

ЗМІСТ

ВСТУП	7
I ІСТОРІЯ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РИБНИЦТВА	10
II НАПРЯМКИ І ФОРМИ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РИБНИЦТВА	20
III ЗНАЧЕННЯ АБІОТИЧНИХ І БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РИБНИЦТВІ	29
3.1 Абіотичні чинники середовища	29
3.2 Біотичні чинники середовища	42
IV РИБОВОДНО–БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РИБНИЦТВА	47
4.1 Родина лососевих <i>Salmoneidae</i>	49
4.1.1 Райдужна форель <i>Oncorhynchus mykiss</i>	50
4.1.2 Форель Дональдсона <i>Oncorhynchus mykiss Donaldson</i>	52
4.1.3 Форель камлоопс <i>Oncorhynchus mykiss kamloops</i>	52
4.1.4 Сталевоголовий лосось <i>Oncorhynchus mykiss</i>	53
4.2 Родина осетрових <i>Acipenseridae</i>	54
4.2.1 Білуга <i>Huso huso</i>	54
4.2.2 Осетер російський <i>Acipenser guldenshtadti</i>	55
4.2.3 Ленський (сибірський) осетер <i>Acipenser baeri</i>	56
4.2.4 Стерлядь <i>Acipenser ruthenus</i>	58
4.2.5 Бестер	59
4.2.6 Веслоніс <i>Polyodon spathula</i>	60
4.3 Родина Коропові <i>Cyprinidae</i>	62
4.3.1 Короп <i>Cyprinus carpio L</i>	62
4.3.2 Білий амур <i>Stenopharyngodon idella</i>	63
4.3.3 Товстолобик білий <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> і товстолобик строкатий <i>Aristichthys nobilis</i>	64

4.4	Родина Цихлідових <i>Cichlidae</i>	65
4.5	Родина Вугреві <i>Anguillidae</i>	66
4.5.1	Європейський вугор (<i>Anguilla anguilla</i>).....	66
4.5.2	Японське вугор (<i>A. japonica</i>).....	67
4.6	Родина Чекучанові <i>Catostomidae</i>	68
4.7	Сом каналний <i>Ictalurus punctatus</i>	69
4.8	Африканський (мармуровий, нільський) кларієв сом <i>Clarias gariepinus</i>	71
4.9	Родина Спарові – <i>Sparidae</i>	71
4.9.1	Дорадо – <i>Sparus aurata</i>	72
4.10	Родина Маронові – <i>Maronidae</i>	74
4.10.1	Звичайний лаврак <i>Dicentrarchus labrax</i>	74
4.11	Родина Кефалеві – <i>Mugilidae</i>	77
4.11.1	Лобань – <i>Mugil cephalus</i> ., сингіль – <i>Liza aurata</i> і гостроніс – <i>L. saliens</i>	77
4.11.2	Кефаль піленгас <i>L. Hematocheilus</i>	79
4.12	Ряд камбалоподібні <i>Pleuronectiformes</i>	80
4.12.1	Камбала калкан <i>Psetta torosa</i>	81
4.12.2	Камбала глоса <i>Platichthys luscus</i>	82
V	ІНДУСТРІАЛЬНЕ РИБНИЦТВО У СТАВАХ.....	85
5.1	Можливості і напрямки інтенсифікації	85
5.2	Водообмін.....	87
5.3	Меліорація в ставовому рибництві	88
5.3.1	Боротьба із зайвою водною рослинністю	89
5.3.2	Вапнування	94
5.4	Аерація	100
5.5	Використання добрив, як один з основних елементів інтенсифікації у ставовому рибництві	105
5.6	Корми і годування риб	116

	5.6.1	Склад кормів	116
	5.6.2	Рецепти спеціалізованих комбікормів у рибництві	120
	5.7	Полікультура	122
VI		САДКОВІ ІНДУСТРІАЛЬНІ ГОСПОДАРСТВА	129
	6.1	Типи Садків	130
	6.1.1	Стационарні садки	131
	6.1.2	Плаваючі садки	133
	6.1.3	Штормостійкі садки	134
	6.2	Вимоги од об'єктів садкового рибництва	142
	6.3	Критерії і принципи розміщення садкових Господарств	145
	6.4	Біотехнологія садкового вирощування товарної риби в прісноводних водоймах (на прикладі форелі)	149
	6.5	Вирощування риби в садках і ізольованих частинах морських і солонуватоводних акваторій	155
	6.6	Вирощування райдужної форелі в морських садках	160
	6.7	Вирощування осетрових в морських садках	164
	6.8	Повносистемні садкові господарства.....	167
	6.9	Використання просторово ізольованих садків при вирощуванні риб в полікультурі	170
VII		БАСЕЙНОВІ ІНДУСТРІАЛЬНІ ГОСПОДАРСТВА	174
	7.1	Загальна характеристика і принцип роботи індустріальних басейнових господарств	174
	7.2	Обладнання індустріальних басейнових рибоводних господарств	176
	7.3	Типи і принцип роботи індустріальних басейнових господарств	173
	7.4	Інтенсивне рибництва на прикладі форелевого басейнового господарства	186

7.5	Вирощування риб в тепловодних басейнових господарствах	195
VIII	РОЗВЕДЕННЯ І ВИРОЩУВАННЯ РИБИ В (УЗВ)	198
8.1	Переваги, устрій і принцип роботи УЗВ	198
8.1.1	Рибоводні басейни	200
8.1.2	Відходи рибництва	202
8.2	Очищення води в УЗВ	203
8.2.1	Механічна фільтрація	204
8.2.2	Біологічна фільтрація	209
8.3	Типи і конструкція біофільтрів	215
8.3.1	Заглиблені фільтри	217
8.3.2	Краплинні фільтри	218
8.3.3	Фільтр з рухомим завантаженням	220
8.3.4	Обертний біореактор (ОБР)	221
8.4	Система водо підготовки	224
8.4.1	Дегазація, аерація і зачистка	224
8.4.2	Оксигенація	225
8.4.3	Знезараження води ультрафіолетом і озоном	226
8.4.4	Регуляція рівня рН і температурного режиму	228
8.4.5	Насоси	229
8.4.6	Моніторинг, контроль, сигналізація і аварійні системи	231
IX	ВИКОРИСТАННІ УЗВ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РИБНИЦТВІ	232
	ЛІТЕРАТУРА	239

ВСТУП

Ще декілька десятиріч тому вважалось, що ресурси Світового океану невичерпні. Потрібно тільки нарощувати потужності промислового флоту, йти далі в безбережну далечінь, і улови постійно зростатимуть. Спочатку так і було, але сучасна дійсність спростувала дуже оптимістичні прогнози.

З другої половини ХХ століття в світовому рибальстві почали з'являтися ознаки напруженості й істотного зниження результативності промислу, а в кінці століття сукупний вилов водних біоресурсів стабілізувався на рівні 80-90 млн. т і в подальший період істотно не змінився.

Тим часом населення Землі неухильно збільшується і в нових умовах, паралельно з розвитком і вдосконаленням сільського господарства, людина все більше уваги звертала на водне середовище. Аквакультура як реальна альтернатива рибальству за останні двадцять років перетворилася на галузь, яка бурхливо розвивається, прогресує, постійно нарощує обсяги і асортимент виробництва.

Риба – джерело повноцінних тваринних білків, жирів, вітамінів, мікроелементів. Її біологічна цінність не нижча, ніж м'яса, але, в порівнянні з ним риба – продукт легкозасвоюваний. Для збалансованого харчування людина повинна споживати не менше 14-16 кг риби на рік. На жаль сьогодні частка її в раціоні населення України достатньо мала, що пов'язано з недостатнім рівнем розвитку рибогосподарського комплексу.

Україна має в своєму розпорядженні величезний потенціал для розвитку рибництва. За даними Держрибагентства України вітчизняний рибогосподарський комплекс включає понад 108,668 тис. га внутрішніх водойм, придатних для вирощування риби (зокрема 84,607 тис. га ставів, і 23,986 тис. га водосховищ), а потенційні можливості тільки прісноводної аквакультури оцінюються, щонайменше, в 98, 170 тис. т. При цьому не

враховуються крупні озера і водосховища, солонуватоводні приморські лимани і прибережні акваторії Чорного і Азовського морів, а також малі водойми (менше 1 га), на базі яких можуть з успіхом розвиватися сучасні напрями екстенсивної та інтенсивної аквакультури.

Частка рибництва в структурі рибогосподарського комплексу України сьогодні вкрай низька. Слабкий розвиток рибництва в нашій країні зумовлює низка макроекономічних і внутрішньо-галузевих чинників – нераціональні пропорції між рибальством, яке сьогодні займає провідне місце, і аквакультурою, відносно якої немає чіткої державної політики. Відсутні ефективні економічні механізми управління галуззю, не забезпечені потоки інвестування її підприємств. Особливо гостро ці проблеми виявляються на регіональному рівні, оскільки рибоводні підприємства діють самостійно.

Останніми роками аквакультура бурхливо розвивається у всьому світі, темпи середньорічного приросту її продукції складають приблизно 11%. За прогнозами аналітиків, обсяги вирощування гідробіонтів найближчим часом перевищать об'єми вилову у Світовому океані.

Оцінюючи перспективи розвитку різних напрямів аквакультури в Україні, необхідно оцінити потенційні можливості розвитку ставового рибництва з урахуванням ґрунтово-кліматичних і водних особливостей регіонів, змін у ставленні до землі і природних ресурсів як до власності, яка має ціну і відбивається на собівартість виробленої продукції. З урахуванням цих реалій перспективи розвитку ставового рибництва можна оцінити вельми стримано. В кращому разі мова йде про відновлення виробництва на рівні найбільш яскравого періоду в історії його розвитку в Україні (кінець 80-х рр. XX ст.).

Найбільш перспективна сьогодні індустріальна аквакультура. Така форма виробництва передбачає: запровадження високої щільності посадки риби, використання повноцінних, збалансованих штучних кормів,

автоматизацію та механізацію виробничих процесів, цілорічний цикл вирощування та ін.

За останні десятиріччя саме цей напрям рибного господарства розвивається найбільш високими темпами. У свою чергу індустріальне рибництво поділяється на вирощування риби в ставах, садках, басейнах, системах з оборотним (СОВ) і установках із замкненим водопостачанням (УЗВ).

