активного живлення личинки судака переходять на 6-8-у добу після викльову при довжині тіла 5,5-6,5 мм в цей час їжею їм служить зоопланктон (коловертки, наупліями копепод та ін.). При довжині 12-17 см молодь переходить до хижого образу життя.

Для подальшого вирощування личинок судака виловлюють з нерестовиків відразу після їх переходу на активне живлення. Молодь йде за водою, тому виловлювати її не складно. На водовипуску встановлюють спеціальну сажалку, після цього воду з ставка скидають, а молодь накопичують в сажалці, а звідти переносять у нагульні ставки, або розвозять по іншим господарствам. При транспортуванні можна використовувати живорибні машини, або мішки з поліетилену, наповнені водою і киснем.

Сом європейський *Silurus glanis* L. Населяє озера і ріки Європи від Рейну до сходу. На півночі розповсюджений до півдня Фінляндії, на півдні – до Малої Азії, Каспійського й Аральського морів і басейнів річок, що впадають у них. Немає сома в ріках Сибіру. Відсутній він також у Великобританії, на Піренейському півострові у Франції, Італії і західній частині Греції.

Сом відрізняється високою екологічною пластичністю. Живе в придонному шарі води, під корчами у вирах, ямах, біля гребель. Добре переносить зниження концентрації кисню у воді. Не уникає солонуватої води, годується в лиманах Дніпра, Дністра, опріснених зонах Азовського, Аральського і Каспійського морів. На нерест іде у прісну воду, хоча в літературі описується природне відтворення сому у солонуватих водах Аральського моря.

Росте сом швидко. Статевої зрілості досягає на 3-4-му році життя при довжині 44-60 см. Нерест відбувається в травні-червні при температурі води 18-22°C, на спокійній течії на глибині 0,5-1,0 м. Робоча плідність в середньому складає 130 тис. ікринок. Відносна – 9-18 тис./кг маси. Ікра куляста, клейка, міцно прикріплюється до нерестового субстрату.

Улюблене місце нересту сома – підводне коріння дерев, очерету та інших водних або коловодних рослин. Перед нерестом самка викопує гніздо, у вигляді ямки, що розташовано проміж коренів рослин. На дно гнізда вона відкладає ікру, яка негайно запліднюється самцем. Після того, як ікра відкладена, вона ретельно охороняється плідниками до того часу, коли з неї не вийдуть личинки. Діаметр зрілої ікри становить 3 мм. Ембріогенез триває 3-4 доби в залежності від температури води. Довжина

личинок, що виклюнулися 7 мм. Після викльову вони прикріплюються до субстрату, мають добре виражений негативний фототаксис. Метаморфоз завершується через 12-15 діб.

Після переходу до активного живлення личинки сому використовують зоопланктон, молодь – зообентосом (насамперед черв'яками), комахами та іншими водними організмами. Дорослі особі – хижаки. Харчовий раціон дорослого сому дуже різноманітний – від молюсків і жаб до досить крупних щук не кажучи вже про більш мілку рибу. Поїдає сом птицю, водяних щурів і навіть собак. Не хехтує сом падлом. В умовах України сом взимку не живиться, тому зимувати може з коропом, рослиноїдними рибами тощо. При цьому у ставках зовсім не потрібно утримувати смітну рибу для його підкорми, як це робиться з щукою і судаком.

При похолоданні в природних водоймах сом тримається на глибу. Добре витримує тривале охолодження води до 1-0,2°C.

Відтворення та вирощування сому не потребує будівництва спеціальних ставків та споруд. Для цих цілей зазвичай використовуються звичайні коропові ставки. Нерест і підросування молоді може відбуватися у зимувальних ставках, які в цей період не використовуються.

Плідників сома для цілей відтворення заготовлюють в природних водоймах не пізніше чим за рік до нересту, бо вони повинні добре адаптуватися до нових умов. Найбільш зручний час для заготовки плідників – осінь або зима. В цей період фізіологічний стан і вгодованість риби найкращі, а завдяки низьким температурам вони відносно легко переносять вилов, утримання і перевезення. Крім того сом в цей період концентрується на зимувальних ямах, що дає можливість провести заготівлю плідників найбільш ефективно. З метою рибництва відбирають плідників віком 5-9 років, масою до 10 кг.

Зразу ж після сходу льоду на ставах проводять облов плідників і відокремлюють самок від самців, щоб уникнути травмування. В цей час риба починає активно харчуватися, тому в ставки, де утримуються плідники підсаджують дрібну смітну рибу, в кількості приблизно 30-40% від загальної ваги плідників. Переднерестове утримання в ставках плідників сома триває до кінця травня – початку червня. Коли температура води сягає 20-22°C плідників переводять в нерестові ставки.

Стать риб визначають за зовнішніми ознаками. У самок сома голова закруглена, черевце округлої, опуклої форми, статеві соски мають закруглену форму і яскраво червоний колір (перед нерестом). У самців голова трохи кутовата, черевце підтягнуте і трохи вдавнене з боків, статеві соски більш видовжені і мають вигляд наконечника списа.

Для нересту сома найбільш придатні невеликі ставки (500-700 м²), що використовуються для зимівлі коропових риб. Нерестовик повинен мати тверде дно (бажано піщане). Вода подається відстояна, без мулу. Як

нерестовий субстрат використовують штучні гнізда, виготовлені з повітряних коренів верби, схожі на ті, що застосовуються для нересту судака, але декілька більшого розміру. Виготовляють їх з лози або дроту, у вигляді круга діаметром 60-70 см, що переплітають 3 мм алюмінієвим дротом, або лозою за зразок сегментної решітки. На цю основу капроновими нитками кріпиться нерестовий субстрат – корінці верби. Щоб закріпити гнізда у дно вбивають декілька кілків вершини яких зводять до купи і зв'язують. Між ними на відстані 30-40 см від дна кріпиться штучне гніздо, а зверху над ним на відстані 30-40 см навішують ще жмутки корінців верби.

Штучні гнізда по 3-4 виставляють у ставок на відстані 1,5-2 м від берега в районі подачі води. Стави заливають водою на 0,8-1,0 м за добу до посадки плідників рівень води в період нересту повинен бути постійним. Коли вода в ставах досягає температури 20-22°C в них запускають плідників. Треба брати до уваги, що у нерестовий період соми дуже агресивні і можуть завдати значних пошкоджень собі і людям, тому брати їх найкраще у спеціальну пастку-мішок, що виготовляється з капронового газу, мішківни, або делі-хамсоросу. Відбираються здорові, неушкоджені плідники приблизно однієї ваги. Співвідношення самок і самців 1:1. Перед посадкою у ставок самку зважують. Різниця маси перед і після нересту дає приблизну уяву про кількість відкладеної ікри.

Значно підвищити ефективність нересту можна за рахунок гіпофізарної ін'єкції. Для цього з успіхом використовують гіпофізи коропа (сазана), або власні гіпофізи сому, як оброблені ацетоном, так і свіжі. Рекомендована доза - 3мг АГ коропу, або 2,5 мг власного гіпофізу на 1 кг маси. Після цього (переважно увечері) плідників садять у нерестовики, а через 25-30 годин починається нерест, який продовжується від 3 до 5 годин.

Через добу гніздо з відкладеною ікрою виймають з ставу, та оберігаючи від прямих сонячних променів і обсихання переносять у став, де буде проходити інкубація, або в інкубаційний цех. Дуже добре інкубація може проходити, також, в невеликих садках з делі, що встановлюють у ставках. При інкубації треба забезпечити добрий водообмін і насичення води киснем, а також захистити ікру від яскравого світла. При температурі 22°C інкубація триває 80-82 години. Якщо плідники доброї якості запліднення ікри сягає 80-90%, а вихід личинок – 75-80%.

Личинки, що тільки виклюнулись, мають яскраво-жовте забарвлення і кулясту форму. Їх довжина – 2,8-3,2 мм. Вони мають негативний фототаксис і тому концентруються у затінку. У ставку ховаються серед трави, каміння, коренів дерев. На змішане живлення личинки переходять на 4-5 добу. В цей час основним об'єктом харчування для них служать

планктонні ракоподібні – циклопи, дафнії та ін. Після 10 доби, коли жовтковий міхур повністю розсмоктався, личинок починають годувати дрібними хірономідами.

Не рекомендується зариблювати стави, де вирощують коропа і інших риб личинкою сома, бо це призводить до дуже значного їх відходу (до 90% і більше). Щоб цього уникнути молодь сома підрощують в монокультурі до місячного віку, коли вона набуває вагу 3-7 г. Рекомендована норма посадки личинок в ставок – 300-400 тис/га, при цьому вихід мальків становить до 80-85%. Стави повинні мати тверде, не замулене дно, частково заросле м'якою водною рослинністю, що сприятиме розвитку бентосу і насамперед хірономід. Молодь сому у віці 30 діб може використовуватися для вирощування в полі культурі з річниками коропу і рослиноїдних риб із розрахунку 3-5 тис. шт./га. Вихід цьоголіток сому масою 25-45 г при такій технології становитиме 70-75%.

Сом американський каналний (сомик кішка).

Основним об'єктом аквакультури в США є риби з сімейства Ictaluridae. На американських фермах більш ніж в 35 штатах культивують декілька видів американського сомика – кішки: каналного або проточного сомика (*Ictalurus punctatus* Raf), блакитного (*I. furcatus*), білого (*I. catus*) і деяких інших видів.

Перші спроби штучного відтворення каналного сомика у неволі було розпочато у 1890 р., коли встановили, що цей вид добре розмножується у ставках при наявності штучних нерестовищ. У 60-х роках роботи з промислового культивування сомика кішки почалися на півдні США. Вже до кінця 70-х років продукція сома в аквакультурі США складала більше 30 тис. т. на рік.

Найбільшою популярністю користується каналний сомик. Це важливий об'єкт спортивного і товарного рибництва. Має не покрите лускою веретеновидне тіло. Темно-сіре забарвлення спини, і ясно-сіре черевце. Зустрічаються риби чорного, а зрідка білого кольору. Характерна наявність темних плям на боках і плавниках.

Мешкає в озерах і великих річках що мають піщане або кам'янисте дно, від області великих озер на півночі до Флориди на півдні. Для нересту заходить в річкові затони і озера. Звичайна довжина 27-75 см і маса до 7 кг. Зустрічаються особ до 20-50 кг. В умовах України при товарному вирощуванні в ставках маса дволіток досягає 100-150 г, дволіток – 500-600 г, а чотирьох - п'ятирічок 1,5-2,5 кг.

Невибагливий. Витримує підвищення солоності до 10-12 ‰. За деякими даними може нереститися навіть при солоності 6-8‰. Оптимальна температура вирощування – 25-28°C. У зимовий період переносить зниження температури до 0°C. Толерантний до зниження концентрації кисню у воді.

Може харчуватися найрізноманітнішою їжею, в основному безхребетними, але при нагоді охоче поїдає ікру, личинок і молодь риб.

Статевозрілим канальний сом стають на 3-4 році життя при довжині 60-90 см. Нерест проходить в кінці весни – на початку літа (квітень-липень) при температурі 20-23°C. Під час нересту самка відкладає декілька шарів клейкої ікри. Самець запліднює кожен шар окремо. Ікра крупна 3-4 мм в діаметрі. Робоча плодючість самок залежно від віку і маси коливається від 3 до 70 тис. ікринок. Нерестовим субстратом в природних водоймищах служать камені, коріння, рослинність, використовує поглиблення дна водоймищ, нори та ін. Після завершення нересту самець виганяє самку з кубла і залицяється за ікрою і личинками. В цей час самець не тільки вентилює кубло створюючи струм води, але і перемішує ікру плавцями і тілом.

У господарствах по розведенню канального сомика широко використовують як екстенсивну, так і інтенсивну технологію.

Для нересту вибирають риб масою 1- 4,5 кг. Самці відрізняються від самок коротшою і ширшою головою і більш темним забарвленням тіла. З настанням шлюбного періоду на нижній частині голови самців утворюються темні плями, а сечостатевий сосочок набухає і витягується. Самки мають більш витягнутий статевий отвір, який у міру дозрівання стає рихлим, запаленим, припухлим. Ці ознаки визначають готовність риб до нересту. Відібраних плідників на початку зими розсаджують в ставки площею 0,4 га. Самців і самок містять окремо. У переднерестовий період плідників годують свіжою і мороженою рибою, м'ясним фаршем, іноді з додаванням гранульованих кормів.

При екстенсивному способі відтворення відібраних для нересту плідників весною переводять в спеціально підготовлені ставки площею від 0,4 до 26 га. Нерестові ставки заповнюють водою за 30-40 днів до нересту. Щільність посадки риб на нерест варіює від 50 до 330 екз./га. Співвідношення самців і самок 1:1. Як нерестовий субстрат можливо використовувати практично будь-які місткості від молочних бідонів до порожніх каністр, бочок, банок і труб, а також спеціальні дротяні кубла. Єдина неодмінна умова – покриття чорним асфальтовим лаком внутрішньої поверхні майбутнього кубла. Під час нересту сомики розбиваються на пари. Самець запліднює і охороняє ікру, а також личинок до моменту їх переходу на активне живлення.

Часто для нересту канального сомика використовують саджалки площею до 10 м³, встановлені у ставку. В них поміщають штучні кубла і висаджують готову до нересту пару плідників. Після нересту самку з саджалки видаляють, а самець, що залишився, забезпечує охорону і догляд за ікрою. В деяких випадках ікру переносять в інкубатори. Ембріогенез за оптимальних умов продовжується 6-10 діб.

Найбільш надійний, заводський метод відтворення каналъного сомика. З сформованих маткових стад відбирають одомашнених плідників з гонадами на IV; IV-V стадії зрілості. Дозрівання риб стимулюють гормональними ін'єкціями. Застосовують ін'єкції суспензії ацетонований гіпофіза, як власного, так і коропа, сазана і інших риб, або хоріонічний гонадотропін. Самкам, зазвичай, роблять двократну ін'єкцію після чого поміщають в спеціально влаштований басейн із знімним дном, яке і відіграє роль нерестового субстрат. До самки пускають самця. Звичайно їх не ін'єктують. Після нересту плідників та запліднену ікру, разом з нерестовим субстратом, витягують з басейну і поміщають на інкубацію, яку проводять в проточних лотках-інкубаторах. Терміни інкубації приблизно ті ж, що і в природних умовах. Вихід личинок – до 98 % від кількості закладеної на інкубацію ікри, що розвивається.

При будь-якому з описаних способів відтворення особливо відповідальним і складним є момент підбору плідників. Якщо один з них не готов до нересту, партнер виганяє його з кубла, наносить каліцтва і може забити на смерть. Тому при підборі пар в основному керуються їх сумісністю. Від цього в значній мірі залежить успіх відтворення.

Для підрощування личинок використовують лотки, басейни або ставки. Незабаром після початку пігментації личинки починають харчуватися. Їжею їм можуть служити планктонні ракоподібні, але в більшості господарств вже на 4-5 доби після вилуплення личинок починають годувати меленою рибою. На більш пізніх етапах молодь переводять на годування штучними кормами (як пастоподібними, так і гранульованими). Молодь можна підрощують в лотках до стадії цьоголіток, але зазвичай вже через 1-2 тижні після вилуплення її пересаджують у вирощувальні ставки. Їх площа може складати від 0,04 до 2 га (як правило 0,4-0,5 га). Для захисту від хижаків молодь якийсь час містять в саджалках, встановлених у ставку і лише після того, як вона підросте випускають у водоймище. Такий метод підвищує вихід цьоголіток. Годують молодь 4-6 разів на день пастоподібними кормами з рибного фаршу, з боєнських і рибних відходів, кров'яною і рибною мукою, відходів зерновиробництва, жиру і преміксів, а також гранульованими кормами. Щільність посадки памолоді на вирощування варіює від 100 до 200 тис. екз./га. До осені цьоголітки досягають довжини 10-20 см і маси 10- 100 г. Вживання коливається в межах 25 – 65%.

Для культивування каналъного сомика використовують водоймища різного типу: ставки, проточні басейни, відгороджені ділянки різних водоймищ. В основному, це ставки площею 0,4-5 га. Останніми роками з успіхом використовують і більш крупні водоймища. Глибина ставків складає 0,9-1,8 м на півдні і до 3 м на півночі. Оптимальна температурний інтервал вирощування 21,5 – 26,5°C. При температурі нижче 21,5°C ріст

уповільнюється, а при температурі вище 29°C риба припиняє харчуватися. Показник рН для вирощування канального сомика повинен підтримуватися на рівні 6,3-7,5. Величини рН нижче 5 і вище 9,5 – летальні. Товарне вирощування практикується при одне і дворічному обороті. У ряді випадків товарною вважається риба, що досягла протягом одного циклу 0,45 кг. При хорошому водозабезпеченні початкова щільність посадки в цьому випадку може складати від 2 до 6 тис мальків на га. У експериментальних умовах нерідко створюється дуже висока щільність посадки, до 100 тис/га і вище. Однолітки протягом першого сезону вирощування (7 міс.) досягають маси 0,5-0,7 кг, за другий сезон вирощування маса сомика збільшується до 1,2- 1,8 кг, при цьому щільності посадки знижується приблизно в 1,5-2 рази.

Крупні господарства з вирощування сомика обов'язково мають комплекс ставків різного призначення, маточне стадо, інкубаційні цехи. Біотехніка культивування канального сомика знаходиться на дуже високому рівні і постійно удосконалюється.

Домінуюче положення в розведенні сомика кішки в США займають південні штати, завдяки довгому вегетаційному періоду вирощування, але розведення сомика кішки досить широко практикується і на півночі США, де він має досить великий ринок збуту.

11.1 Методи відтворення і товарного вирощування основних об'єктів холодової аквакультури.

Прісноводні лососеві (форель).

Райдужна форель *Oncorhynchus mykiss* – найбільш поширений об'єкт холодової аквакультури. Батьківщина райдужної форелі північна Америка, де вона поширена в річках тихоокеанського узбережжя. Як перспективний і цінний об'єкт аквакультури райдужна форель була акліматизована майже більш ніж у 100 країнах світу від полярного кола до південної Африки.

Оптимальна температура вирощування форелі 16-18°C, але досить успішно витримує вона більш низькі (до 0°C) і високі (до 27-28°C) температури. При температурі вище 22°C і нижче 4-6°C форель припиняє харчуватися. Якщо температура нижче за оптимум добовий раціон форелі зменшується, а швидкість росту сповільнюється. Форель дуже вибаглива то якості води. Для її відтворення придатна тільки чиста, насичена киснем, прісна, вода. Товарне вирощування форелі проводять як в прісноводних, так і в солонуватих водоймах. Форель добре зимує в природних водоймищах, якщо їх температурний режим відповідає біологічним вимогам виду. Райдужна форель прісноводна риба, але добре переносить

значну солоність. Толерантність виду до солоності води зростає по мірі росту риб. Якщо цьоголітки легко пристосовуються до солоності 5-6‰ (по іншим даним до 9-12‰), то дволітки добре ростуть і розвиваються при 12-17‰, а риби старших вікових груп до 30-35‰. При вирощуванні форелі в солоній воді нижній температурний поріг залежить від солоності: 8 - 15‰ - від 0 до 0,5°C, для 16 - 20‰, не нижче 0,05°C, 21 - 25‰ - не нижче 2°C, а при 25‰ і вище - не нижче 4°C. Форелевництво відноситься до індустріальних форм рибництва з високою інтенсивністю виробництва, яка прямо залежить від того наскільки забезпечені екологічні вимоги об'єкту культивування. Одна з основних вимог при культивуванні райдужна форелі – високий вміст розчиненого кисню, близько 90-100% насичення (при оптимальних умовах це становить 9-11 мг/дм³. Порогова концентрація не нижче 1,5-2,5 мг/дм³. Показник рН повинен знаходитись у межах 6,5-7,5, а місткість у воді вільної вуглекислоти на повинні перевищувати 10мг/дм³. Форель дуже чутлива до вмісту у воді токсичних речовин, тяжких металів, тощо.

Сьогодні в індустріальному форелевництві для відтворення форелі використовуються плідники з штучно сформованих стад. Для штучного відтворення, зазвичай, використовують самок чотирьох- шостиліток масою 0,8-3,0 кг (іноді більше) і самців, трьох- п'ятиліток, масою 0,5-1,5 кг. Рекомендоване співвідношення самок і самців у стаді 3:1 (резерв 50 і 10% відповідно). Формування маточних стад починають від найкращих (елітних) партій ікри, та личинок. Для утримання ремонту та плідників використовують прямоточні ставки-басейни площею 100- 600 м² (співвідношення сторін 1:5-1:10) і глибиною 1,2-2,0 м. В деяких господарствах, для утримання плідників, використовують круглі, або овальні басейни різної конструкції, як проточні, так і напівзамкнені, або замкнені в рециркуляційні системи. Застосовуються також методи вирощування маточних стад в відгороджених ділянок струмків та річок. Щільність посадки плідників залежить від маси риб і гідролого-гідрохімічного режиму. При оптимальних умовах утримання рекомендована щільність посадки плідників масою 2-3 кг – 0,3 екз./м², 1-2 кг – 1екз./м², 0,4-0,5 кг –10 екз./м².

При використанні спеціальних гранульованих кормів щільність посадки може збільшуватися в декілька разів. За 1,5-2 місяці плідників, що дозрівають переводять в проточні басейни площею до 100 м² (співвідношення сторін 1:10 або 1:20) і глибиною до 1 м. Плідників утримують при температурі 6-12°C, вміст розчиненого кисню – 10-12 мг/дм³. За 2-3 тижні до початку нерестової компанії плідників сортують за статевими ознаками. Щільність посадки, в залежності від водообміну, становить від 20 до 45 екз./м². Систематично контролюють фізіологічний стан дозріваючих плідників. Бонітування плідників проводять в

переднерестовий період (березень - квітень). Самок розділяють на три групи, що висаджують в окремі басейни. В першу – входять зрілі самки (у яких виділяється ікра), в другу – близькі до дозрівання (м'яке, припухле черевце, але ікра не виділяється), в третю – резерв (черевце туге). Самців відбирають без попереднього огляду, бо вони дозрівають значно раніше самок. Риб, що мають погано виражені статеві ознаки вибраковують.

Для отримання ікри і сперми використовують зрілих плідників з маточних стад. Зрілих самок і самців переводять до інкубаційного цеху, де в них відбирають зрілі статеві продукти. Самок обережно обтирають і обертають сухим рушником, після чого прогладжуванням і натисканням на черевце в напрямі від головного до хвостового відділу, зціджують ікру в чисту, суху миску. При одночасно дозріванні декількох самок, іноді практикується відбір у них статевих продуктів в один таз. Сперму двох-трьох самців відціджують прямо в миску з ікрою. Запліднення проводять сухим способом. Статеві продукти обережно перемішують гусячим пером, потім додають небагато води. Для підвищення ефективності запліднення ікри рекомендується використовувати розчин Хамора (6 г. NaCl + 0,2 г. CaCl₂ + 4,5 г. Co(NH₂)₂ на 1 дм³ води). Після запліднення, що триває 3 - 5 хвилин, ікру ретельно відмивають чистою фільтрованою водою. Відмиту ікру залишають на 2-3 години в тазах (на слабкому протоці, або з періодичною заміною вод) для набрякання. Набрякання проходить при слабкому освітленні, в умовах повного спокою. Плодючість визначають об'ємним або рахунковим методами. Відсоток запліднення ікри знижується при її частковій або неповній овуляції або поганій якості сперми.

В крупних розплідниках при роботі з великою кількістю риб, відбір ікри полегшується шляхом наркотизації плідників різними препаратами. Наркоз триває 2 - 10 хв., що достатнє для виконання операції.

При наявності статевих продуктів доброї якості і правильно проведеному штучному заплідненні його відсоток сягає 90 - 100.