Таким чином у сучасних умовах збільшення виробництва риби традиційними методами, заснованими, переважно, на екстенсивному використанні природних ресурсів, має певні природні обмеження. Лімітуючими чинниками виступають: земля, вода і зовнішнє середовище. Актуальним і перспективним є розширення індустріальних господарств, працюючих за суперінтенсивними технологіями. Такий підхід забезпечить вирощування будь-яких об'єктів аквакультури протягом всього року, незалежно від кліматичних умов при одночасному заощадженні ресурсів і забезпеченні екологічної чистоти виробничого процесу.

I. ІСТОРІЯ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РИБНИЦТВА

З середини минулого століття індустриальне рибництво є найважливішим напрямом розвитку рибного господарства в світі. Воно базується на сучасних досягненнях науково-технічного прогресу як в розведенні, так і в вирощуванні риб.

Сформована нова перспективна підгалузь тваринництва, в основу якої закладена риба, весь життєвий цикл якої проходить у водному середовищі під контролем і впливом людини. Саме водне середовище додає рибі, як об'єкту розведення і вирощування, особливий статус, пов'язаний із специфічними умовами мешкання у водному середовищі, що є основною відмінністю риби від інших тварин.

Історично розвиток рибництва можна поділити на етапи, які характеризуються просуванням науково-технічного прогресу і появою, на цій основі, нових типів господарств і напрямків аквакультури.

Протягом багатовікового розвитку рибництва в різних країнах Світу розроблялися, випробовувалися і впроваджувалися в рибоводну практику окремі складові майбутнього індустриального рибництва.

Значну лепту в розвиток рибництва внесла Римська імперія. Для збереження і перевезення риби від берегів Єгипту, Сирії, Греції та інших країн на суднах римляни вперше використовували садки – сітчасті сумки, які опускали за борт. В них перевозили живу камбалу, осетра, палтуса, мурену та ін.

Вже у I ст. до н.е. римляни запровадили для витримки риби берегові садки. Така технологія була запозичена зі сходу (можливо, з Месопотамії). Садки як пристрої для збереження живої риби являли собою сітчасті клітки, встановлені в природних водоймах, невеликі ставки-басейни або ділянки водойм, відгороджені сітчастою огорожею.

Садки-піщини, де багаті римляни утримували морських риб, влаштувалися в заміських садибах, на березі моря або ріки. Іноді піщини являли собою досить складну систему штучних водойм, пов'язаних з морем, звідки інколи і заганяли в садки зграї морських риб.

Для збереження риб живцем вже в той час створювали великі водойми з морською водою, а іноді спеціальні будівлі з декількома басейнами-ставами, де можна було відгодувати і вирощувати одночасно риб різних видів або віку. Може саме в ті часи нашими предками були закладені основи полікультури?

Римські плебеї у невеликих ставах з прісною водою вирощували лина, щуку, форель, а потім і коропа, завезеного з Кубані й акліматизованого в ставах Італії, де він відтворювався.

На відміну від знатних і багатих римлян плебеї займалися справжнім риборозведенням і товарним вирощуванням. У документах тієї епохи можна знайти докладні вказівки і навіть практичні інструкції про те, як і де треба влаштувати штучні водойми, як розводити риб, переносити запліднену ікру з моря в піщини, як підрощувати і чим годувати мальків і дорослих риб, яких риб можна утримувати разом, а яких роздільно.

Такі «наукові дослідження» рибоводів стародавнього Риму мали неабиякий практичний інтерес, а деякі їх елементи і сьогодні використовуються в сучасному рибництві.

Значну лепту в майбутні технології індустріального рибництва вніс Китай, де ще на початку нашої ери навчилися вирощувати і розводити рибу.

Початок рибництва в Китаї пов'язаний з рисовими полями, куди спочатку випадково, а потім, навмисно запускалася риба. Такий спосіб рибництва поширений і понині в Китаї, Японії, Італії, Росії, Україні та інших країнах, де одночасно з рисом вирощують риб в полікультурі.

У 473 р. до н.е. було написано перше відоме в історії керівництво з рибництва, книга «Розведення риб». Її автор Чи Фан детально описав досвід розведення і вирощування коропа в ставах провінції Цзянсу. Майже через 100 років, у 375 р. до н. е., в Китаї було написано ще одне подібне керівництво з розведення в ставах шести різних видів коропових риб.

На початку нашої ери в Китаї вже існували різноманітні форми рибництва, в тому числі і полікультура, а кількість ставових господарств постійно зростала. За свідченням Г. Дюгальда (1735 р.), вже в середині XVIII століття китайці спеціальними пастками виловлювали в річці Янцзи запліднену ікру і разом з водою в невеликих глиняних судинах розвозили її по найвіддаленішим провінціям країни, де її поміщали в стави або рисові чеки для подальшого вирощування.

У середньовічній Європі рибництво – збереглося значною мірою завдяки старанням церкви. За канонами католицизму з меню віруючих м'ясна їжа виключалася протягом року по п'ятницях, перед всіма головними церковними святами і під час великого посту. В ці дні на столі місце м'яса займала риба.

Одним з джерел свіжої риби було ставове рибництво, яке в XIV ст. бурхливо розвивалося по всій Європі. Стави влаштовувалися поблизу міст, в них запускали для відтворення місцеву рибу – линів, карасів і коропа. Стави були спускні, що свідчить про високий рівень гідротехнічних знань.

Деякі з розроблених в той час правил рибництва застосовуються і донині. Серед них: необхідність вирощування коропів окремо за віковими групами; доцільність розділення нерестових, нагульних і зимувальних ставів, графіки годування, методи боротьби з хворобами та ін. Все це заклало майбутні основи індустріального ставового рибництва.

Величезним кроком вперед була робота абата Реомського монастиря (Франція) Дом Пеншон, який у 1420 р. вперше проінкубував ікру форелі

від природного нересту, помістивши її в інкубаційні пристрої власної конструкції. Манускрипт написаний ним був знайдений і опублікований лише в 1854 р.

З XVI ст. стави закладалися по всій Європі. Наприкінці XVII ст. ставове рибництво досягає свого zenіту, а у XVIII ст. повсюдно занепадає, що пов'язано з інтенсивним розвитком землеробства, падінням ціни на рибу і з секуляризацією (конфіскацією) земельної власності монастирів.

Незважаючи на це, рибництво продовжує розвиватися. К. Лунда (Швеція) довів можливість організації штучних нерестовищ для підвищення чисельності риб. Німецький учений М. Блох описав вилуплення личинок риб з ікри, зібраної в р. Шпрее і поміщеної в судині з проточною водою (прототип сучасних інкубаторів). В 1765 р., в Німеччині С. Л. Якобі винайшов «мокрый» спосіб штучного запліднення ікри форелі, сконструював апарат для її інкубації і довів, що у риб зовнішнє запліднення.

В кінці XVIII на початку XIX століття в багатьох європейських країнах вже займалися штучним заплідненням ікри щуки, лина, окуня, форелі, лососів, сигів, використовуючи відкриття С. Якобі, а також удосконалення на основі розробок французьких рибоводів Же. Ремі, А. Жеєна і Ж. Коста. Створений Жаном Коста апарат для інкубації ікри форелі набув широкої популярності і використовувався майже до XX сторіччя в багатьох країнах Європи.

Велику роль у подальшому розвитку відтворення риб відіграли також відкриття, пов'язані з виявленням у воді кисню, вуглекислого газу і визначенням їх ролі в диханні риб і рослин під водою. Тут варто відзначити заслуги таких учених XVIII сторіччя як Прістлі, Лавуазьє, Спаланцані, Гумбольдта та ін.

З давніх часів вирощуванням риби в ставах займалися і на Русі. У стародавньому Новгороді вже були свої видатні рибоводи, яких навіть запрошували до Німеччини, де вони ділилися своїм досвідом.

У XVII ст. Росія вважалася в Європі країною з найбільш розвиненим ставовим господарством. Різноманітні гідротехнічні споруди, стави і водойми існували як для потреб царського двору, так і в господарствах монастирів. В цей час рибоводи вже використовували нові методи оцінки якості води за допомогою фрейзінського (лакмусового) паперу. Якщо при опусканні у воду він червонів – робився висновок про непридатність води для вирощування риби.

В той час риборозведенням займалися і запорізькі козаки в Україні, де ними були створені численні спускні стави які за своєю конструкцією і технічними якостями переважали аналогічні споруди в Європі.

На Русі у XII-XIII сторіччях розводили не менше 49 видів риби, включаючи коропа і форель. Після смерті Петра I в 1725 р. інтерес до рибництва в Росії слабшає.

Його відродженню, значною мірою, сприяли праці А. Т. Болотова, який у 1780 р. публікує серію статей, присвячених різним аспектам ведення сільського господарства і ставового рибництва. Йому належать ідеї годування риби штучними кормами, засіву ставів культурними рослинами та інші елементи, які і до сьогодні використовуються в індустріальному рибництві.

Удосконаленням рибоводних ставів, проблемами розведення і переселення риби, дослідженнями з пересадки морських риби в прісноводні басейни займався академік С. П. Крашенінніков, його учні, академіки І. І. Лепехін і Н. Я. Озерецьковський.

В XIX ст. російська рибоводна наука досягла великих успіхів. В 1830-1834 рр. академік К. Бер проводить успішні дослідження з запліднення й інкубації ікри риби. Роботи зі штучного відтворення риби продовжив В. П. Врасський, який у своєму Нікольському маєтку Новгородської губернії в 1856 р. побудував перший в Росії рибоводний завод, який діє і донині. У басейнах і

ставах В. П. Врасський утримував палію, ряпушку, миня, стерлядь, форель та інших риб, удосконалив метод штучного запліднення ікри, значно підвищив його ефективність. Метод Врасського, який отримав назву «сухий» (пізніше «російський» метод), полягав в тому, що в ікру, відціджену в сухі ємкості, додавали сперму, змішували її з ікрою, і тільки тоді доливали воду. Заплідненість ікри «мокрим» методом не перевищувала 15-20%, тоді як «сухий метод» забезпечував розвиток 95-97% ембріонів риб. Таким чином, початок індустріального відтворення риб, в сучасному його розумінні, пов'язаний з відкриттям В. П. Врасським в середині XIX століття методу «сухого» запліднення ікри риб.

Одночасно з дослідями В. П. Врасського, у 1857 р. за проектом П. Малишева будується рибоводний завод в районі Нижнього Тагілу з трьома проточними басейнами для витримки і відтворення різних риб, головним чином миня, і ставком для підрощування штучно виведених мальків.

Прогрес ставового рибництва в Росії пов'язаний з ім'ям А. Т. Болотова, який створив систему технологій ставкового рибництва і ще в 1784 р. (за сто років до Д. Ніколаса, І. Суєта, Е. Вальтера) обґрунтував принципи визначення продуктивності ставів і їх класифікацію

На межі XIX і XX сторіч іхтіологи-рибоводи Ф. В. Овсянніков, М. А. Бородін, І. М. Арнольд, В. Д. Солдатов, О. М. Державін, А. А. Лебедінцев, І. В. Кучин та інші розробили технології штучного розведення осетрових, лососевих, сигових, коропових, оселедцевих, окуневих риб, знеклеєння та інкубації ікри. Ці дослідження стали основою для розробки індустріальних методів відтворення риб. На їх основі були відкриті найсучасніші для того часу рибоводні підприємства на ріках Волга, Урал, Кура та ін.

Отримання зрілих плідників було найбільш складною ланкою біотехнічного процесу відтворення риб. Бурхливий розвиток гідробудівництва на крупних ріках (Волзі, Доні, Дніпрі, Дністрі та ін.) призвів до того, що цінні

види прохідних риб втрачали місця нересту і їм загрозувало зникнення. Передбачаючи це, вже в 30-ті роки минулого століття почались роботи з отримання зрілих плідників на рибоводних заводах.

Проведені О. М. Державіним на Курінському рибоводному заводі дослідження з витримки плідників реофільних риб в садках, дозволили виявити умови середовища, які сприяють або стримують дозрівання статевих залоз риб. На їх основі був розроблений екологічний метод стимулювання дозрівання гонад реофільних риб в індустріальних умовах.

Одночасно розвивався фізіологічний напрям. В 30-ті роки ХХ ст., колектив учених під керівництвом М. Л. Гербільського розробив метод гіпофізарних ін'єкцій для отримання статевих продуктів осетрових риб.

З середини 60-х років ХХ ст. метод гіпофізарних ін'єкцій був широко запроваджений при розведенні коропових та інших видів риб. Доповнений такими технологічними прийомами, як відмивка і знеклеєння ікри, використання для інкубації апаратів Вейса, підігрів води до оптимальної температури та іншими технологічними прийомами, такий метод отримав назву заводського.

В подальші роки були розроблені і впроваджені в рибницьку практику поліциклічний метод отримання і вирощування рибопосадкового матеріалу коропа, технологія промислового вирощування тилапії, основи технології вирощування риб із застосуванням теплої води та ін.

Вважається, що перші роботи з промислового інтенсивного вирощування риб в індустріальних умовах були виконані на рибницькій фермі Танакі (Японія) в 1954 р., коли в двох басейнах загальною площею 62 м² отримали 8,5 т коропа (140 кг/м²), а перше застосування методу садкового вирощування риб було пов'язано з Камбоджею (1851 р.), де рибу вирощували в садках, виготовлених з бамбукових рам і встановлених у лагуні. Японським дослідникам також вперше вдалося одержати позитивні результати вирощування коропа в рециркуляційних системах.

Ці новітні на той час технології індустріального рибництва сприяли розвитку і впровадженню інтенсивних методів вирощування риб в ставах,

садках і басейнах в багатьох країнах світу. Розроблялись і удосконалювались конструкції садків і басейнів, методи очищення і повторного використання води. Важливе місце зайняли технології тепловодного рибництва і питання технічного забезпечення індустріальної аквакультури.

В 1958 р. була створена перша промислова установка для вирощування молоді форелі при оборотному водопостачанні. В 60-х роках ХХ ст. почали розробляти перші замкнені системи простого типу для вирощування лососевих риб в Каліфорнії з поступовим їх ускладненням і вдосконаленням. В Європі, а потім і в усьому світі набули широкого розповсюдження замкнені системи (УЗВ) і фільтри фірми Штелерматік. Це обладнання – новий крок в техніці і рибництві.

В 80-90-х роках ХХ ст. в СРСР були створені перші вітчизняні установки такого типу – «Біорічок» (Естонія), «ВНШПРХ – СПАГУ», «ВІЗ РКУ-240».

Широке застосування у рибництві знайшло використання «чистого кисню». В 60-х роках ХХ ст. був розроблений перший вітчизняний оксигенатор, який використовувався для насичення киснем води, яка подавалася в басейни з рибою.

В сучасних умовах важко уявити індустріальне рибництво без розвиненого виробництва штучних кормів. Цей дуже важливий напрямок включає в себе: розробку рецептур повноцінних, збалансованих кормів для різних видів риб, впровадження сучасних методів годівлі і відповідного обладнання для виробництва, зберігання кормів і годування риб.

Не менш важливою є проблема культивування живих кормів. Ще в 60-ті роки ХХ ст. на території Радянського союзу було створено перше досить ефективне господарство з виробництва артемії, розроблялися методи культивування коловертки, мікроводоростей, планктонних ракоподібних, олігохет та інших видів живих кормів.

Елементи і системи індустріального рибництва широко розробляються за кордоном, де технічне оснащення рибоводних цехів відповідає найсучаснішим вимогам. У вітчизняному рибництві в цьому напрямку

останніми роками ведуться інтенсивні дослідження, але зразками обладнання, яке випускається промисловістю, у більшості випадків ще поступаються аналогічним зарубіжним зразкам.

Традиції аквакультури в Україні мають вікову історію. У зародженні ставового рибництва важливу роль відіграло господарство Домбаля в м. Антоніни, організоване в 1922 р. в маєтку графа Потоцького, який ще в 1887 р. привіз коропів із Західної Галіції. У господарстві було 245 ставків різних категорій загальною площею 3,1 тис. га. Воно було найбільшим підприємством в колишньому Радянському Союзі.

У міжвоєнний період на базі Київської експериментальної станції рибництва було створено Інститут рибного господарства, в якому почалася і була успішно завершена в 1953 році програма виведення українських культурних порід коропа (українські лускаті і рамчасті породи).

У цей період аквакультура на Україні розвивалася швидкими темпами. Були побудовані і введені в експлуатацію найбільші озерні господарства в східних і центральних районах України (загальна площа понад 180 тис. га.). В 70-80-і роках ХХ ст. окрім класичного ставового рибництва, інтенсивно розвиваються садкові і басейнові господарства на теплих водах електростанцій. Активно впроваджується полікультура, основана на використанні рослиноїдних риб. Стрімко розвивається індустріальне розведення веселкової форелі, осетра і сома.

Стабільно розвивалася марикультура. В 1991 р. було отримано близько 800 т. мідій, розроблялися і впроваджувалися технології відтворення і вирощування устриць, кефалевих і камбалових риб, смугастого окуня, лаврака та інших з застосуванням УЗВ. У 1990 р. об'єм виробництва в секторі аквакультури України досяг максимального рівня – 136,5 тис. т., (110 тис. т коропа, 13 тис. т., рослиноїдних риб, 1,7 тис. т каналного сома і близько 950 т веселкової форелі).

В наступний період, у зв'язку із зміною політичної, економічної і соціальної ситуації в країні обсяг виробництва риби і рибної продукції істотно знизився і в 2004 р. вже не перевищував 31 тис. т.

На Україні існує майже 60 спеціалізованих рибних господарств. В основному – це класичні ставові господарства, які сьогодні вирощують рибу за напівінтенсивною або екстенсивною технологією з використанням полікультури коропових риб. Інтенсивні технології використовуються в основному на форелевих господарствах, які входять до складу крупних підприємств або знаходяться у приватному володінні.

Скоротилась чисельність садкових і басейнових господарств при охолоджувачах електростанцій. Їх загальний внесок у виробництво продукції аквакультури сьогодні не перевищує 0,5%.

В останні роки в багатьох регіонах України будуються індустріальні рибні господарства з використанням УЗВ. Розвиток цього напрямку аквакультури, спрямованого в основному на вирощування лососевих і осетрових риб і виробництво харчової чорної ікри, має великі перспективи. Дуже важливим і перспективним напрямком в Україні є також морське садкове рибництво.

Контрольні запитання:

1. Хто і коли вперше запровадив садки для утримання живої риби?
2. Коли і де було написано перше відоме в історії керівництво з рибництва?
3. Розкажіть про роботи абата Реомського монастиря Дом Пеншон.
4. В чому полягає відкриття С. Якобі і розробки французьких рибоводів Же. Ремі, А. Жеєна і Ж. Коста.
5. Чому у XVII ст. Росія вважалася в Європі країною з найбільш розвиненим ставовим господарством ?
6. У чому полягає метод М. Л. Гербільського ?
7. Коли і де були розроблені і впроваджена перша промислова установка для вирощування риб при оборотному водопостачанні?
8. Чим відомі роботи Тео Штеллера?

II. НАПРЯМКИ І ФОРМИ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РИБНИЦТВА

Рибництво як практичне відгалуження іхтіології у міру розвитку розділилося на окремі напрямки. Сьогодні не існує єдиної універсальної класифікації розділів рибництва. Так, залежно від виду, який вирощують, розрізняють коропівництво, форелівництво, осетрівництво та ін.

Залежно від типу водойм, в яких вирощують рибу, розрізняють ставове рибництво і рибництво в природних водоймах (озерах, лиманах, водосховищах).

Залежно від ступеня інтенсифікації виробництва в країнах Західної Європи і Північної Америки розрізняють рибництво:

– **екстенсивне**, коли не застосовують ніяких інтенсифікаційних прийомів, а розраховують тільки на природний продукційний потенціал водойми;

– **напівінтенсивне**, коли використовують деякий набір інтенсифікаційних заходів, за винятком годування;

– **інтенсивне**, коли вживають низку інтенсифікаційних заходів (добрива, полікультура та ін.) у тому числі і годування;

– **високоінтенсивне**, коли крім інших інтенсифікаційних заходів і годування застосовують аерацію, високий рівень водообміну або попередню водопідготовку;

– **супервисокоінтенсивне**, коли поряд з іншими інтенсифікаційними заходами для аерації використовують технічний кисень.

У колишньому СРСР і країнах східної Європи за ступенем інтенсифікації рибництво підрозділяється на: екстенсивне, напівінтенсивне та індустріальне, сама назва, якого за аналогією з промисловим виробництвом припускає максимальний ступінь інтенсифікації.