Інкубацію ікри здійснюють в спеціальних інкубаційних апаратах, які можливо поділити на дві групи. – горизонтальні і вертикальні. В горизонтальних апаратах рамки з ікрою розміщують послідовно в горизонтальній площині. В вертикальних – одну над другою. Найбільш поширені горизонтальні апарати системи Аткінса, Шустера, Вільямсона, Каліфорнійські, Ропшинські. Щільність закладки ікри в такі апарати – 45-60 тис/м². В апарати горизонтального типу, «Евган», «Рутаї», «Стелажі», «Вейса», «ІВТМ», «ІМ» на 1 м² закладають до 600 тис. ікринок. В апарати подають чисту, фільтровану воду з оптимальною температурою і вмістом кисню не менше 90-95% насичення. Інкубацію ікри проводять в темряві. Інкубаційні апарати накривають кришками, вікна завішують шторами.

Тривалість періоду інкубації 320-360 градусоднів, вихід вільних ембріонів з ікри в середньому складає 90%. При масовій закладці ікри відсоток виходу вільних ембріонів зменшується.

В період інкубації ікра може вражатися сапролегнією, що призводить до її масової загибелі. Для боротьби з сапролегнією періодично контролюють рамки, відбирають мертву ікру і обробляють її дезинфікуючими розчинами: формальдегіду (в концентрації 1:2000), хлораміну (1:30000), малахітового зеленого (1:5000) за експозицією 10 хв. На стадії пігментації очей і початку викльову обробку проводять 1-2 рази на тиждень. У замкнених системах водопостачання застосовування дезинфікуючих засобів виключене, а дезинфекція здійснюється за рахунок використання ультрафіолетового опромінювання.

Відбір мертвої ікри достатньо просто здійснюється способом флотації, в розчині NaCl. Готують два розчини: А - з щільністю 1040 і Б - 1110 кг/м³. Ікру спочатку поміщають в розчин А, в якому уражена сапролегнією ікра спливає, після чого її видаляють. Ікру, що лежить на дні поміщають в розчин Б. Незапліднена ікра поступово тоне, а плаваючу ікру промивають і повертають в інкубаційні апарати. Весь процес повинен протікати з можливо більшою швидкістю (на практиці 13 - 15 мін).

Температурний режим інкубації до стадії пігментації очей підтримується в межах від 5 до 10°C, а далі температуру можна підняти до 12°C.

Перевезення ікри форелі можливе на стадії вічка. Вилуплення ембріонів може відбуватися безпосередньо в інкубаційному апараті, або напередодні вилуплення ембріонів ікру переносять в лотки, або басейни. При температурі 12°C вилуплення триває 5-7 діб. Після його завершення температуру можливо підняти до 14°C, що сприяє швидкому розсмоктуванню жовткового міхура і переходу личинок на зовнішнє харчування.

В лотках або басейнах личинок форелі, що виклюнулися, вирощуються до маси 1 - 2 г. Щільність посадки личинок до переходу на активне живлення складає 10 тис./м². Після переходу на активне живлення, за рахунок відходу личинок, щільність знижується до 9 тис./м². Водообмін підтримується так, щоб на виток з басейну зміст кисню був не нижче за 70% насичення.

Годувати личинок починають після того, як жовтковий міхур розсмоктався на 2/3, а близько 10% молоді здатні приймати корм. Корм вносять на протязі 12 годин кожні 30 - 60 хв. Наприкінці личинкового періоду у личинок проявляється позитивний фототаксис. Раціон личинок і молоді встановлюють за допомогою відповідних таблиць. Стан молоді постійно контролюється. У разі необхідності їх обробляють дезинфікуючими розчинами, щоби позбутися ектопаразитів.

Тривалість вирощування молоді від вилуплення до маси 1 г складає 60 - 80 днів, відхід при цьому не повинен перевищувати 30 - 35%.

При використанні м'якої води при вирощуванні форелі в корм додають мінеральні добавки, що компенсують недолік мінерального складу води.

При масі 1-2 г молодь форелі придатна для подальшого вирощування в ставках, саджалках та індустриальних установках.

Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin) озерно-річкова риба, переважно мешкає в озерах, заплавах водоймищах, і пониззях річок по узбережжю Північного льодовитого океану. Відрізняється високою екологічною пластичністю. Живе як в мілководних озерах глибиною до 3 м з рН 6.0, так і в глибоководних озерах з рН до 9,5. Нагул відбувається при температурі 15-20°C. Нерест в жовтні – грудні при температурі 0,1-5,0°C на кам'янисто-піщаних ґрунтах, перед льодоставом або під льодом. Абсолютна плодючість від 29 до 105 тис. ікринок, в середньому 44 тис. Діаметр яйцеклітин, що оволювали – 1,2-1,5 мм. Викльов личинок відбувається в квітні-травні. Статевої зрілості в материнському ареалі пелядь досягає на 3-5 році життя. Характеризується високою харчовою пластичністю. Основною їжею служить зоопланктон, але при його недоліку легко переходить на живлення бентосними організмами і навіть фітопланктоном.

Широко використовується для товарного вирощування як об'єкт моно- або полікультури на більшій частині колишнього СРСР, особливо в помірних та північних районах, де її з успіхом вирощують в полікультурі з коропом та іншими видами риб.

Оптимальна температура для інкубації ікри – 0,2-0,8°C, насичення води киснем не менше 80%, рН 7-7,5. Личинки, що виклюнулися, у віці 3-5 доби, починають активно харчуватися дрібними формами зоопланктону. Оптимальна температура для вирощування личинок – 14-20°C. Дорослі риби витримують прогрівання води навіть до 28-30°C, але вже при 22-25°C, як правило, перестають харчуватися.

У водоймищах, де вирощують пелядь концентрація кисню у воді не повинна опускатися нижче 2-2,5 мг/л. це порогове значення після якого може наступити масова загибель риб.

Пелядь, акліматизована в південних районах відрізняється більш раннім дозріванням (на 2-3 році життя) і значно більш інтенсивним ростом. Так в басейні річки Об маса цьоголіток не перевищує 30 г, а в умовах південно-західного Сибіру, середньої частини Росії і півночі України води досягають маси 150-200 г і більше.

В північно-західних областях України пелядь вирощують в озерах і ставках в полікультурі з іншими видами риб, що дозволяє одержувати

додатково від 150 до 250-350 кг/га пеляді. Звичай цьоголітки досягають маси 15-60 г, дволітки 150-500 г, а трилітки 400 – 1000 г.

11.2 Методи відтворення і товарного вирощування основних об'єктів марикультури

Родина кефалевих (Mugilidae) включає декілька родів і більше 100 видів. Вони поширені в прибережних морських водах тропічних і субтропічних морів і в південній частині помірних широт.

Кефалі – риби низького трофічного рівня, харчуються в основному детритом, супутніми організмами бентоса, обростаннями і планктоном. Завдяки дивовижній екологічній пластичності високому темпу росту і відмінним харчовим якостям цей об'єкт займає одне з провідних місць в світовій марикультурі. У 80-х роках минулого сторіччя загальний об'ємом продукції кефалі в аквакультурі займав друге місце в Азіатських і Середземноморських країнах. Не втратили кефалеві свого провідного значення, як перспективний об'єкт рибництва і сьогодні.

У світовій аквакультурі об'єктами відтворення і вирощування служить більше 10 видів кефалі тих, що відносяться до родини Mugil і Liza. У країнах Азіатський – Тихоокеанського регіону, Близького Сходу і Африки різні види кефалі культивують в полікультурі з тіляпією, коропом і іншими видами.

Центрами інтенсивного культивування кефалі в Південно-східній Азії і на Далекому Сході були Тайвань, Індія і Гонконг. Розведення кефалі практикували, також, в Японії, на Філіппінах, в Індонезії, а в материковій частині Китаю, як додаткового об'єкта вирощування в ставках спільно з коропом та іншими видами прісноводних і морських риб.

Висока продуктивність (до 9000 кг/га) була досягнута в Японії при вирощуванні кефалі з вугром в ставках, що удобрюються гноєм.

На Філіппінах кефаль вирощували в солонуватоводих ставках в полікультурі з ханосом і коропом.

У Гонконзі розроблялися методи інтенсивного культивування кефалі лобаня спільно з коропом в ставках, з використанням штучних кормів та добрив. За 7 місяців вирощування продукція сягала 1500 кг/га, а темп зростання кефалі був значно вищий, ніж в природних умовах.

Із стародавніх часів кефаль вирощували в величезних естуаріях Карела, Бенгалії і Мадраса, дельті Гангу. Були розроблені ефективні технології напівінтенсивного вирощування декількох видів кефалі в ставках в полікультурі з прісноводними рибами. Продукція складала 500-700 кг/га.

До 40% рибної продукції на Тайвані складав лобань, вирощений в прісноводних ставках разом з коропом і в солонуватоводних ставках з ханосом. В Ізраїлі лобаня широко використовують, як об'єкт полікультури при вирощуванні з тіляпією і коропом. Продуктивність ставків при цьому досягає 10 000 кг/га.

Роботи по культивуванню кефалі в США сконцентровані, в основному, на Гаваях, в Техасі і Луїзіані, де кефаль вирощують в полікультурі з тіляпією та іншими видами, інтенсивним і напівінтенсивним методом. Велика увага приділялася культивуванню кефалі на Кубі.

У Чорному морі мешкає п'ять видів кефалі – лобань – *Mugil cephalus*, сингиль – *Liza aurata* (Risso), гостроносий - *Liza saliens* (Risso), губач – *Chelon labrozus* (Risso), і рамада - *Liza ramada* (Risso). Промислове значення мають перші три. Губач і рамада зустрічається рідко. Всі перераховані види – середземноморські вселенці. У 1972-1973 рр. в Чорному морі була акліматизована далекосхідна кефаль піленгас *Mugil so-iuu* (Basilewsky), яка добре адаптувалася до нових умов і за чисельністю, сьогодні, перевершує чорноморські види.

В Чорному морі кефаль мешкає на краю ареалу, ці теплолюбні риби не знаходять тут оптимальних умов для реалізації своїх високих відтвірних здібностей. У теплу пору року вони нагулюються в прибережній зоні моря в численних лиманах, лагунах, затоках, естуаріях, а з пониженням температури мігрують до місць зимівлі, в глибокі, захищені від вітру бухти. Цьоголітки погано переносять вплив низької температури, внаслідок чого більше 80% їх гине в період першої зимівлі. Молодь гостроноса більш холодостійка, чим молодь лобаня і сингиля. З віком межі температурної толерантності розширюються. Температура 4-5°C критична для кефалі хоча короткочасно вони виносять і нижчу температуру.

Максимальна температура, при якій риби продовжують харчуватися 35-38°C. Оптимум для молоді всіх видів кефалі лежить в діапазоні 21-27°C, а для дорослих риб – 20-26°C.

Кефаль переносять коливання солоності в межах – від 0 до 40 ‰. Разом з тим, лобань тяжіє до опріснених вод, добре росте в прісній воді. Гостронос віддає перевагу солонуватій і морській, а сингиль – морській воді.

Кефалі – прибережно-пелагічні риби. Вони здійснюють періодичні міграції (кормові, нерестові, зимувальні або кліматичні), час настання яких залежить від температури води і фізіологічного стану риб.

Статевозрілим лобань стає на 4-5 році життя при довжині 35-36 см, сингиль і гостроносий – на 3-4 році при довжині 24-31 см. Самці дозрівають на рік раніше самок. Плідники щорічно беруть участь в нересті.

Абсолютна плодючість лобаня 2,3-20,6, сингиля - 0,16-2,3, а гостроноса – 0,53-5,71 млн. ікринок,

У Чорному морі нерест лобаня і гостроноса проходить в травні-липні, сингіля – в серпні - жовтні.

Нерест кефалі може відбуватися як у відкритому морі, так і поблизу берегів, але за межами опресненої зони. Ікра пелагічна, плаває в приповерхневому шарі води. Ікринки дрібні, прозорі, містять одну крупну жирову краплю. Розміри ікри лобаня 0,65-0,75 мм, гостроноса - 0,76-0,86 мм, сингіля – 0,87-1,05 мм.

Личинки і мальки кефалі розвиваються в гіпонеїстоні відкритих, солоних вод моря. Основна маса цьоголіток, сингіля не виходить за межі нерестового ареалу, однолітки після зимівлі в морі підходять до берегів тільки наступного року. Цьоголітки гостроноса з'являються біля берегів в другій половині липня, а через 1-2 тижні до берегів підходить молодь лобаня. Молодь, що підійшла до берега на нагул має довжину тіла 17-31 мм, масу 50-300 мг. До кінця нагульного періоду в теплих багатих кормом лиманах, лагунах і затоках маса мальків гостроноса збільшується від 0,056 - 0,110 до 5,2 - 10,8 г., лобаня від 0,080 - 0,110 до 15,3 - 36,2 г.

Личинки кефалі у відкритому морі харчуються зоопланктоном, в основному науплиями копепод. Нагул молоді відбувається на мілинах заток, бухт, лиманів, лагун. Основною їжею їй служить зоопланктон, по мірі зростання, організми нектобентосу, личинки молюсків, епіфітон. Основна їжа дорослих риби детрит, мейобентос, епіфітон.

Лобань в Чорному морі досягає довжини 70-75 см, маси 5-6 кг. Зустрічаються риби вагою понад 12 кг. Гранична довжина сингіля – 50 см, гостроноса 45 см. Лобань живе до 16 років, сингиль і гостроніс до 10-12 років.

Кефаль пиленгас *Mugil so-iuy* (Basilewsky) – цінна промислова риба прибережних вод і естуаріїв Примор'я. Північна межа розповсюдження – Амурська затока Японського моря, південна – субтропічні води Південного Китаю. Цей вид характеризується високою екологічною пластичністю. Мешкає в водах солоністю від 0 до 37‰, нагулюється у водах мілководних заток і лагун, що сильно і швидко прогріваються і остигають. У північній частині ареалу і Південному Примор'ї зимує в гирлах і нижній течії замерзаючих річок з суворим термічним режимом, де залягає в ями на глибині 6-10 м. Зимівля продовжується з листопада до кінця березня.

Нерестова популяція пиленгаса в природному (материнському) ареалі представлена рибами у віці від 4 до 11 років, переважно п'яти- і шестирічки. Самки і самці дозрівають у віці чотирьох – п'яти років. Нерест проходить з травня по липень. У яєчниках самок формується дві генерації жовткових овоцитів. Нерест може відбуватися у відкритих акваторіях моря на глибу, або на мілинах в опреснених участках Амурської затоки. В

порівнянні з іншими видами кефалі піленгас відрізняється високою холодостійкістю, а нерест його відбувається в більш ранні і стислі терміни.

Абсолютна плодючість піленгаса, від 449,2 до 4136,3 тис. ікринок (в середньому – 1671,9 тис.) і знаходиться в прямій залежності від розмірів і віку риби. Ікра пелагічна, сферичної форми, містить крупну жирову краплю, іноді поряд з нею присутньо декілька дрібних крапель. Діаметр яйцеклітин коливається від 0,83 до 1,01 мм (в середньому 0,93 мм).

Личинки і рання молодь харчується зоопланктоном. Восени переходять на живлення детритом. Дорослий піленгас - детритофаг.

Рекомендувавши піленгаса для акліматизації в південних морях СРСР, Б.Н. Казанській підкреслював, що цей вид кефалі може бути також перспективним об'єктом товарного рибництва в естуарних господарствах через свою широку екологічну пластичність, високу зимостійкість, можливість розмноження в зоні опріснення, крупним розмірам, високій жирності восени, цінним смаковим якостям м'яса. У 1966 р. був здійснена інтродукція піленгаса в Каспійське море. Доля акліматизанта залишилася невідомою, а подальші роботи в цьому напрямі були припинені.

У 70-х роках піленгас був інтродукован в Азово-Чорноморський басейн – в солонуватоводі ставки північного Прісіваш'я. Тут піленгас показав широку екологічну пластичність і високий темп росту. Проте нересту риби в умовах солонуватоводних ставків не спостерігалось.

У 1972 році почалися роботи з акліматизації піленгаса в басейні Чорного моря, а в 1978 році в басейні Азовського моря. За більш ніж 30 літній період піленгас добре пристосувався до умов водоймища вселення. Прискорився темп зростання, час дозрівання, плодючість риби, морфометричні характеристики ікри і личинок, характер живлення, обмін та інші риси біології. Так, у Причорноморських лиманах чотирьохлітки досягають розмірів, які в нативному ареалі характерні для риби у віці 11 років, цьоголітки досягають маси 100-150 г, дволіток – 1100-1350 г., а у 1982 р. був спійманий екземпляр піленгаса масою 11,5 кг. Піленгас цілком благополучно переносив суворі умови зимівлі в мілководних лиманах, тоді як чорноморські види кефалі не виносять зимового переохолодження вод і гинуть.

В умовах Азово-Чорноморського басейну самки піленгасу досягають статевої зрілості в трьох-чотирьохрічному, а самці – в двох-трьохрічному віці, що значно раніше, ніж в нативному ареалі. Спостерігається нерест піленгаса не тільки в відкритих акваторіях моря, а і в приморських солонуватоводних лиманах і лагунах.

До теперішнього часу в більшості країн, що займаються кефалевництвом рибопосадковий матеріал, молодь кефалі, заготовлюють в природних водоймищах. Коливання чисельності природних популяцій, складність і нестабільність об'ємів отримання рибопосадкового матеріалу

стримує об'єми виробництва товарної риби. Тому в багатьох країнах світу ведуться роботи, метою яких є розробка надійних методів штучного відтворення кефалі і в першу чергу лобаня *Mugil cephalus*, як найбільш цінного представника кефалевих.

Вперше потомство лобаня в штучних умовах було одержано в 1930 г в Італії. Ікру і сперму, від зрілих плідників, виловлених в морі, штучно запліднили і проінкубували, одержавши личинку. Нажаль такий шлях відтворення кефалі не одержав подальшого розвитку, оскільки в природній умовах дуже рідко вдається піймати плідників з зрілими статевими продуктами. Тому, надалі, дослідження були направлені на розробку методів отримання потомства кефалі шляхом гіпофізарного стимулювання дозрівання.

Перші позитивні результати були одержані в 70-80-х роках на Тайвані. Дозрівання близько 70% самок лобаня, виловлених в переднерестовий період в морі, стимулювали шляхом дробових ін'єкцій екстракту власного гіпофізу і синтетичного гормону сінахоріну. Ікру запліднювали сухим способом і інкубували в спеціальних саджалках, встановлених в проточних басейнах. Проблеми, пов'язані з виловом плідників відповідної якості і в необхідній кількості не дозволили використати одержані результати в рибоводній практиці.

Пізніше в Ізраїлі було одержане потомство від плідників лобаня, вирощених в прісноводних ставках. Дозрівання риб стимулювали дробовими ін'єкціями екстракту гіпофізу коропа (2 попередніх ін'єкції) і гормону лютеїна (завершуюча ін'єкція). Дозріваючих риб, після попередньої аклімації, переводили в басейни з солоною водою. Ікару запліднили штучно і інкубували в інкубаторах спеціальної конструкції.

В Океанографічному інституті на Гаваях дозрівання плідників лобаня стимулювали багатократним введенням малих доз суспензії власного гіпофіза і гіпофіза лосося, а також сінохоріну. При цьому для того, щоб уникнути стресування риб їм імплантували спеціальний катетер. В Ізраїлі, також, вдалося одержати потомство від інтактних плідників *M. Capito*, а в Індії від прісноводних кефалей *M. Macrolepis* і *M. Troschelli*.

Не менш важлива і складна проблема, що виникає при штучному розведенні кефалі – вирощування личинок. Основна складність – забезпечення в період вирощування умов середовища близьких до оптимальних і забезпечення личинок, на ранніх етапах онтогенезу, адекватними кормами. Від успішності рішення цих задач залежить нормальний розвиток, швидкість росту, а зрештою і виживання потомства. Тому рішенню цієї проблеми завжди приділялася особлива увага. Деякі успіхи були досягнуті при вирощуванні личинок на Тайвані в непроточних рибоводних басейнах - танках. Як стартові корми використовували мікрородорості, коловертку, трохофор устриці і науплій копепод.

В кінці минулого, на початку нинішнього сторіччя на Тайвані, Гаваях і в деяких інших країнах були розроблені принципи і методи стимулювання дозрівання плідників різними гормональними препаратами, запліднення ікри, її інкубації і вирощування личинок.

Разом з тим, не дивлячись на багаторічні масштабні роботи (дослідження на Гаваях проводилися більше 30 років) до кінця минулого століття в практиці світової марикультури так і не вдалося розробити достатньо надійні, промислові методи відтворення кефалі. Приблизно у той же період, методи штучного відтворення лобаня і сингіля, а з початку 90-х років піленгаса, розроблялися в СРСР. Ці роботи увінчалися успіхом. До кінця минулого сторіччя були розроблені і апробовані біотехнології вирощування кефалі лобаня, сингіля і піленгаса в промислових масштабах.

Загальна схема біотехнічного процесу розведення кефалі включає:

–Формування ремонтно-маточних стад або заготівка інтактних плідників в природних водоймищ;

–Короткочасна витримка відібраних плідників в контрольованих умовах середовища для переведу їх у переднерестовий стан;

–гормональне стимулювання дозрівання плідників і отримання зрілих статевих продуктів; запліднення ікри і її інкубація;

–Вирощування личинок до життєстійкої стадії;

–Вирощування мальків до стадії цьоголіток.

Ремонтно-маточні стада кефалі можна формувати як від молоді, так і від риб старшого віку, яких виловлюють в природних водоймищах, або отримують штучно. При відборі ремонту з природних водойм перевагу віддають рибам, у яких становлення статі вже повністю завершене (однолітків, дволіток). При оптимальних умовах утримання і годування розвиток їх статевих залоз протікає нормально.

Для вирощування риб ремонтно-маточного стада у весінньо-літній період можна використовують ремонтно-маточні ставки, проточні басейни або саджалки. Риб різних видів і вікових груп містять роздільно. Годують два-три рази на день гранульованим або пастоподібним кормом (короповий або пташиний комбікорм – 40-45%, фарш з риби або боєнских відходів – 35-40%, відходи мукомельного виробництва – 10-15%, соняшниковий або соєвий шрот – 5-10%, рибна, крилева або м'ясокісткова мука – 5-7%, премікс). Добовий раціон молоді складає до 20-40%, для дорослих риб – 5-20% від маси тіла. Величина його коректується на основі даних про поїдання корму, температурний режим середовища і лінійно-вагове зростання риб. Періодично проводять контрольні облови і лікувально-профілактичні заходи. Щодня контролюють параметри водного середовища. Контролюється також стан

природної кормової бази ставків і виконуються необхідні інтенсифікаційні заходи.

Перед переводом на зимівлю проводять бонітування ремонтно-маточного стада, вибраковуюють тугорослих, пошкоджених і хворих риб, поповнюють стадо ремонтом.

Зимівлю кефалі лобаня і сингиля здійснюють в спеціальних критих зимувалах оранжерейного типу, в які постійно подається термальна вода з артезіанських свердловин, для підтримки оптимального температурного режиму.

Для зимівлі піленгасу можна використовувати зимувальні ставки будь-якого типу. Головна умова, щоб непромерзаючий шар води був не менше 0,8-1,0 м. Ефективність зимівлі лобаня і піленгаса вище в солонуватій воді, сингиля – в морській. У зимовий період риbam забезпечується максимальний спокій.

Доросла чорноморська кефаль в період зимівлі може обходитися без їжі. Молодь при температурі вище 10°C необхідно підгодовувати гранульованим або пастоподібним кормом. Добовий підтримуючий раціон складає 2-3% від маси тіла. Ремонт і плідники піленгаса, в зимовий період при температурі вище за 7-8°C потребують підгодівлі. Корм (гранульований або пастоподібний) задається один раз в день на придонні годівниці. Раціон складає 5-7% від маси риб

В ході зимівлі постійно контролюють стан водного середовища зимувалів. Залежно від погодних умов зимівля триває з листопада по березень-квітень. При стійкому переході температури води через 8°C риб, після профілактичної обробки, переводять на літнє вирощування.