Під індустріальним рибництвом слід розуміти таку форму господарювання, коли утворюють високу щільність посадки риби, для її годування використовують повноцінні збалансовані корми, більшість виробничих процесів механізовано і автоматизовано, а цикл вирощування триває протягом всього року.

За останні десятиліття саме цей напрям рибного господарства розвивається найбільш високими темпами. В свою чергу індустріальне рибництво підрозділяється на: озерне, ставове, садкове, басейнове і вирощування риби в системах з оборотним водопостачанням (СОВ), які в свою чергу підрозділяються на напівзамкнені і рециркуляційні, замкнені (УЗВ).

Збільшення виробництва риби традиційними методами, які базуються переважно на екстенсивному використанні природних ресурсів, має певні природні обмеження. Лімітуючими чинниками виступають: земля, вода і зовнішнє середовище.

У зв'язку з цим актуальним є перспективне розширення індустріальних господарств, забезпечення їх суперінтенсивними технологіями і в першу чергу системами із напівзамкненим або замкненим циклами водозабезпечення. Це дозволить вирощувати будь-які об'єкти аквакультури протягом всього року, незалежно від кліматичних умов при одночасному заощадженні ресурсів і забезпеченні екологічної чистоти виробничого процесу.

Індустріальне рибництво - новий напрям рибного господарства, який має широкі перспективи розвитку. Технології індустріального рибництва ґрунтуються на вирощуванні риби при високій щільності посадки, в моно- або полікультурі, шляхом оптимізації умов культивування, використанні різноманітних методів інтенсифікації, механізації й автоматизації всіх виробничих процесів, отриманні товарної продукції протягом всього року.

Таким чином, індустріальне рибництво - це розведення і

вирощування риби із застосуванням технологій, що забезпечують максимально високий рівень інтенсифікації, механізації і автоматизації виробництва і максимально можливу, високу і стабільну продуктивність протягом всього року.

Найбільш прогресивна форма індустріального рибництва – вирощування гідробіонтів в установках замкнутого водопостачання (УЗВ). Позитивні результати розробки таких технологій істотно перевершують ефективність традиційних методів рибництва, припускають інший рівень організації процесів виробництва, які протікають в контрольованих умовах і забезпечують отримання кращих рибоводних і економічних показників.

Відмінність індустріального рибництва від традиційних форм (пасовищного і ставового) за продуктивністю та інтенсивністю виробництва добре ілюструють такі приклади:

– рибопродукція пасовищного рибництва може сягати 0,1-0,5 т/га., екстенсивного ставового рибництва – 1 т/га, інтенсивного ставового рибництва – 10 т/га і більше, а індустріального рибництва з використанням УЗВ – 500-1000 т/га.

– при цьому, потреба у землі і воді на виробництво 1 кг товарної риби при пасовищному рибництві становить 100 м² і 130 м³, при екстенсивному ставовому рибництві 10 м² і 10-20 м³, інтенсивному ставовому рибництві – 1 м² і 5-10 м³, а при використанні УЗВ – 0,01 м² і 0,005 м³ відповідно.

За характером водозабезпечення всі форми індустріальних рибних господарств можна поділити на три групи:

1. Господарства, що використовують воду з природною температурою (холодноводні).

2. Господарства, що використовують воду з підвищеною проти природного рівня температурою (тепловодні).

3. Господарства, що використовують морську або солонувату воду (холодноводні або тепловодні).

Індустріальні господарства, які використовують теплі води електростанцій (ТЕС і АЕС) і промислових підприємств, а також геотермальні води, незалежні від кліматичних умов і можуть розміщатися в будь-якому регіоні. Цей напрям індустріальної аквакультури особливо перспективний на північних територіях, кліматичні чинники яких не сприяють товарному рибництву. Крім того, при використанні теплих вод з'являється можливість вирощувати теплолюбні види гідробіонтів, які відрізняються не тільки підвищеною продуктивністю, але і високими споживчими якостями.

Індустріальне рибництво складається зі ставових, озерних, садкових і басейнових господарств, систем з оборотним водозабезпеченням (СОВ) і установок із замкнутим циклом водозабезпечення (УЗВ).

Інтенсивне ставове рибництво поєднує в собі застосування всіх можливих методів інтенсифікації при максимальній механізації й автоматизації виробництва.

Інтенсивні озерні рибоводні господарства – керовані господарства на базі природних водойм, в яких ефективно використовуються природні і штучні корми. Безперервне якісне і кількісне зростання обсягів виробництва рибопродукції забезпечується за рахунок застосування різноманітних методів інтенсифікації, концентрації виробництва, повної механізації і максимально можливої автоматизації виробничих процесів.

Садкові господарства передбачають вирощування риби в садках різної конструкції, встановлених в природних прісноводних, солонуватоводних і морських акваторіях (озера, водосховища, лимани, затоки та ін.) при високій щільності посадки з використанням природних і штучних кормів. Відгалуженням садкового рибництва можна також вважати вирощування риб в ізольованих ділянках водойм. Садкові господарства мають низку переваг перед ставовими і озерними, а саме:
– відносно невеликі початкові капітальні вкладення;

- можливість використання простих за конструкцією садків, виготовлених із звичайних сіт'яних матеріалів;
- використання стаціонарних садкових баз, спорудження яких не потребує складних технологій і тривалого часу, або плаваючих садків простої конструкції;
- обмежені потреби у земельних площах, використанні чистої прісної або морської води, тобто в ресурсах, які стають все більш дефіцитними;
- можливість контролю за процесом вирощування і часткового використання природних кормів;
- можливість механізації та автоматизації виробництва.

Басейнові господарства орієнтовані на вирощування риб в прісноводних або морських проточних басейнах різного об'єму та конфігурації при високій щільності посадки, оптимізації умов вирощування, використанні штучних кормів та сучасних методів годування, зниженні частки ручної праці. Господарства такого типу мають такі переваги:

- висока щільність посадки завдяки інтенсивному водообміну;
- компактне розміщення басейнів, економія земельної фундації;
- можливість використання оборотного водопостачання;
- постійний візуальний контроль за станом вирощуваної риби;
- відсутність застійних зон. легке очищення від мулу;
- мінімальні втрати від хижаків і рибоїдних птахів;
- сприятливі умови механізації і автоматизації, облову і годівлі.

Як один з перспективних напрямків басейнового рибництва можна розглядати **інтенсивні форелеві господарства**. Це високотехнологічні індустріальні виробництва, рівень інтенсифікації яких визначається кратністю обміну води у вирощувальних басейнах, оптимізацією умов вирощування, якістю штучних кормів, досконалістю методів годівлі, механізацією та автоматизацією процесів рибництва, застосуванням технології вирощування різних вікових груп форелі та іншими біотехнічними

прийомами.

Системи з оборотним водопостачанням СОВ – індустріальні басейнові господарства, в яких вода проходить очищення в спеціальних біологічних ставах (іноді за допомогою фільтрів) і після попередньої водопідготовки і часткової заміни багаторазово, повторно використовується в процесі рибництва. Таким чином разом з іншими перевагами, притаманними басейновим господарствам, застосування СОВ дозволяє значно економити воду, яка сьогодні є однією з найбільш дефіцитних складових рибництва.

Установки із замкнутим циклом водопостачання УЗВ – використовують для рибництва рециркуляційне водозабезпечення з повністю регульованим режимом відтворення та вирощування риби.

Для очищення води використовують механічні і біологічні фільтри, системи терморегуляції, знезараження води, оксигенацію, дегазацію тощо. Такі рибоводні системи (УЗВ) дозволяють вирощувати будь – які об'єкти аквакультури (рибні і не рибні), незалежно від зовнішніх умов протягом всього року.

Цей напрям рибництва втілює сьогодні найбільш прогресивну форму індустріальної аквакультури. Особливістю цього методу вирощування гідробіонтів є ослаблення тиску природних чинників на успішність виробництва товарної рибної продукції і значне зменшення потреби у використанні таких природних ресурсів як вода і земля.

При використанні садків і басейнів для вирощування риби оптимальні умови середовища забезпечуються за допомогою природної або штучно створеної проточності. При використанні СОВ водозабезпечення здійснюється за оборотною схемою, а УЗВ – за замкнутою схемою.

Завдяки вказаним прийомам щільність посадки риби в садки, басейни та інші вирощувальні ємкості різко зростає в порівнянні із ставами, у зв'язку з чим на декілька порядків збільшується вихід риби з одиниці площі або

об'єму рибоводних споруд.

При індустріальних методах вирощування забезпечення оптимальних умов якості водного середовища (температури, кисневого режиму та ін.) забезпечується не природним, а штучним функціонуванням водних екосистем. Всі потреби гідробіонтів задовольняються відповідними інженерними (технічними) засобами.

Чистота води забезпечується системою фільтрів. Її якість – блоком водопідготовки, який включає терморегуляцію, оксигенацію, очищення води від органічних забруднювальних речовин та ін. У результаті вода в індустріальних установках виконує лише таку технологічну функцію, як винесення із зони вирощування твердих і розчинених забруднювальних речовин, доставку в вирощувальні ємкості очищеної (відновленої) води, підтримання заданого температурного, кисневого та гідрохімічного режиму. Сама вода не забезпечує продукцію, як це спостерігається в ставових і озерних умовах.

Таким чином, індустріальна аквакультура практично не залежить від процесів, з якими пов'язано продукування риби в природних або частково змінених водних екосистемах. Більшість функцій, притаманних природним водним екосистемам в сучасній індустріальній аквакультурі успішно виконується спеціалізованим устаткуванням, яке працює, як правило, значно ефективніше і здатне забезпечувати гранично високі показники виходу рибної продукції із рибоводних установок. Всебічне технічне озброєння і високий рівень рибопродукції дозволяють вважати індустріальне рибництво вищою формою сучасної аквакультури.

Крім того, індустріальне рибництво має такі переваги, як висока концентрація виробництва на обмежених площах, велика продуктивність праці персоналу, зайнятого на основному виробництві, можливість розміщення господарств поблизу від споживача. Це в свою чергу дозволяє здійснювати реалізацію риби в найбільш прийнятній для споживання формі

(живою і свіжою).