Для цілей відтворення можна, також, використовувати виловлених в природних умовах інтактних плідників з гонадами на IV і V стадіях зрілості, яких заготовлюють в період нерестових міграцій. Піленгаса в квітні-травні, лобаня в червні-серпні, сингиля в серпні-вересні. Лов плідників проводять щадними знаряддями лову. На господарство заготовлених плідників доставляють в човні-прорезі, живорибною машиною, або перевозять в поліетиленових пакетах.

Відібраних плідників містять в прямокутних бетонних або пластикових басейнах об'ємом 20-100 м³. Щільність посадки сингиля 7-10 шт/м³, лобаня і піленгаса 5-7 шт/м³. Басейни накривають сітними кришками. У них підтримують постійний водообмін 1-1,5 л/с, вода аерирується. У цей період недопустимі різкі коливання температури і солоності середовища.

Бонітування і відбір плідників для отримання зрілих статевих продуктів проводять після короткочасної адаптації (протягом декількох годин або доби) заготовлених для цілей відтворення риб.

Бонітування маточного стада проводять при досягненні переднерестових температур. Добрий показник дозрівання плідників – сума теплонакопичення. Так, експериментально встановлено, що сума тепла протягом березня-травня в 1000-1200 градусоднів при плавному підвищенні температури води до 22-22,5°C забезпечує дозрівання 40% самок і 60 % самців пиленгаса до початку проведення нерестової кампанії.

При бонітуванні маточного стада плідників риб вимірюють, зважують, мітять, визначають їх стать та стадію розвитку гонад.

Самців, з гонадами IV стадії зрілості (при натисканні на черевце у них виділяється сперма), переносять в цех для отримання зрілих статевих продуктів. При надлишку дозріваючих самців їх можна резервувати в цеху резервації плідників, регулюючи умови середовища і тим самим розтягуючи нерестовий період.

Стать і стадію зрілості решти риб визначають на підставі аналізу біопсії проби статевих продуктів, які відбирають за допомогою спеціального щупа. Самців визначають по наявності в пробі сперматогенної тканини або сперми, самок – по наявності ікринок.

Стадію зрілості самок встановлюють в залежності від середнього діаметру овоцитів, який розраховують після вимірювання під біноклем 20-50 клітин.

Овоцити завершених IV стадії зрілості у самок пиленгаса мають середнім діаметром від 600 мкм, у лобаня і сингиля - від 520 мкм.

Такі самки з гонадами на IV, IV-V і V стадіях зрілості придатні для подальших робіт по відтворенню. Їх, як і самців переводять в цех для отримання зрілих статевих продуктів або в цех для резервації плідників.

Риб з менш розвиненими гонадами (III, III-IV стадії зрілості) переводять у великі, проточні залізобетонні басейни (для цих цілей можуть бути використані басейни зимувального комплексу), де підтримують сприятливі по основних параметрах умови середовища. Плідників, що дозрівають годують таким же кормом, як і риб ремонтно-маточного стада в ставках. Періодично відбирають біопсійні проби гонад для оцінки їх фізіологічного стану. Риб, гонади яких перейшли в переднерестовий стан, переводять в цех для отримання статевих продуктів.

Отримання зрілих статевих продуктів проводять в спеціальному цеху, де відібраних в ході бонітування самок і самців розміщують роздільно в рециркуляційних системах. У системах підтримуються оптимальні параметри водного середовища і здійснюється очищення води від продуктів метаболізму.

Щільність посадки в системи для передін'єкційного утримання плідників пиленгаса і лобаня – 2-3 экз./м³, сингиля – 5 экз./м³. Оптимальна температура для дозрівання пиленгаса 17-20°C, лобаня ранньої генерації 19-21°C, пізньої генерації – 20-23°C, сингиля – 17-21°C. Оптимальна

солоність води для переднерестового утримання всіх видів кефалі – 17-20 ‰.

Для отримання зрілих статевих кліток у кефалевих риб використовують метод гормональних ін'єкцій. При цьому стимулювання нересту лобаня викликають введенням суспензії свіжих або ацетонованих гіпофізів свого виду, сингиля і пиленгаса – цих же препаратів або ацетонованого гіпофізів сазана, коропа та хориогонічного гонадотропіну людини.

При стимулюванні дозрівання і овуляції яйцеклітин використовується метод градуальних ін'єкцій: початкові етапи дозрівання стимулюють введенням малих доз гормонів, завершуючи стадій – підвищених. Загальна ефективна доза для самок лобаня складає 30 мг/кг маси тіла свіжого гіпофіза свого виду. Сингиля – 8-14 мг/кг ацетонованого гіпофіза свого виду, або 18-10 мг/кг ацетонованого гіпофіза сазана (АГС), або 30-100 тис. М.Е./кг хориогоніна. Пиленгаса – 3-5 мг/кг ацетонованого гіпофіза свого виду, або 4-12 мг/кг АГС, або 7-20 мг/кг ацетонованого гіпофізу коропа (АГК).

Тривалість дозрівання риб складає 2-3 доби. При обробці риб з використанням вказаних доз зрілу ікру високої рибоводної якості можна одержати від 60-70% плідників. Робоча плодючість самок лобаня масою 1-2 кг складає від 2 до 6 млн. кл., самок сингиля масою 0,3-0,5 кг – від 0,4 до 0,8 млн. кл., самок пиленгаса масою 1-3 кг – від 0,6 до 3 млн. кліток.

Для збільшення об'ємів еякулята і поліпшення якості сперми, самців, також піддають гормональній обробці. Індукцію сперміації проводять шляхом одноразового або двократного введення гормонів. Ефективна доза свіжого гіпофіза свого виду, стимулююча сперміацію у лобаня, складає 12-16 мг/кг маси тіла. Через 16-19 ч спостерігається рясніше, ніж у інтактних риб, виділення сперми. Об'єм еякуляту збільшується з 0,5 до 2,4-5,6 мл, тривалість вихрового руху статевих кліток зростає з 0-10 до 30-50 с., поступального, з 80-90 до 140-220 с. За рахунок посиленої секреції сперміальної рідини зростають вміст вологи в гонадах і величина гонадосоматичного індексу (ГСІ).

Ефективна доза для стимулювання сперміації у самців сингиля складає 3-4 мг/кг ацетонованого гіпофіза свого виду, або 4-5 мг/кг АГС, або 15-18 тис. М.О./кг хориогоніну. При температурі 20-21°C реакція настає через 14-16 г. Об'єм еякулята збільшується з 0,5 до 4-6,8 мл, тривалість вихрового руху сперміїв з 36-60 до 85-96 с., а загального, поступального руху з 65-95 до 335-436 с.

Самці пиленгаса продукують сперму доброї рибоводної якості при введенні ацетонованого гіпофізу свого виду, або АГС в дозі 1-2 мг/кг, а також 2-4 мг/кг АГК. Реакція сперміації спостерігається через 14-17 г.

Кращий ефект дає застосування гіпофізів свого виду. Об'єм еякулята збільшується з 0,1 до 30 мл. Тривалість вихрового руху спермійів з 60 до 180 с., а загального поступального руху з 130 до 320 с.

Відбір статевих продуктів, запліднення і інкубація ікри проводять в інкубаційному цеху. Черевце відібраних для отримання статевих продуктів плідників витирають досуха чистим сухим рушником. Зрілі статеві продукти зціджують в сухий мірний посуд. Визначають їх об'єм для подальшого розрахунку робочої плодючості.

Відціджену ікру запліднюють відразу ж після її отримання. Її необхідно оберігати від попадання води, підсихання, перегріву і прямого сонячного світла. Визначають якість сперми, підраховуючи по загальноприйнятій методиці тривалість руху статевих кліток в окремих фазах. Якісною вважається сперма, в якій після активації морською водою тривалість вихрового руху складає не менше 1 хв., а поступального – 3-4 хв. Сперму з нерухомими або здійснюючими коливальні рухи сперміями вибраковують. Сперму можна зберігати при температурі 8°C не більше 6 г, при температурі 4°C - до 8-10 г.

Запліднюють ікру «напівсухим» способом. У таз з розбавленою спермою вносять ікру і швидко перемішують гусячим пером. Для запліднення ікри від однієї самки використовують сперму двох-трьох самців (з розрахунку не менше 100-200 спермійів на одну ікринку). При заплідненні ікри використовують фільтровану морську воду, підбирають таку солоність, яка забезпечуватиме позитивну плавучість ікри. Для пиленгаса, зазвичай, вона становить 18-23 ‰, для лобаня – 17-19 ‰, для сингиля – 19-22 ‰. Температура запліднення не повинна відрізнятись від температури при якій утримували плідників при їх стимулюванні і дозріванні.

Для запліднення необхідний набір поліетиленового посуду різного об'єму (від 0,5 до 15 л). У частини тазів дно замінюють газом № 21.

Після 7-10 хв. контакту статевих кліток ікру багато разів промивають фільтрованою морською водою з відповідними абіотичними параметрами.

Результати запліднення оцінюють через 2-2,5 години на етапі дроблення. У камері Богорова під бінокулярним мікроскопом підраховують відсоток ікри, що нормально розвивається. Визначають середню величину для трьох проб.

Ікру з відсотком запліднення вище 60% інкубують безпосередньо у вирощувальних басейнах рециркуляційних установок, де вирощують личинки. Ікру з низьким відсотком запліднення інкубують в спеціальних інкубаційних апаратах, що уявляють собою 2-3 басейни із закругленими кутами (об'єм 0,5-1,5 м³, глибина 0,5-0,6 м), об'єднані в рециркуляційну систему з фільтрами грубого, тонкого і біологічного очищення води і бактерицидною установкою.

За оптимальних умов солоності ікра кефалевих і камбалових риб розподіляється в приповерхневому шарі і в товщі води. В період інкубації контролюють концентрацію розчиненого кисню (воно повинне бути не нижче 80% насичення) аммонійного, нітритного і нітратного азоту.

Інкубація ікри проводиться при слабкому освітленні. Щільність закладки ікри в вирощувальні рециркуляційні установки складає від 70 до 200 кл./л., в інкубатори – 800-1000 кл./л. При оптимальній температурі ембріогенез піленгаса триває 42-60 г, сингіля – 53-58 г, лобаня - 35-49 г.

Критичними в ембріогенезі є етапи гастрюляції і стадія рухомого стану ембріона перед вилупленням. Тому в ці періоди не допускається чищення систем і перенесення ікри з однієї місткості в іншу. З інкубаторів у вирощувальні системи вносять ікру за 5-6 г до вилуплення личинок, або личинок, що вилупилися.

Вирощування личинок кефалі здійснюють в рециркуляційних системах після введення біофільтру в робочий режим. Перед внесенням личинок або ікри, що розвивається, проводять повний гідрохімічний аналіз води.

Запліднену ікру піленгасу, або личинок з інкубаторів, вносять у вирощувальні системи з таким розрахунком, щоб щільність личинок після вилуплення складала 60-100 екз./л.

Личинки, що щойно вилупилися, мають довжину 2,8-3,1 мм., і сиру масу 220-346 мкг. Вони малорухливі, тримаються у поверхні води. Протягом другої доби личинки заглиблюються і концентруються на глибині 30-60 см від поверхні. У цей період здійснюють перше чищення басейну. Поверхневу плівку концентрують в кутку басейну, а потім обережно видаляють хімічним стаканом. Разом з поверхневою плівкою віддаляються оболонки, мертву ікру і загиблих личинок. На третю добу активність личинок зростає. Вони підіймаються до поверхні, починається заповнення плавального міхура повітрям. До цього моменту вода повинна бути максимально насичена киснем (100-120%), а поверхня абсолютно чистою. На початку третьої доби після вилуплення у вирощувальні системи вносять живі корми коловертку і науплій копепод. Первинна концентрація кормових організмів повинна складати 7-8 екз./мл. На четверту добу близько 80% личинок переходить на активне живлення. Надалі активність їх зростає, вони швидко ростуть і здатні споживати крупніші кормові об'єкти. Вже з 7-8 добового віку личинки охоче поїдають дорослих циклопів, калянїпед, акарцію та інших ракоподібних. На 8-9 добу вирощування в басейни вносять науплій артемії, які поступово займають провідне місце в живленні личинок.