В Україні індустріальне рибництво, не зважаючи на його перспективність, має поки невелике значення. Це зумовлено, перш за все, консервативністю підходів до оцінки довготривалих тенденцій розвитку рибного господарства на внутрішніх водоймах і недостатнім обсягом капітальних вкладень в цей напрям рибництва. Слід чекати, що в умовах ринку все-таки відбудеться переоцінка цінностей і акцентів і індустріальне рибництво зможе розвиватися підвищеними темпами, посідає належне йому місце в загальних обсягах виробництва рибної продукції.

Сьогодні можна виділити такі основні напрямки розвитку індустріального рибництва в Україні:

– індустріальне ставове рибництво, спрямоване на вирощування полікультури коропа, рослиноїдних та інших теплолюбних риб;

– вирощування цінних видів риб (осетрових, лососевих та ін.) в садках, встановлених в природних водоймах (озерах, водосховищах, каналах, лиманах і прибережних морських акваторіях);

– вирощування теплолюбних риб в садках, басейнах, лотках при прямоточній або оборотній схемі водопостачання з використанням теплих вод;

– вирощування цінних видів риб в системах із замкнутим циклом водозабезпечення.

Можна виділити такі шляхи підвищення ефективності роботи індустріальних господарств:

1. Формування і утримання племінних маточних стад.
2. Підвищення виживання риб різного віку.
3. Розробка і застосування вискоєфективних, збалансованих гранульованих кормів.
4. Отримання рибопосадкового матеріалу в ранні терміни для подальшого товарного вирощування.

5. Розведення протягом всього року і використання – поліциклу.

6. Введення в сферу виробництва нових високопродуктивних об'єктів рибництва, порід і кросів.

7. Реалізація товарної продукції протягом всього року і вирощування коштовних, делікатесних видів гідробіонтів.

Таким чином, індустріальне рибництво України (садкове, басейнове, комбіноване з використанням СОВ і УЗВ) має великі перспективи при вирішенні питань, пов'язаних з підвищенням життєвого рівня населення, забезпечення його продуктами водного походження. Передбачається, що обсяг товарної продукції індустріального рибництва в найближче десятиріччя повинен скласти близько 30 тис. т на рік.

Контрольні запитання

1. Як поділяються форми рибництва в залежності від ступеня інтенсифікації?
2. Що таке індустріальне рибництво?
3. Які форми індустріального рибництва за характером водозабезпечення Ви знаєте?
4. Що таке тепловодне рибництво і його переваги?
5. Охарактеризуйте основні форми індустріального рибництва.
6. Які переваги притаманні індустріальним садковим господарствам?
7. Дайте порівняльну характеристику прямоточних басейнових індустріальних господарств і систем з оборотним водопостачанням.
8. Що таке УЗВ, основні характеристики і переваги?
9. Основні напрямки розвитку індустріального рибництва в Україні.
10. Перспективи розвитку, напрямки і шляхи підвищення ефективності індустріального рибництва в Україні.

III. ЗНАЧЕННЯ АБІОТИЧНИХ І БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РИБНИЦТВІ

3.1 Абіотичні чинники середовища

Ефективність культивування водних організмів цілком визначають властивості води як середовища, де протікає весь їхній життєвий цикл. За своїм фізико-хімічним складом вода, що використовується для вирощування гідробіонтів, повинна відповідати їх видоспецифічним і фізіологічним особливостям та забезпечувати: нормальне статеве дозрівання, високу плодючість, якість нащадків, реалізацію потенційних можливостей зростання, запобігати розвитку різних захворювань.

Весь комплекс чинників зовнішнього середовища, які впливають на гідробіонтів в процесі культивування, можна поділити на дві групи: абіотичні і біотичні.

До основних абіотичних чинників слід віднести: температурний і газовий режим; хімічний склад, водообмін; забруднення; зв'язок з повітряним середовищем; освітленість; прозорість та ін.

Температура води – один з універсальних, визначальних екологічних чинників середовища. Риби – пойкилотермні організми. Всі їхні фізіологічні функції й активність залежать від температури води.

За відношенням до температури середовища всі види риб можна поділити на дві великі групи: – евритермні, які здатні жити у великому температурному діапазоні середовища, і стенотермні – здатні жити лише при певній температурі або у вузьких межах середовища (високій або низькій температурі).

Оптимальний температурний діапазон специфічний для кожного виду. В його межах спостерігається відносна незалежність обміну речовин і забезпечується оптимальний рівень протікання усіх життєвих процесів.

Зона оптимальних температур змінюється залежно від віку. Так, для ікри

форелі – це діапазон – 6,0-12,5⁰С; для личинок і мальків – 10,0-14,0⁰С; для цьоголіток і річників – 14,0-16,0⁰С; а для товарної риби – 14,0-18,0⁰С.

Якщо температура нижча від оптимальної для виду, погіршується поїдання і засвоєння корму, гальмується зростання, розвиток, статеве дозрівання та ін.

Розрізняються критичні і порогова температури. Так для холодолюбної форелі нижня межа критичної температурі становить близько 0,1-0⁰С, порогова - 1,5-2,0⁰С. Верхня критична температура – 24⁰С, а порогова – 26⁰С. Для теплолюбного коропа температурний оптимум знаходиться в межах – 23-27⁰С, нижній рівень критичної температури лежить в межах 5⁰С, а порогова температура дорівнює 3⁰С

Від температури води залежать: інтенсивність росту, терміни дозрівання, нересту, тривалість життя.

Вміст у воді **розчиненого кисню (O₂)** тісно пов'язаний з температурою води. Його розчинність у 28 разів гірша, ніж вуглекислого газу і в 2 рази – ніж азоту. В солоній воді його розчинність менша ніж в прісній. Насичення води киснем залежить від її температури. Чим вона вища, тим нижче буде насичення. Оптимальне насичення води киснем для вирощування водних організмів близьке до 100%.

Найбільш вибагливі до вмісту у воді розчиненого кисню ембріональні і ранні личинкові стадії, найбільш толерантні риби старших вікових груп.

Вибагливість риб до концентрації кисню у воді видоспецифічна. Так, для коропа в оптимальному температурному діапазоні вміст розчиненого кисню у воді повинен становить близько 7 мг/дм³ (80% насичення), а для форелі – 9,5-11,5 мг/дм³ (близько 100%).

За деяких умов спостерігається перенасичення води киснем. Окремі види і вікові групи гідробіонтів відносно легко переносять його високу концентрацію. Форель, наприклад, переносить концентрацію кисню до 300-350% насичення, але при вирощуванні більшості видів риб не слід допускати

перенасичення води киснем більш ніж до 200-250%.

Азот добре розчиняється у воді. Перенасичення води азотом – сприяє виникненню газобульбашкового захворювання. Для личинок лососевих риб летальним є насичення води азотом до 103-104%, для мальків – до 105-113%, для дорослих риб – до 118%. Така ситуація часто створюється при вирощуванні риби на відпрацьованих водах ГРЕС, ТЕС і АЕС а також при механічному водопостачанні, коли з'являється можливість підсосу повітря в закритому трубопроводі.

Озон (O₃) широко застосовується для знезараження питної води. Він є алотропічною видозміною кисню. За звичайних умов – це голубувато-фіолетовий газ. Розчинність його у воді вища, ніж у кисню. Молекула озону вкрай нестійка і легко розкладається з виділенням енергії. Навіть у відносно не великій концентрації озон згубно діє на гідробіонтів. Водорості гинуть при концентрації озону 0,5-1,0, молюски – 3,0, циклопи, олігохети, дафнії і коловертки – 2 мг O₃/дм³.

Озон має високий окислювальний потенціал і завдяки дифузії легко проходить крізь клітинні оболонки мікробів. Окислюючи органічну речовину мікробної клітини, озон приводить її до загибелі. Бактерії, що утворюють спори більш стійкі до дії озону. Таким чином, для знезараження води достатньо 0,5-4 мг O₃/дм³, але такі концентрації разом з патогенними мікроорганізмами можуть вбивати й інших гідробіонтів. Враховуючи це, використання озону для знезараження води у рециркуляційних системах сьогодні обмежене.

Разом з тим, подача озону після біологічного фільтра забезпечує окислення амонію і нітритів, а при концентрації 15 мг O₃/дм³ озон повністю знищує бактерії і віруси і окислює значну кількість органічних речовин, а також знижує концентрацію заліза у воді.

Вуглекислота, двоокис вуглецю, вільний діоксид (CO₂). Від його наявності у воді залежить біопродуктивність водойм, але у великій

концентрації вуглекислий газ отруйний для риб. Вміст CO_2 вже в концентрації 30 мг/дм^3 спричиняє аритмію і пригнічує дихання. Концентрація $50\text{-}80 \text{ мг/дм}^3$ призводить до порушення рівноваги, а при 107 мг/дм^3 – риби починають плавати на боці. Гемоглобін зв'язує велику кількість CO_2 , що призводить до різкого зменшення концентрації кисню у крові й асфіксії. Риби починають задихатися навіть у насиченій киснем воді.

В природних водах вуглекислота міститься в чотирьох формах: у вигляді газу, у розчиненому стані (двоокис вуглецю), у вигляді гідрокарбонат іонів (HCO_3) і у вигляді карбонат іонів (CO_3).

При надлишку CO_2 риба гине з притиснутими зябровими кришками, а при недостатці O_2 – з відкопиленими. Концентрація CO_2 може різко зростати в період повені і дощу. Вміст вуглекислоти істотно впливає на життєдіяльність гідробіонтів.

Солоність і вміст мінеральних солей. Під солоністю розуміють загальну кількість мінеральних речовин, розчинених в 1 дм^3 води. Її виражають у г/дм^3 або в тисячних частках. Позначають як **S** і виражають в проміле (‰). Солоність важко визначити хімічним шляхом, тому її визначають через вагову концентрацію хлору у воді: $S\text{‰} = 1,80655 (\text{Cl})$. Прісні води містять 1 г/дм^3 , солонуваті - $1\text{-}15 \text{ г/дм}^3$, солоні - $15\text{-}40 \text{ г/дм}^3$ мінеральних солей. Сьогодні величину солоності визначають з допомогою спеціальних приладів за щільністю морських вод або електрохімічними методами.

З солей, розчинних у воді, важливе значення мають солі вугільної кислоти (бікарбонати і карбонати), соляної (хлориди), фосфорної (фосфати), сірчаної (сульфати), азотної (нітрати) та ін. Біогенні елементи, що входять до складу цих сполук, відіграють важливу роль в формуванні первинної продукції, входять до складу тканин риб та інших гідробіонтів. Деякі види риб здатні покривати потреби в мінеральних речовинах з навколишнього водного середовища за рахунок водно-сольового обміну.

Активна реакція середовища – рН (водневий показник) – відбиває

концентрацію іонів водню у воді, які визначають реакцію середовища (кисла, нейтральна або лужна). Значення рН води у водоймах може коливатися в значних межах під впливом низки біотичних і абіотичних чинників.

Так, влітку в результаті життєдіяльності рослин і виділення у водне середовище вуглекислого газу, рН підвищується. Значення рН істотно залежить від вмісту Са у воді. Негашене вапно, солі міді і гербіциди нейтралізують (кисле середовище).

Нейтральне значення рН–7. Сприятливий діапазон рН для більшості риб та інших гідробіонтів – 6,5-8. Критичні значення – нижче 6 і вище 8. Жорстка вода стабілізує рН. Величина рН визначає токсичність багатьох біологічно-активних речовин. Так, при високому значенні рН підвищується токсична дія аміаку та нітритів.

Кислі води боліт, гумінові речовини перешкоджають ефективному вирощуванню риби. Приплив талої води різко змінює активність середовища і може спричинити масову загибель риби.

Для коропа межа виживання – рН 4,3-10,8, для форелі – 4,5-9,2.

Для визначення рН у воді використовують калориметричний метод або спеціальні індикатори.

Течія забезпечує збагачення води киснем, видалення продуктів метаболізму, екскрементів і залишків корму. При садковому вирощуванні завдяки течії в садки надходять кормові організми, що збагачує раціон риб.

Висока швидкість течії збільшує енергетичні затрати риб на плавання і призводить до не раціональних кормових витрат. Низька швидкість течії сприяє накопиченню в басейнах органічних залишків і погіршує їх санітарний стан і кисневий режим.

Швидкість течії може зростати, в певних межах у міру зростання риб. Так, при вирощуванні мальків форелі в лотках швидкість течії не повинна перевищувати 2-3 см/с. Крупна форель може долати течію до 20 м/с.

В ставах велика швидкість течії зумовлює підвищений водообмін, що

погіршує рибоводно-економічні показники. Тому для ефективного ставового рибництва необхідно створювати помірну течію. Зазвичай течія в рибоводних ємкостях не повинна перевищувати 0,5 м/с. Такий режим в багатьох випадках забезпечує оптимальні умови утримання і зростання риб.

Водообмін. Від ступеня водообміну залежить рибопродуктивність водойм і можливість утворювати при товарному вирощуванні високу щільність посадки гідробіонтів. При інтенсивних методах вирощування (садковий, басейновий) із застосуванням штучних кормів високий рівень водообміну, як правило, збільшує обсяги рибопродукції.

Водообмін є одним з чинників інтенсифікації у ставовому рибництві. Він сприяє винесенню продуктів життєдіяльності риб, стимулює фотосинтетичну активність фітопланктону. Граничний рівень водообміну, вище за який відбувається вимивання більшості видів одноклітинних водоростей, становить 2,5 дня. Оптимальним можна вважати 6-15-добовий водообмін. При цьому, як показали дослідження, постійна проточність менш ефективна ніж разовий пропуск великої кількості води з подальшим зменшенням проточності.

Водообмін не збільшує концентрацію розчиненого у воді кисню (близько 80% кисню надходить у воду за рахунок фотосинтезу і 20% – за рахунок інвазії). На частку водообміну припадає всього від 0,1 до 3% (в середньому близько 1%).

Вважається, що застосування 6-10-добового водообміну дає прибавку рибопродукції до 1 т/га.

Жорсткість води - певна властивість води пов'язана з розчиненими в ній сполуками магнію і кальцію, тобто наявністю у воді катіонів цих елементів (при підвищенні температури солі цих металів випадають в осад і утворюють міцні відкладення).

Жорсткість води можна обчислювати сумою мілімолей іонів кальцію і магнію на 1 дм³ води (ммоль/дм³), що відповідає кількості будь-якої

речовини в мг/дм^3 , еквівалентної її молекулярній масі, розділеній на валентність. Таким чином, 1 ммоль/дм^3 – це $20,04 \text{ мг/дм}^3$ кальцію або $12,1 \text{ мг/дм}^3$ магнію. В світовій практиці широко використовуються такі одиниці як «градус жорсткості»:

- 1 Німецький градус $1^\circ\text{Н} = 10 \text{ мг Ca/дм}^3$ води;
- 1 Французький градус $1^\circ\text{Ф} = 10 \text{ мгCaCO}_3/\text{дм}^3$ води;
- 1 Англійський градус $1^\circ\text{А} = 14,3 \text{ мгCaCO}_3/\text{дм}^3$, або 10 мг CaCO_3 у 700 г води,

Виділяють 3 типи жорсткості води:

– загальна жорсткість визначається як сумарна величина наявності солей магнію і кальцію у воді, тобто сумою карбонатної і не карбонатної жорсткості;

– тимчасова – карбонатна жорсткість, складає 70-80% від загальної жорсткості. Вона зумовлена присутністю поряд з кальцієм, магнієм і залізом гідрокарбонатних аніонів;

– постійна – не карбонатна жорсткість – залишається у воді після кип'ятіння. Характеризується присутністю сульфатних, нітратних і хлоридних аніонів, солей кальцію і магнію, які чудово розчиняються у воді.

Причина жорсткості води – підземні поклади вапняків, гіпсу, доломіту, які розчиняються у підземних водах, а також інші процеси розчинення і вивітрювання гірських порід.

Жорсткість поверхневих вод менша від підземних. Вона зазнає до помітних сезонних коливань, досягаючи зазвичай найбільшого значення в кінці зими і найменшого в період повені, коли рясно розбавляється м'якою дощовою і талою водою. Морські й океанічні води мають дуже високу жорсткість.

Підвищення жорсткості можна добитися додаванням вапняку, крейди або мармуру. Більш ефективно діє внесення хлористого кальцію і магнію.

За ступенем жорсткості воду поділяють на 6 класів, табл. 3.1.

Освітленість значною мірою впливає на всі життєві процеси риб. Її інтенсивність і періодичність визначає строки статевого дозрівання і нересту, початок і закінчення міграцій, характер і інтенсивність харчування, особливості ембріогенезу, темп зростання та ін.

Таблиця 3.1 – Характеристика води залежно від жорсткості

Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	Градус жорсткості, °Н	Характеристика води
До 1,4	До 4	Дуже м'яка
1,5-3,0	4-8	М'яка
3,1-4,3	8-12	Середня жорсткість
4,4-6,4	12-18	Досить жорстка
6,5-10,7	18-20	Жорстка
10,8	30	Дуже жорстка

За відношенням до освітленості риби поділяються на тих, які мають позитивний фототаксис і негативний фототаксис (не люблять прямого сонячного світла, уникають його). Відношення риб до освітленості з віком може змінюватися.

У мальків, деяких видів риб пряме сонячне проміння здатне спричинити опіки тіла. Найбільш сприятливим для більшості у риб ранньому онтогенезі є розсіяне, помірне або слабке освітлення. Світло і фіолетове проміння згубні для ікри лососевих риб, жовте і оранжеве проміння – нешкідливе. В той же час, для нормального протікання онтогенезу деяких видів морських риб (кефалеві та ін.) необхідне пряме сонячне освітлення і досить інтенсивне ультрафіолетове опромінювання.

Циркадні і цирканні ритми мають величезне значення у житті риб. Тривалість світлового дня визначає інтенсивність енергетичного обміну риб, а отже, впливає на терміни статевого дозрівання, інтенсивність харчування і зростання. Від режиму й інтенсивності освітлення залежить активність риб,

ритм харчування, міграції.

Прозорість – здатність води пропускати світло. Зазвичай вимірюється за допомогою диска Секкі. Залежить в основному від кольору води і концентрації завислих і розчинених органічних і неорганічних речовин. Може різко знижуватися в результаті антропогенного забруднення і евтрофування водойми.

Для різних видів риб вимоги до прозорості води різняться. Для вирощування лососевих риб необхідна вода з високою прозорістю, оскільки форель при живленні орієнтується переважно за допомогою зору. При вирощуванні коропа і рослиноїдних риб прозора вода – ознака малопродуктивності ставка. Коропові, сомові та більшість інших видів прісноводних риб не вибагливі до прозорості води.

Мутність води – показник, що характеризує зменшення її прозорості через наявність в ній піску, глини, неорганічних сполук (гідроксиду алюмінію, карбонатів, різних металів), а також органічних домішок або живих істот, наприклад бактеріо-, фіто- або зоопланктону. Причиною мутності води може бути окислення сполук заліза і марганцю киснем повітря, що призводить до утворення колоїдів.

Мутність води в річках і прибережних акваторіях водойм підвищується при дощах, паводках, таненні льодовиків. Як правило, взимку рівень мутності у водоймах мінімальний, а навесні і під час літніх дощів найвищий.

Мутність води визначається через порівняння досліджуваної води із стандартними суспензіями. Для вимірювання мутності використовується фотометрична методика.

У рибництві за норму кількості завислих речовин у воді приймають 25 мг/дм³ і нижче. Більш високі концентрації негативно впливають на розвиток ікри і личинок, уповільнюють зростання, можуть знижувати стійкість до захворювань, забезпеченість їжею, призводять до загибелі риби.

Для осадження мутності іноді застосовують коагулянти. За вмістом завислих речовин і забарвлених гумусних сполук розрізняють високомутні і висококольорові води.

Органічні речовини. Вміст органічних речовин у воді – важливий гідрохімічний показник, який характеризує продукційно-деструкційні процеси, що протікають у водоймах, інтенсивність самоочищення вод, процеси, пов'язані з екологічним метаболізмом у водних екосистемах.

Існує ряд методів визначення вмісту органічних речовин у воді на основі показників біохімічного споживання кисню (БПК), окислюваності, органічного азоту, органічного вуглецю та ін.

Біохімічне споживання кисню (БСК) – кількість кисню, витрачена за певний проміжок часу на аеробне біохімічне розкладання мікроорганізмами органічних речовин, що містяться в природній воді. Зазвичай інкубація відбувається протягом 5 діб в темноті при температурі 20°C без доступу повітря і позначається через БСК-5.