Впродовж перших 10 діб личинки піленгаса надзвичайно чутливі до умов середовища. Тому в цей період необхідно підтримувати температуру, солоність та інші параметри середовища в межах оптимуму. Починаючи з

10 доби воду у вирощувальних системах поступово розпріснюють (з градієнтом 2-3‰ на добу), з 18-22 ‰ до 17-15‰. З цього часу системи можуть працювати в проточному режимі (за наявності достатньої кількості води потрібної якості).

Метаморфоз звичайно починається на 9-10 доби. У цей період разом з живими кормами личинок починають підгодовувати штучними кормами типу «Эквізо», Ст-4Аз, РГМ-6М та ін. На 21-23 доби метаморфоз завершується. Мальки піленгаса повністю сформовані, тіло їх покрите лускою.

Раніше вирощування личинок піленгаса в системах проводилося протягом 20-25 діб. Досвід роботи останніх років показав, що цей період можна обмежити до 10-12 діб. Пересадка личинок цього віку в малькові ставки сприяє інтенсифікації їх росту і розвитку.

10-12 – добових личинок піленгаса з рециркуляційних систем пересаджують в малькові ставки, де підрощують протягом місяця. Личинки харчуються зоопланктоном, але можуть бути переведені на споживання штучних кормів. Швидке зростання личинок і ранньої молоді стимулюють висока температура (до 25-26°C), відносно низька солоність (10-15‰), сприятливий гідрохімічний режим ставків і добра забезпеченість кормом. За місяць вирощування маса їх в середньому збільшується з 2-4 мг до 1 г. Початкова щільність посадки складає до 1000 тис. екз./га, виживання –60%. Підрощену молодь випускають в нагульні водойми для поповнення запасів природних популяцій.

Технологія вирощування личинок чорноморської кефалі лобаня і сингиля принципово не відрізняється від такої, описаної для піленгаса. Деякі відмінності в режимі їх утримання і годування пов'язані з видовими особливостями об'єктів: швидкістю розвитку, вимогами до умов середовища, розмірів кормових організмів, тощо.

У вирощувальні системи личинок лобаня і сингиля, що вилупилися, вносять при щільності 50 екз./л. Личинки лобаня, що щойно вилупилися найдрібніші серед личинок всіх видів кефалі: довжина їх складає 1,8-2,2 мм. Ця їх особливість зумовила необхідність задавати їм при переході на активне живлення (4-6 доба) дуже дрібний живий корм (інфузорій, трохофор моллюсків, науплій копепод). По мірі зростання личинки починають споживати більш крупні живі організми (копеподітні стадії, та дорослих копепод, науплії артемії).

Метаморфоз починається на 17-19 і завершується на 30 добу. З 20-25 добового віку мальків поступово переводять на штучні корми, знижуючи в раціоні частку живих кормових організмів. Як і личинок піленгаса, личинок лобаня бажано вирощувати при змінному сольовому режимі. З 11 доби воду поступово розпріснюють до 15-16‰, що помітно інтенсифікує лінійно-вагове зростання личинок.

Вирощування цьоголіток кефалі лобаня проводять у вирощувальних ставках, куди молодь пересаджують в місячному віці. Довжина мальків складає 1,2-2,2 см, масу -21-117 мг. Для вирощування цьоголіток цілком придатні земляні ставки площею 0,5-1 га. Мілководдя з глибиною 0,3-0,5 м повинні складати 60% їх площі. Молодь вирощують на природній кормовій базі і підгодовують штучними кормами з високим змістом протеїну (на рівні 35-50%). У природних умовах цьоголітки кефалі харчуються в основному, зоопланктоном, мейобентосом, епіфітоном. Годують мальків 3-4 рази в світлий час доби.

Кращі результати дає вирощування молоді лобаня в опрісненій воді (10-15‰) при температурі 22-26°C. Зміст розчиненого у воді кисню не повинен опускатися нижче 4,0 мг/л. Початкова щільність посадки складає 500 тис. екз./га. Період вирощування – 100-120 діб. Вживання становить 80%, при середній масі мальків, в кінці вирощування, близько 5 г. Підрощених цьоголіток переводять на зимівлю в спеціальні зимували.

Личинки сингиля, що вилупилися, мають довжину 2,2-2,5 мм. На зовнішнє живлення переходять на 5-6 добу. У цьому ж віці плавальний міхур заповнюється повітрям.

Для сингиля характерний триваліший личинковий розвиток. Метаморфоз починається на 23-25 і завершується на 40-45 добу. Відповідно до цього режим їх годування відрізняється від описаного вище по термінах внесення живих і штучних кормів. При переході на зовнішнє живлення личинки сингиля можуть харчуватися крупнішими об'єктами, ніж личинки лобаня. У 7-8-добовому віці вони споживають організми розміром до 750 мкм, а в 10-11 добовому віці переходять на живлення наупліями артемії і дорослими копеподами. З 20-ти добового віку у них легко виробляється реакція на стартові штучні корми, частка яких в раціоні поступово збільшується.

В ранньому онтогенезі сингіль відрізняється високою вибагливістю до солоності середовища. Підвищена солоність є чинником, стимулюючим зростання личинок, тому при вирощуванні їх в замкнутому режимі необхідно протягом всього періоду підтримувати солоність на рівні 19-22‰.

Життєстійку молодь сингиля, у віці 40-45 діб, з рециркуляційних установок переводять безпосередньо в зимували.

Зимівлю цьоголіток чорноморської кефалі проводять в спеціальних зимувалах при щільності 500 екз./м² для лобаня і 1000 екз./м² для сингиля. Для збільшення виходу річників зимівлю молоді лобаня проводять у воді зниженої солоності – 10-15‰, а сингиля – в морській воді з солоністю 17-19‰. Сприятлива температура для утримання молоді чорноморської кефалі в зимовий період лежить в межах 7-10°C. Температура нижче 5°C неприпустима.

При температурі вище 10 °С молоді кефалі підгодовують тими ж кормами, які використовують при вирощуванні ремонтно-маточних стад. Величина добового раціону становить 2-3 % від маси тіла.

За період зимівлі втрата маси може досягати 20%. У середині квітня при стійкому підвищенні температури до 10-14°C молодь сортують. Крупні особини відбирають для поповнення ремонтного стада, решту риб по скидних каналах випускають в природні водоймища.

Камбала калкан *Psetta maotica Pallas*, одна з найбільш коштовних промислових риб Чорного моря. Нерест калкана починається в квітні-травні, при температурі 7-10°C, а закінчуватися в липні-серпні. Розмноження відбувається на віддаленні від берегів в умовах стабільного сольового і температурного режиму.

Абсолютна плодючість калкана варіює від 2,5 до 14 млн ікринок. У нерестовому стаді переважають риби, що нерестяться повторно. Зрілі самці мають масу 0,8 -1,3 кг, самки – понад 1,5 кг. У квітні-травні калкан підходить на мілководдя для нагулу і нересту, зимує на глибинах 100-120 м.

У природних умовах виживає не більш 1 % ембріонів, тому незважаючи на те, що причорноморськими країнами вводився ряд обмежень, а з 1986 року діяла 10-літня заборона на промисел, улови камбали в Українських водах не великі.

Актуальною залишається проблема промислового розведення калкана, відновлення і поповнення природної популяції і забезпечення аквагосподарств посадковим матеріалом.

Плідників калкана для штучного відтворення відбирають з уловів зябрових мереж у прибережній зоні моря в нерестовий період. Риб перевозять у поліетиленових пакетах, кюветах із змінюваною морською водою, а на великі відстані – живорибною автомашиною. Доставлених на відтворювальну ділянку плідників утримують в рециркуляційних системах по 2-3 екз/м² при 2-3-х кратному добовому водообміні. Температура і солоність у системах повинні відповідати таким в морі в цей період.

Дозрілі самці камбали при натисканні на черевце виділяють краплю сперми, у самок ікра легко випливає з генітального отвору. Стан гонад незрілих риб контролюють за допомогою спеціального щупа за методикою, яку застосовують для кефалевих риб. Отримані в результаті біопсійних проб клітки переглядали під біноклем. Візуальними ознаками дозрівання овоцитів є: гомогенізація жовтка, злиття жирових включень в одну жирову краплю діаметром 230-265 мкм і гідратація овоцитів. Якщо в пробі переважають прозорі ікринки з однією жировою краплею, овуляція ікри у таких самок настає відразу, або через 2-3 години після вилову. Самок з напівпрозорими овоцитами що містять одну жирову краплю

витримують в рециркуляційних системах від 8 до 26 годин. Протягом цього періоду у 50-60% відібраних риб спостерігається овуляція яйцекліток. Самок з монадами, що містять в основному, жовткові овоцити вибраковуюють, як таких, що не придатні для подальших робіт з штучного відтворення.

Як правило, від однієї самки калкана вдається одержати одну, іноді 2-3 порції овулюючої ікри. Загальна кількість яєць, що одержують від однієї особи, варіює від 0,2 до 1,2 млн. Час дозрівання чергової порції ікри в експериментальних умовах у залежності від стану овоцитів і температури води коливається від 8 до 20 годин. Зрілі яйцеклітини калкана прозорі, мають правильну кулясту форму, діаметр від 1,1 до 1,4 мм, гладку, тонку оболонку і 1 жирову краплю діаметром від 0,17 до 0,27 мм.

Зрілу ікру і сперму одержують від інтактних плідників шляхом відціджування. У випадку, коли плідників «зцідити» не вдається, їх забивають, і розтинають черевце витягають статеві продукти. Ікру калкана запліднюють «сухим» способом. Якщо на момент запліднення чергової партії ікри текучі самці камбали відсутні, можна з успіхом використовувати гонади риб, що знаходяться в IV стадії зрілості. Для цього самців забивають, вилучають і обсушують сіменники, подрібнюють їх в кашку, а потім продавлюють через марлю, або газ у миску з ікрою, що запліднюють. Ікру перемішують з шматочками сем'яники, додаючи невелику кількість води. Через 10-15 хвилин після початку запліднення ікру ретельно відмивали в декількох порціях чистої морської води і переносили у високу ємність з водою солоністю 18-20‰. Давали відстоятися. Для інкубації збирали клітки, що розвиваються, що плавають на поверхні.

Для інкубації ікри використовують апарати Вейса, акваріуми, кристалізатори, спеціалізовані установки з замкнутою циркуляцією води. Як показали наші досвіди, успіх інкубації визначає велика площа водної поверхні, можливість підтримки оптимальних параметрів середовища та очищення води від метаболітів. Тому ми проводили інкубацію ікри калкана безпосередньо у вирощувальних рециркуляційних системах, відповідно до технології відпрацьованої раніш для кефалей. Встановлено, що для нормального розвитку ембріонів калкана необхідно, щоб у період інкубації вони знаходились в товщі води. Плавучість ікри, що розвивається, забезпечує солоність 17,5‰ і вище. При температурі 15-16°C максимальна кількість вилупившихся нормальних личинок було отримано у воді солоністю 18-22‰. При більш низьких значеннях солоності, як і при більш високих, зростала кількість личинок з порушеннями розвитку.

В ході робіт на ЕКЗ і Палиївській риборозплідній ділянці інкубацію ікри калкана проводили в температурному діапазоні 12 – 21 °С, що відповідало температурі в цей період у північно-західній частині моря.

Кращі результати були отримані при температурі 16-18°C. В цих умовах при оптимальній солоності 18-20‰ вилуплюється близько до 80% нормальних передличинок камбали від числа поміщених на інкубацію яйцеклітин.

Крім температури і солоність на вихід передличинок значно впливає щільність закладки ікри на інкубацію. При інкубації ікри калкану безпосередньо у вирощувальних басейнах рециркуляційних систем щільності посадки складала 60-250 кл/дм³. При оптимальних умовах середовища і забезпеченні постійного перемішування води і слабкого руху ікринок, за рахунок роботи крейзелей, вилуплення складало 75-85% нормальних личинок від числа поміщеної на інкубацію ікри, що розвивається. Таким чином, при інкубації ікри калкана безпосереднє в вирощувальних рециркуляційних установках, оптимальною слід вважати щільність закладки запліднених ікринок на інкубацію від 100 до 200 шт/дм³.