Підвищене споживання кисню може мати місце і при високому вмісті у воді важко окислюваних гумінових речовин. Тому, для правильної оцінки отриманих результатів визначення БПК-5, їх необхідно зіставляти з величиною перманганатної окислюваності води (ПОВ) або із вмістом органічного вуглецю ($C_{\text{орг}}$ мг/дм³). Якщо відношення БПК-5 / ПОВ або БПК5 / $C_{\text{орг}}$ менше за 0,5, то у воді переважають стійкі (гумінові) речовини. Це визначення має велике значення для оцінки ступеня забрудненості водойм і їх здатності до самоочищення.

Визначення окислюваності бажано проводити в свіжовідібраних пробах. Якщо це неможливо, то проби води в склянках об'ємом 500 мл консервують шляхом додавання 0,1 мл сірчаної кислоти (1:2).

Залежно від вживаного окислювача розрізняють перманганатну окислюваність води (ПОВ) і біхроматну окислюваність води (БОВ) або «хімічне поглинання кисню» – ХПК.

Кількість органічної речовини у воді, що надходить повинна бути обмежена. ПОВ не повинна перевищувати 20, а БПК-5 – 10 мг/дм³.

Особливу небезпеку в рибористві уявляють азотні з'єднання, які несуть залишки корму і продукти обміну. Вони виділяються при гідролітичному розщеплюванні кінцевого продукту розпаду білкових речовин – амінокислот. В першу чергу – це токсичний недисоційований вільний аміак.

Аміак (NH₃) – високотоксична сполука. Він легко потрапляє в кров і внутрішні органи риби, накопичується там і виводиться з організму дуже повільно. Риба, яка одного разу отруїлася аміаком, може через якийсь час загинути без будь-яких зовнішніх ознак.

Отруєння аміаком робить риб схильними до стресу і ослабляє їх опірність хворобам. Летальний рівень неіонізованого аміаку складає приблизно 0,2–0,5 мг/дм³ для різних видів риби.

Іони амонію теж токсичні, але меншою мірою. Токсичність аміаку зменшується в солоній воді. Співвідношення концентрацій NH₃ і NH₄⁺ у воді також залежить від її рН і температури. У кислій і холодній воді аміак практично відсутній, в лужному і теплому середовищі його концентрація зростає.

Присутність аміаку завжди свідчить про забруднення води азотовмісними речовинами і про наявність гнильних процесів. Риба виділяє аміак через зябра. Зростання коропа зупиняється при вмісті NH₃ 0,06 мг /дм³. Вміст NH₃ не повинен перевищує 0,01 мг/ дм³ для дорослих риби, а для мальків –0,006 мг/ дм³.

Вільний аміак вступає в реакцію з водою, утворюється NH₄OH, який у свою чергу розкладається на іони NH₄⁺ і OH⁻. Перехід аміаку в амоній залежить від величини рН. При низьких значеннях рН вміст аміаку у воді зменшується. Аміак NH₃ – високотоксична сполука, амоній NH₄ – відносно не токсичний для риби.

Припустима концентрація аміаку становить – 0,1 мг/дм³, а для солей

амонію 0,5 мг/ дм³. Для зниження концентрації аміаку застосовують біофільтри.

Нітрити (NO₂) накопичуються при підвищеному рівні аміаку, можуть викликати окислення двовалентного заліза гемоглобіну крові до тривалентного заліза метгемоглобіну, який нездатний переносити кисень. При цьому кров набуває коричневого кольору. Для лососевих поріг токсичності нітриту коливається від 0,1 до 1 мг. При добрій аерації нітрит окислюється до нітратів. В морських і солонуватих водах нітрити менш небезпечні для риб, а в прісній воді навіть в малих концентраціях дуже небезпечні.

Нітрати (NO₃) – продукти окислення нітритів, є більш стійкими сполуками. Нітрати стають токсичними при концентрації 100-300 мг/дм³. Вони сприяють розвитку водоростей і паразитарних циклів.

В природних водах їх вміст може коливатися залежно від пори року від 1 до 15 мг/дм³ і більше. В прісній воді вони в 2000 разів менш токсичні, ніж нітрити. В солонуватій воді токсичність нітратів зростає.

Фосфати. Зазвичай їх кількість не перевищує 0,1 мг/дм³. Наявність їх сприяє розвитку водоростей, але вони дуже швидко виводяться з розчину, накопичуються в мулі та в рослинах.

Залізо. Патогенність заліза залежить від форми і стану. В підземних водах переважає закисне залізо. Часто в двовалентній формі залізо розчинене в кислій і взбідненій на киснем (артезіанській) воді. При аерації залізо випадає у вигляді пластівців, перетворюючись на тривалентне - гідроокис. Закисне залізо створює сприятливі умови для розвитку залізобактерій, які розвиваються у величезних кількостях, забиваючи просвіт у водоподаючих трубах. Воно забиває зябра у мальків, сприяючи їх масовій загибелі. Його вміст не повинен перевищувати 1 мг/дм³. Для закисного заліза ГДК складає 0,1 мг/ дм³, для окисного – не більше 0,9 мг/ дм³.

Хлор. Вміст його навіть в концентрації 0,1-0,2 мг/дм³ при температурі 10-14°C викликає через короткий час загибель молоді. У воді установок із замкнутим циклом водопостачання не повинно бути більше 0,01 мг/ дм³ хлору. Форель, кіжуч, каналний сом та деякі інші види дуже чутливі до дії хлору. Коропові відносно стійкіші.

Сірководень (H₂S) Його присутність неприпустима у воді, якавикористовується для рибницьких цілей. Зазвичай сірководень швидко окислюється киснем і не міститься у воді. Наявність його у воді свідчить про сильне забруднення і в першу чергу накопичення донних відкладів багатих на органічні речовини.

Лужність. Підвищення лужності води посилює загибель ікри в період інкубації. Нові басейни з бетону (цементу) або склопластику повинні бути добре промиті, інакше вода в них буде з підвищеною лужністю. На 1 га ставка глибиною 1 м при лужності 2 мг-екв./дм³. у воді розчиняється 560 кг вапна.

Мінеральні масла і нафтопродукти – недопустимі в рибницьких водоймищах. Якщо вони прямо не впливають на рибу або на інших гідробіонтів, то надають специфічного запаху їх м'ясу. Присмак виявляється вже при вмісті нафти і гасу в концентрації 0,01-0,02 мг/ дм³. Дизельне, моторне й інші масла утворюють плівку, осідають на дно.

Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) – потрапляють з побутовими промисловими і сільськогосподарськими стічними водами. Вони порушують слизисту оболонку зябер риб, що сприяє розвитку патогенних організмів і зниженню опірності риби, а також порушують роботу органів рівноваги і нюху. Риби починають плавати на боці.

Хлорорганічні пестициди застосовують в сільському господарстві як інсектициди, аскаріциди, фуміганти в боротьбі зі шкідниками зернових, овочевих і польових культур, лісонасаджень і плодових дерев Дуже стійкі до дії температури, сонця і вологи, здатні накопичуватися в організмах,

причому продукти їх розпаду можуть бути більш отруйними, ніж самі хлорорганічні пестициди.

3.2 Біотичні чинники

Біотичні чинники мають велике значення для життя риб. У кожній водоймі іноді співіснують десятки видів риб, які відрізняються один від одного за характером живлення, місцем помешкання у водоймі та ін.

Кожен живий організм знаходиться не тільки під впливом чинників неживої природи, але й інших живих організмів (біотичних чинників). Риби у водоймі вступають в різноманітні відносини з іншими гідробіонтами. Вони виникають як між рибами одного виду (внутрішньовидові зв'язки) або різних видів (міжвидові зв'язки), так і між рибами і представниками інших систематичних груп. Різноманітні зв'язки утворюються при живленні (симбіоз або конкуренція, хижак і жертви, паразит і господар та ін.). при захисті від ворогів (утворення зграй, захист нащадків).

Біотичні та абіотичні зв'язки гідробіонтів тісно переплітаються між собою внаслідок чого виробляється єдність організму з місцем існування.

В процесі життя риби утворюють різноманітні постійні або тимчасові угруповання, які допомагають їм боронитися від ворогів, здобувати їжу, відтворюватись та ін. До таких найбільш відомих і важливих утворень відносяться: згряя (косяк), скупчення (тимчасове угруповання риб), стадо (популяція – локальна група риб одного виду, які самовідтворюються) та ін.

До внутрішньовидових можна віднести чинники, що діють на рівні популяції або стада при вирощуванні риб в монокультурі. В першу чергу – це чисельність і щільність посадки, розмірно-вагова структура стада, життєстійкість, тривалість життя, плодючість, статеве співвідношення та

інші, які тією чи іншою мірою впливають на перебіг і результати вирощування.

До внутрішньовидових належать також етологічні чинники – морфологічні зміни поведінки, що спостерігаються у риб одного виду при груповому житті. Особливо це стосується вирощування риб при високій щільності посадки. При зростанні щільності посадки, коли чисельність риб близька до максимально можливої, вступають в дію внутрішні фізіологічні механізми (зростає смертність, сповільнюється зростання особин, знижується плодючість, виникають стресові ситуації та ін.). Простір і їжа стають предметом конкуренції.

Найважливішим чинником виступає конкуренція як форма біотичних зв'язків об'єктів вирощування. Конкуренція - форма взаємин організмів, яка складається в боротьбі за одні і ті ж ресурси. Вона виявляється тим різкіше, чим більш схожі потреби конкурентів.

За характером живлення риби внутрішніх водойм поділяються на:

– рослиноїдних, основною їжею яких є водна і біляводна рослинність, фітопланктон, детрит (білий амур, білий товстолобик, плітка, червонопірка та ін.);

– твариноїдні, які споживають безхребетних (вобла, лящ, сиви та ін.). Ця велика група риб поділяється на дві підгрупи: планктофаги, які харчуються зоопланктоном, фітопланктоном, деякими кишковопорожнинними, яйцями і личинками безхребетних та ін. і бентофаги, які харчуються організмами, що мешкають на ґрунті і в ґрунті дна водойм;

– іхтіофаги або хижі харчуються рибою, хребетними тваринами (жаби, водоплавні птахи та ін.).

Такий поділ умовне. Багато риб мають змішане живлення. Наприклад, короп - всеїдний, харчується як рослинним, так і тваринним кормом, строкатий товстолобик споживає зоо- і фітопланктон, а кефалі

крім детриту використовують в їжу мейобентос і обростання, представлені діатомовими водоростями.