Життєздатні личинки калкана при температурі 18-19°C починають харчуватися на 4-5 добу. При більш високій температурі (20-21°C) – на 3-4 добу, але це супроводжується підвищенням відходом личинок через скорочення періоду змішаного харчування. Спочатку реакція на корм спостерігається тільки у 10% личинок, але до закінчення п'ятої доби їсти починає близько 90% личинок, які водночас заповнюють плавальний міхур.

В більшості технологій, що використовувалися для відтворення камбали, перед посадкою личинок, вирощувальні ємкості засівали одноклітинними водоростями. Разом з водоростями вносили культуру коловертки *Brachionus plicatilis*, що і служила стартовим кормом для личинок камбали.

Пізніше було показано, що більш ефективно при годівлі личинок калкана, в якості стартового корму, використовувати «дикий» зоопланктон. Спектр харчування личинок залежить від набору кормових організмів, що вносять у вирощувальні ємності.

На ранніх стадіях розвитку личинки віддають перевагу наупліальним стадіям копепод (до 75-80%). Друге місце займають личинки молюсків (в основному мідії) – 10-18%. Третє – коловертка 2-10%. Частка інших кормових організмів не перевищує 5%. По мірі росту личинок, розміри кормових організмів зростають, а спектр харчування розширюється. На 10 – 11-у добу у вирощувальні басейни вносять науплій артемії, частка яких у раціоні спочатку складає 5-8%, але вже на 18 – 20-у добу зростає до 55-70%. З цього періоду раціон калкана на 80-86% складається з артемії і дорослих копепод.

Разом з тим близько 10-20% личинок продовжують споживати коловертку, наупліальні і копеподітні стадії ракоподібних. Зазвичай це

личинки, що відстали у рості, або мають якісь відхилення від нормального розвитку.

Щільність кормових організмів з моменту початку харчування личинок і до 8-9 доби підтримують на рівні 7-9 екз/дм³. З десятої доби щільність кормових організмів зменшують до 5-7 екз/дм³, а після 20 – 25-ї доби до 3-4 екз/ дм³.

Важлива умова високого виживання личинок – оптимальна щільність посадки. При вирощуванні в ємкостях з частковою підміною води щільність посадки личинок складала – 5-7 екз/ дм³, у лабораторних установках із замкнутою циркуляцією води, при роботі в напівпроточному режимі, 30-50 екз/ дм³.

У рециркуляційних установках промислового типу щільність посадки варіює від 15 до 80 екз/ дм³. Значимі розходження у швидкості розвитку і росту личинок виявлені тільки при крайніх значеннях. При 15 екз/ дм³ швидкість росту і маса личинок майже в двічі вища, ніж при 80 екз/ дм³. Незалежно від початкової щільності посадки, спостерігаються два піки загибелі личинок – у період з 3-х по 6-у добу, при переході на активне живлення і заповненні плавального міхура і на 14 – 17-у добу – на початку метаморфозу. Відхід личинок у ці періоди може складати 20-45 %. Висока щільність посадки личинок, знижує виживання до 15-24%. Низька – підвищує до 28-32 %. При щільності посадки 60 екз/ дм³ і вище відхід личинок продовжується аж до 20-25 доби, у той час як при 15 екз/ дм³ практично повністю припиняється вже на 17 – 18-у добу. При збільшенні концентрації кормових організмів в вирощувальних ёмкостях відхід личинок зменшується, а розмірна структура популяції стає більш однорідною. При промисловому розведенні калкана можна створювати в рециркуляційних системах щільність посадки личинок до 80 екз/дм³ і більше.

При промисловому відтворенні камбали в рециркуляційних установках при щільності посадки 60-80 екз/ дм³, використанні «дикого» зоопланктону, рекомендованого режиму годування, оптимального температурного режиму (20-22°C), солоності (19-20‰) та інших умов середовища, дозволяє добиватися виживання личинок, в межах 15-24%.

Камбала глоса *Platichthys flesus luscus* (Pallas) Глоса відноситься до підродини Pleuronectiас, широко розповсюджена в морях північної півкулі. В Азово-Чорноморському басейні живе південний підвид річкової камбали, що заселяє шельфову зону до глибини 160 м, заходить у лимани, де утворює окремі популяції.

Широке поширення глоси зумовлено її біологічними особливостями. Цей вид легко пристосовується як до прісної води, так і до води з високою солоністю(до 60 ‰). Переносить температуру від – 1-3 до 25-26°C. Глоса веде придонний спосіб життя, тримається на піщаних, піщано-мулистих

грунтах, а в лиманах може жити на сильно замулених грунтах з істотними домішками сірководню. Як бореально-атлантичний релікт, вид зберіг своєрідні риси біології: дотримує щодо холодної частини моря і розмножується в холодний час року. В Азово-Чорноморському басейні виявлено дві популяції (форми) глоси - морська і лиманна. Якщо в морі умови життя для глоси досі благо приємні, то у мілководних лиманах та лагунах, що сильно прогріваються влітку і промерзають взимку, популяція камбали знаходиться в пригнобленому стані.

Глоса хижак. Зазвичай, полное причаївшись на дні, але може й активно переслідувати здобич, розвиваючи досить велику швидкість на коротких дистанціях. Тримається одинично чи невеликими групами, скупчується в основному в період розмноження, зимівлі, або інтенсивного нагулу. Навесні мігрує в прибережну зону моря, заходить у затоки, лагуни, лимани.

Статева зрілість камбали в морі настає в трьох-, чотирирічному віці, у лиманах, на другому році життя, іноді навіть в однорічному віці. Мінімальні розміри статевозрілих самок з морської популяції - 15,8 см (2+), з лиманної - 12,4 см (1+). Терміни розмноження річкової камбали цілком залежать від термального режиму. Стимулом для початку нересту, зазвичай, служить стійке підвищення температури до 6-10°C. Нерестовий сезон триває із січня по квітень, з піком у лютому-березні. Нерест глоси може проходити в діапазоні солоності від 10 до 60‰, але найбільш сприятливий інтервал 12- 20‰.

Плідність глоси сильно варіює в залежності від віку, розмірів, місця помешкання. Максимальна абсолютна плодючість складає 1,3-1,5 млн. ікринок. У риб, що дозрівають вперше – 41-68 тис. ікринок. За характером дозрівання глосу Азово-Чорноморського басейну відносять до риб з переривчастим типом росту овоцитів і багатопорційним нерестом.

Ікра глоси пелагічна, сферичної форми, без жирової краплі. Жовток гомогенний, оболонка гладка, перівітелліновий простір дуже вузьке. Середній діаметр оволювавших ікринок складає 1,014 -1,350 мм, сира маса - 0,565 мг.

Ікра розвивається у поверхні води. Тривалість ембріогенезу при температурі 2°C складає 30 діб, 3-9 °C – 6-9 діб, 8-11 °C – 4-6 діб. Верхньою межею при якій ембріогенез протікає нормально служить температура 12-13°C, а для нормального росту і розвитку личинок – 18 °C. Запліднення ікри відбувається в діапазоні солоності - від 10,28 до 60,20‰, але при солоності нижче 19‰ ікра осідає на дно і гине. Щойно вилупившись личинки глоси, лиманних популяцій, мають довжину 1,82-2,55 мм, морських-2,4-3,1 мм.

В залежності від температури перехід личинок на зовнішнє харчування спостерігається на 4-13 добу після вилуплення. Приблизно у

віці 30-40 діб при довжині 8,5-12 мм. У личинок спостерігається зсув ока на один бік, а в 45-47 добовому віці личинки переходять до донного способу життя. Завершується метаморфоз у личинок у віці 55-60 діб. Довжина їх в цей час складає 11,4-17,7 мм, а сира маса – 20,8-104,8 мг для глоси морської популяції і 15-18 мм і 20-50 мг, відповідно, для лиманної. У віці 155 доби довжина тіла мальків досягає 3,5-5,1 см.

Личинки і рання молодь глоси харчується зоопланктоном (масові форми). У раціоні цьоголіток–двуліток переважають мізиди, ідотеї, креветка, гамаруси, поліхети, дрібна риба, молюски. Дворічки глоси, крім ракоподібних, споживають сферому, кардіум та рибу. У харчуванні дорослих риб зростає роль риби і молюсків, а споживання ракоподібних знижується.

В морі глоса досягає віку 10 років, в лиманах – 4-5 років. Зустрічаються екземпляри глоси віком до 14 років і більше. Максимальна довжина глоси у Чорному морі 40 см. В лиманах звичайні екземпляри довжиною 18-30 см і масою 100-400 г.

Здорових, фізіологічно повноцінних плідників глоси для рибоводних цілей можливо заготовлювати в осінньо-зимовий чи переднерестовий період у природних водоймах. У цьому випадку відпадає необхідність у формуванні ремонтно-маткових стад і їх утриманні на протязі всього року. Для вилову плідників використовують карави, ставні неводи та інші знаряддя лову, що запобігають травмуванню риб. Відібраних плідників доставляють в риборозплідний цех, використовуючи для цього садки-прорезі, живорибні машини, або поліетиленові мішки. На невеликій відстані, в холодну пору року, плідників досить успішно перевозять у дерев'яних шухлядах, прокладених вологими поролоновими ковриками.

Виловлених восени плідників до весни утримують у залізобетонних басейнах, чи зимовальних ставках, дно яких обов'язково повинно бути засинано піском.

Температуру води підтримують на рівні 3-5°C. Солоність – 5-25‰, проточність 10 дм³/хв. Самок і самців містять роздільно, щільність посадки складає 4-5 екз/м³. В період зимівлі камбала малорухома і практично не їсть. Майже весь час проводить, зарившись в пісок. Відхід плідників в період зимівлі не повинен перевищувати 10%. Загибель риб, зазвичай, пов'язана з травмуванням при вилові і супутніми захворюваннями шкіряного покриву (сапролегніозом). При утриманні плідників в воді з високою солоністю (16-25‰) відхід риб мінімальний, і вони краще підготовленими до нересту.

Для робіт з відтворення відбирають риб в віці 3-5 років. Самок довжиною 24-35 см. і масою – 180-420 г і самців – 22,5-28,6 см. і 140-350 г, відповідно.

Одним з факторів, що визначає можливість здійснення природного нересту глоси в неволі, є об'єм ємкості в якій утримують риб в переднерестовий період. Нормальний природний нерест інтактних плідників глоси можна спостерігати в басейнах обсягом не менш 1,5 м³ при щільності посадки 1 особина на 100-150 л води. Форма та глибина басейнів мало впливають на результативність нересту. Перший успішний природний нерест глоси був отриманий у 1974-1975 рр. в проточному залізобетонному басейні об'ємом 45 м³, в який було посаджено 80 плідників глоси (співвідношення за статтю 1:1), виловлених у листопаді. Протягом усього переднерестового періоду температуру води підтримували на рівні 8±0,6°C, а солоність в межах 13,9-17,0‰. Нерест глоси розпочався через місяць після висадки в басейни і продовжувався протягом двох місяців. Кожної доби з нерестового басейну виловлювали в середньому по 200 тис. запліднених, розвиваючихся, ікринок камбали. Суттєві переваги такого методу відтворення глоси – простота та природність, але низький відсоток запліднення ікри і виходу життєздатної личинки робить його малоефективним і не придатним для широкого промислового впровадження.

Більш ефективний, метод одержання зрілих статевих продуктів у риб, яких утримують в контрольованих умовах, а для дозрівання запроваджують температурну стимуляцію. Зрілу ікру і сперму при цьому відціджують і запліднюють штучно. Такий метод з успіхом використовується як вітчизняними, так і закордонними фахівцями. При цьому, від однієї пари плідників можна одержати кілька порцій зрілої ікри і сперми, однак, перші порції характеризуються найбільш високими показниками запліднення ікри і вилушення життєздатних личинок.

Добрі результати дає метод гормонального стимулювання нересту глоси. Для дозрівання риб з гонадами на IV стадії зрілості застосовують ін'єкції суспензії власного ацетонованого гіпофізу, або гіпофізу сазана. Дуже ефективним є використання для дозрівання камбали хоріогонічного гонадотропіну. При температурі 8-10°C ін'єкція суспензії власного гіпофіза (0,75-1,00 мг на 100 г маси риби) приводить до овуляції через 72 години. Від кожної самки одержують 2-4 порції ікри (10-100 тис. шт.), запліднення – 30- 60%. Аналогічний ефект спостерігається при ін'єкції суспензії ацетонованого гіпофізу сазана (0,75-2,00 мг на 100 г маси риб). В цьому випадку овуляція настає, в середньому, через 96 г., а запліднення ікри сягає 30-90%. Самки глоси дуже чуттєві до дії хоріогоніна. Овуляцію викликає ін'єкція 1 М.Е. на 1 кг ваги тіла.

Отриману в умовах штучного відтворення і запліднену ікру глоси промивають морською водою солоністю 18-20‰ і розміщують для інкубації. Оптимальної, вважається температура 8-11°C и солоність 22-25‰ для риб лиманної популяції і 19-25‰ для глоси чорноморської

популяції. В цих умовах ікринки, що нормально розвиваються знаходяться у поверхні і в товщі води, а незапліднені і мертві клітини осідають на дно, звідки їх легко видаляють сифоном. Такий розподіл ікри глосси обумовлює необхідність використання для її інкубації неглибоких (до 60 см) плоских ємкостей з закругленими кутами і великою площею поверхні води.

Щільність закладки ікри в непроточні, або слабопроточні інкубатори різного типу складає від 0,8 до 6,5 тис. кл/дм³. При інкубації ікри глосси при температурі 5-6°C, 4-8 разовому водообміні на добу та насиченні води киснем на рівні 70-80%, щільність закладки ікри можна збільшити до 10-15 тис. кл /л.

Для нормального розвитку зародків глосси сприятливе слаболужне середовище (рН – 7,8-8,5) та слабе, розсіяне освітлення. Інтенсивне освітлення інкубаційних ємкостей прискорює ембріональний розвиток, прискорює розсмоктування жовткового міхура. Личинки вилуплюються на добу раніше, ніж при оптимальному світовому режимі і виявляються менш життєздатними.

При штучному відтворенні глосси на промислових господарствах встає проблема масової інкубації ікри і підтримки, при цьому, оптимальних параметрів середовища. Задача може бути успішно вирішена при використанні спеціальних установок із замкнутим циклом водообміну в інкубаційних ємкостях. Гарні результати отримані при інкубації ікри глосси безпосередньо в рециркуляційних установках, де проводилося подальше вирощування личинок. У вирощувальні басейни систем (об'єм 3-6 м³) вносять запліднену ікру глосси (0,1-0,2 тис. кл/дм³) та інкубують її при температурі 10-11°C и солоності 23‰. Ембріональний розвиток завершується на 5-6 добу дружним вилупленням життєздатних личинок. При 65-78% запліднення ікри вихід личинок складає 80-95% від числа зародків, що розвиваються.

Вирощування личинок глосси можна проводити в акваріумах, басейнах різної конфігурації й об'єму в непроточному, напівпроточному, або проточному режимах, але найбільш технологічною і ефективною є біо техніка культивування глосси в рециркуляційних установках з регульованими параметрами середовища.

При експериментальному (напівпромисловому) вирощуванні глосси, на третю добу після вилуплення личинок, середньою довжиною 2,1-2,5 мм і масою 56,2 мкг переносять в акваріуми або басейни, які попередньо засівають дрібними жгутіковими водоростями, або хлорелою. Через добу в акваріуми вносять живий корм (трохофор мідії, науплій копепод у концентрації 3-5 екз/мм³, коловертку-5-10 екз/мм³). На зовнішнє харчування личинки переходять у 4-5 добовому віці при середній довжині 3,8 мм, і середній сирій масі -467 мкг. Площа жовткового міхура складає 0,4 мм².

У віці 7 діб при довжині 3,9-4,1 мм жовтковий міхур розсмоктується а харчова активність личинок зростає. Їх продовжували годувати дрібним зоопланктоном і коловерткою протягом наступних двох тижнів. Концентрацію кормових організмів збільшують до 10-16 екз/мм³. До 16-18 добового віку довжина личинок збільшувалася до 5,8-6,4 мм, личинки опускаються в товщу води. Як корм використовують науплій артемії, циклопів, остракод та інші організми зоопланктону. Концентрацію науплій артемії підтримують на рівні 3-4 екз/мм³. У найбільш розвинутих личинок (при середній довжині 8,5 мм) до 31 добового віку починається зсув ока, а на 44 добу при довжині 11,15-12,3 мм, і сирій масі 14,8-23 мг у частини личинок відбувається повна реверсія очей. Метаморфоз триває до 55 доби. Після його завершення личинки переходять до донного способу життя. Довжина їх в цей період складає 11,4-17,7 мм, а сира маса – 20,8-104,8 мг. У процесі вирощування личинок глоси спостерігаються критичні періоди, коли спостерігався їх підвищений відхід: при переході на активне харчування, при зміні кормових об'єктів, при проходженні метаморфозу.

У віці 2,5 міс. мальків пересаджують у ставки-басейни з піщаним дном, і продовжують вирощувати в умовах періодичної зміни води, або в проточному режимі. Температура води коливається в межах 12-22°C, солоність – 13-15‰, насичення води киснем підтримують на рівні 90% шляхом її примусової аерації. Мальків годують рибним фаршем, м'ясом мідій, личинками хірономід, олігохетами або гранульованими кормами зі змістом протеїну не менш 50%. Добовий раціон складає 15-20% від маси тіла.

У віці 155 доби мальки досягли довжини 3,5-5,1 см. Вживання личинок, від вилуплення до завершення метаморфоза, у середньому складало 15-20%, а вихід молоді – 10-15%.

Екстенсивний метод промислового культивування глоси передбачає використання великих ставків-басейнів (100-200 м²), розташованих просто неба. В басейнах заздалегідь формують відносно збалансовану біологічну екосистему, здатну забезпечити нормальні умови життєдіяльності зростаючих личинок камбали. Подальший процес вирощування передбачає з одного боку, підтримання екосистеми вирощувальних ставків-басейнів у рівноважному стані, а з другого – забезпечення потреб зростаючих личинок камбали в їжі.

Вирощувальні ставки-басейни заливають фільтрованою морською водою, вносять добрива, культуру мікродоростей і безхребетних. Формування кормової бази ставків, зазвичай, триває 25-30 діб. Після цього в ставки вносять 2-3 добових личинок глоси при щільності посадки 10-14 екз/дм³. Цикл вирощування, у проточному режимі, триває 40-50 діб. Температура води коливається в діапазоні 10,8-20,5°C і цілком залежить

від природного температурного режиму, солоність підтримують на рівні 10,5- 16,5 ‰, рН – 8,2-8,7, зміст розчиненого кисню не менше 6 мг/дм³.

Метаморфоз починається на 32-45 добу при довжині личинок 9,5 мм. Поступово личинки здобувають всі ознаки дорослої камбали і переходять до придонного способу життя, закачуються в ґрунт, здобувають здатність змінювати фарбування. Динаміку росту личинок глоси в процесі вирощування при середній температурі 8-12°C добре апроксимується рівнянням:

$$W = 0,00567 L^{3,968},$$

де W - маса в мг; L - загальна довжина в мм. В залежності від температури вирощування значення коефіцієнта x може варіювати в межах 0,01088-0,00041, коефіцієнта v – 3,215-4,721.

Вирощування личинок у некерованому режимі не дозволяє підтримувати на оптимальному рівні параметри середовища, концентрацію адекватних для даної стадії розвитку личинок кормових організмів, створювати великі щільності посадки личинок, оперативно втручатися в процес культивування. Залежність результатів вирощування від погодних умов, якості середовища водойми, звідкіля ведеться забір води і ряд інших обставин обумовлюють низьке виживання личинок і низьку ефективність екстенсивної біотехніки в цілому.

Більш перспективним виявився інтенсивний спосіб вирощування личинок глоси в системах з замкнутою циркуляцією води. Основні принципи такої технології були розроблені і застосовані при вирощуванні до життєстійкої стадії личинок кефалевих риб. При інтенсивній технології весь цикл вирощування ведеться в керованому режимі, при заданих (оптимізованих) параметрах водного середовища і високій щільності посадки личинок.

Загалом біотехніка вирощування глоси в системах із зворотнім водопостачанням нагадує інтенсивну біотехнологію вирощування кефалевих риб та камбали калкана. Вона має істотні переваги у порівнянні із екстенсивним методом розведення глоси. Насамперед, інтенсивний метод дозволяє оперативно втручатися в процес вирощування, оптимізувати температурний, сольовий і кисневий режим, та інші найважливіші абіотичні параметри середовища. Друга суттєва перевага інтенсивної технології, можливість створювати і підтримувати у вирощувальних басейнах оптимальні концентрації відповідних кормових організмів. При цьому завдяки використанню замкнутого циклу водопостачання втрати кормових організмів зведені до мінімуму. Велике значення має можливість оптимізації санітарного стану вирощувальних басейнів, завдяки можливості їх легкої щоденної чистки, запровадженню системи біологічної фільтрації води, її бактерицидної обробки, ефективне

позбавлення від зайвої органіки, можливість легкого і оперативного сортування личинок за розмірами, щоб запобігти канібалізму.

Усе це дозволяє: підвищити щільність посадки личинок на вирощування в 2-3 рази, інтенсифікувати зростання личинок, скоротити період проходження метаморфозу, раціонально витратити стартові живі корма, підвищити виживання личинок та ін.

Запровадження інтенсивної технології з використанням рециркуляційних систем є більш технологічним, вимагає менших витрат праці. Крім того, завдяки уніфікації біотехнології, що використовується в цьому випадку, з'являється можливість культивування кефалевих і камбалових риб на одному і тому ж технологічному устаткуванні, використовувати виробничі потужності підприємства рівномірно протягом усього року і багаторазово збільшити продуктивність його роботи без додаткових капітальних витрат.

Питання для самоперевірки

6. Що називають біопродукцією, біопродуктивністю та біологічними ресурсами?
7. В яких аспектах можна розглядати біопродуктивність водних екосистем?
8. Що собою являє первинна та вторинна біологічна продукція?
9. Яке значення має первинне продукування органічної речовини у водоймах?
10. Які Ви знаєте методи визначення величини первинної продукції? В чому їх суть?

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Євтушенко М.Ю., Глебова Ю.А., Дудник СВ. Методичний посібник з дисципліни «Біоресурси гідросфери та сировинна база галузі». Частина 1- Загальна оцінка продукування біологічних ресурсів. К. Видавництво фітосоціологічного центру. – 2012. – 128 с. (8 др. арк).
2. Хижняк М.І. Євтушенко М.Ю. Біопродуктивність водойм. – Київ: фітосоціоцентр, 2010. – 240 с.
3. Шерман І.М. Пилипенко Ю.В., Шевченко П.Г. Загальна іхтіологія : підруч. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 454 с.
4. Комарова Г.В. Промысловая ихтиология: учеб. пособие/ Г.В. Комарова: Астрахан. гос.техн.ун-тет. – Астрахань: Издательство АГТУ, 2006. – 192 с.
5. Норинев Е.Г. Рациональное рыболовство: Монография. – Петропавловск-Камчатский: Камчат ГТУ. 2006. – 184 с.
6. Константинов А.С. Общая гидробиология: Учеб. Для студентов биол. спец. Вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.
Моисеев П.А., Куранова И.И. Промысловая ихтиофауна и сырьевая база рыбной промышленности. 2-е изд. Перераб. И доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 184 с.
7. Моисеев П.А. Биологические ресурсы гидросферы и их использование. М.:ВЗИПП, 1985. –76с.
8. Моисеев П.А. Рыбопродуктивность Мирового океана /Биологические ресурсы океана. – М., 1985. – с. 153–166.
9. Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. – М.: Агропромиздат. 1989. – 386 с.
10. Романенко В.Д., Оксуюк О.П., Жукинский В.Н. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. К.:Наук. думка, 1990. – С.180–185.

Додаткова

1. Романенко В.Д. Основи гідроекології: Підручник. – К.: Обереги, 2001. – 728 с.
2. Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотоков Украины. – К.: Наук. думка, 1975. – 228 с.
3. Саускан В.И. Экология и биологическая продуктивность океана: Учебное пособие / Калинингр. ун-т. – Калининград, 1996. – 72 с.
4. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Рим 2012