Взаємодія популяцій двох або декількох видів (полікультура) має різноманітні форми прояву, як на позитивній, так і на негативній основі.

Якщо два об'єкти вирощування вступають в конкуренцію за загальний для них ресурс, один з них витісняє інший. З іншого боку, два види можуть гармонійно існувати, якщо їх екологічні вимоги різні. В цьому випадку об'єкти вирощування не вступають в конкуренцію, а більш повно використовують харчові ресурси водойми. На цьому і ґрунтється принцип полікультури в індустріальному рибництві.

Хижацтво – форма взаємин між організмами, при якій одні здобувають, вбивають і поїдають інших. Хижі риби (щука, судак, сом та ін.), усуваючи з популяції мирних риб, слабких, тугорослих і хворих особин сприяють підвищенню життєздатності стада і формують додаткову продукцію у водоймі. Таким чином, вирощування хижих риб в полікультурі з мирними є ефективним засобом індустріального рибництва.

Різновид хижацтва – канібалізм або внутрішньовидове хижацтво (поїдання крупнішими особинами дрібніших особин того ж виду). Такі внутрішньовидові відносини призводять до зниження чисельності і продукції популяції об'єкта культивування. У природних умовах здійснюється біологічна регуляція, за рахунок якої її чисельність популяції оптимізується на якомусь рівні.

В умовах індустріального рибництва канібалізм може призвести до втрати значної частини вражаю. Тому при контрольованому вирощуванні для запобігання канібалізму використовують сортування риб за розміром та інші методи.

Паразитизм – форма антагоністичних взаємин двох організмів різних видів, коли один з цих організмів (паразит) використовує іншого (господаря) як джерело живлення і місця існування, знаходячись усередині

або на поверхні його тіла. Паразити харчуються перевареною їжею або тканинами господаря.

Критерієм паразитизму є видоспецифічність, в результаті якої паразит набуває спеціалізованих морфологічних і біологічних пристосувань до господаря. Паразити використовують в їжу організм господаря поступово, зберігаючи його життя до закінчення свого життєвого циклу.

Серед паразитів розрізняють ендопаразитів, які живуть у тілі свого господаря і харчуються його тканинами або вмістом травного тракту (паразитичні черв'яки), і ектопаразитів – які живуть переважно на шкірі господаря і мають достатню рухливість, щоб переходити від одного господаря до іншого (комахи-гематофаги). Паразити риб представлені простішими, плоскими круглими і кільчастими черв'яками і членистоногими.

Абіотичні умови водойми (природної або штучної) і щільність в ній риб впливають на їх зростання і розвиток. Так, в невеликих водоймах, де багато риб, вони дрібніші, ніж в крупних.

Жоден організм в природі не існує ізольовано по відношенню до інших живих істот. У зв'язку з цим виділяються певні угруповання – консорції – структурно-функціональні об'єднання різнорідних організмів, тісно пов'язаних в своїй життєдіяльності на основі певного виду рослин або тварин.

Рослини служать матеріальною базою і основою для формування консорції, їжею, нерестовим субстратом, місцем перебування консортів: фітофілів, фітофагів, паразитів, мікроорганізмів, епіфітних і симбіотичних організмів та ін. В цілому будь-який організм не тільки автотрофного, але і гетеротрофного способу живлення служить джерелом енергії для інших, пов'язаних з ним консортивними зв'язками організмів.

Таким чином, знаючи умови існування риб і їх біотичні взаємини, можна успішно управляти біологічними процесами в рибогосподарських водоймах і підвищувати їх рибопродуктивність.

Контрольні запитання

1. На які показники впливають абіотичні чинники середовища при індустріальному методі вирощування риби?
2. Перелічіть основні абіотичні чинники середовища.
3. Назвіть мінеральні елементи, які відіграють важливу роль в життєдіяльності риб.
4. Назвіть головні біотичні чинники. Як вони впливають на вирощування риб?

IV РИБНИЦЬКО–БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РИБНИЦТВА

З понад 25 тис. видів риб для промислового розведення і товарного вирощування сьогодні використовують тільки кілька сотень. Це пов'язано з тим, що далеко не Всі мешканці водойм нашої планети придатні для аквакультури взагалі і для індустріального рибництва зокрема.

При виборі об'єктів культивування керуються певними вимогами. Крім гастрономічних і розмірних характеристик потенційного об'єкта індустріального культивування, необхідно враховувати й інші фактори. Найбільш значущі з них: можливість забезпечення якісним рибопосадковим матеріалом, особливості харчування, високі потенції зростання, толерантність до умов середовища, стійкість до захворювань і високої щільності посадки.

Ефективність і обсяги культивування того або іншого об'єкта пов'язані, у першу чергу, з можливістю забезпечення господарств індустріального рибництва необхідною кількістю посадкового матеріалу високої рибницької якості. Для вирішення цієї проблеми використовують два основні шляхи: – заготівля рибопосадкового матеріалу з природних популяцій, або одержання його штучним шляхом.

У першому випадку господарства цілком залежать від чисельності і умов відтворення природної популяції гідробіонтів. Такі господарства досить часто зазнають значних труднощів, пов'язаних з флуктуаціями чисельності, строками отримання і варіабельністю рибоводних стандартів (розміри, маса, вгодованість та ін.) рибопосадкового матеріалу, що використовується. Це відбивається на обсягах отриманої продукції, стабільності і рентабельності роботи господарств.

Більш надійним є штучне отримання посадкового матеріалу в контрольованих умовах від плідників сформованих ремонтно-маточних

стад. У цьому випадку для індустріального рибництва використовується стандартний рибопосадковий матеріал, отриманий в необхідній кількості у встановлені терміни.

В індустріальному рибництві далеко не завжди переваги віддаються об'єктам культивування, які знаходяться на низькому трофічному рівні. Види, які використовують природну кормову базу водойм і дешеві корми з низьким вмістом протеїну, вирощують переважно в індустріальному ставовому рибництві при застосовуванні низки додаткових засобів інтенсифікації або при садковому культивуванні. В цьому випадку вдається одержати білковий продукт із досить високими харчосмаковими якостями і низькою собівартістю, що забезпечує рентабельність виробництва.

У випадку вирощування видів, які знаходяться на високому трофічному рівні (лососеві, осетрові, камбалові та ін.) використовують якісні, дорогі корми з високим вмістом протеїну. Для індустріального культивування таких об'єктів зазвичай використовують басейни, напівзамкнені або замкнені рибоводні системи. Собівартість такої делікатесної продукції досить висока, але за рахунок їх коштовності, можливості розміщення виробництва поблизу від споживача і отримання продукції протягом всього року таке виробництво набуває рентабельності.

Велике значення при виборі об'єктів культивування має також кормовий коефіцієнт. Величина його не тільки видоспецифічна, але і залежить від умов вирощування (температури, солоності, технології годівлі, щільності посадки та ін.), складу і якості використовуваних кормів. Перевага в усіх випадках віддається об'єктам з відносно низькими кормовими коефіцієнтами, що робить їхнє культивування економічно доцільним.

Потенції росту риб і можливість їх реалізації в умовах індустріального вирощування – один з найважливіших критеріїв при виборі об'єктів

культивування. Перевага при цьому віддається видам, здатним досягати товарної маси за якнайкоротший період часу.

Потенційні об'єкти культивування повинні бути толерантними до умов середовища. Найбільший інтерес щодо цього становлять евритермні і евригалінні види, здатні переносити значні коливання концентрації розчиненого у воді кисню та інші несприятливі абіотичні фактори. Велике значення має також стійкість потенційних об'єктів індустриального рибництва до захворювань.

Важлива умова при виборі об'єкта культивування – його здатність переносити високу щільність посадки. Очевидно, що чим вища щільність посадки вдасться створити при вирощуванні, тим вища буде одержана з одиниці площі продукція і нижча її собівартість. Тому перевага віддається видам риб, здатним реалізувати потенції росту при високій щільності посадки.

Керуючись цими критеріями, нижче ми наводимо список і коротку рибницько-біологічну характеристику об'єктів індустриального рибництва, найбільш перспективних для України.

4.1 Родина лососевих *Salmonidae*

Родина лососевих (*Salmonidae*) включає прохідних і прісноводних риб отряду лососеподібних – (*Salmoniformes*), який об'єднує 12 родів.

Мешкають лососі в Атлантичному і Тихому океанах, також в прісних водах Північної півкулі, в помірних і північних широтах. Найбільші природні нерестовища лососевих розташовані на Камчатці, Сахаліні, Курилах і Алясці.

В аквакультурі найважливіше значення мають представники роду тихоокеанських лососів (*Oncorhynchus*) – чавича, кета, горбуша, кіжуч, нерка, мікіжа прісноводна (сталевоголовий лосось або райдужна форель) та

ін., із благородних лососів (*Salmo*) – сьомга, кумжа, ішхан (Севанська форель), Чорноморський лосось та ін.

Лососі представлені як анадромними, так і прісноводними видами, але їхнє відтворення відбувається виключно в прісних водах. У нерестовий період лососі набувають шлюбного вбрання, більш яскравого у самців. Тихоокеанські лососі нерестяться один раз у житті і після нересту гинуть.

Плодючість лососів відносно невисока. Багато лососів будують гнізда в піщаному, галечному або кам'янистому ґрунті, деякі прохідні види утворюють карликові прісноводні форми, які постійно живуть в озерах. Є сезонні раси, які відрізняються термінами ходу на нерест, розмірами і плодючістю.

Лососі – важливий об'єкт промислу, акліматизації й аквакультури. Чисельність їх у природному ареалі скорочується, тому сьогодні 11 видів і підвидів лососів занесено до Червоної книги МСОП;

4.1.1 Райдужна форель *Oncorhynchus mykiss*

Батьківщина – Північна Америка. В 1880 р. її завезли до Європи, а в 1895 р. – до Росії. Завдяки високій екологічній пластичності, здатності активно харчуватися, швидко рости і відмінному смаку райдужна форель набула заслуженого визнання рибоводів в усьому світі.

Оптимальна температура для інкубації ікри райдужної форелі дорівнює 6-12°C, для підрощування личинок і мальків – 14-16°C, для товарного вирощування – 14-18°C. Граничні температури в прісній воді коливаються в межах 0,1-30°C. В солоній воді форель виживає при мінусовій температурі. Оптимальний температурний діапазон в солоній воді – від 8 до 20°C. Насичення води киснем 90-100% (7-8 мг/дм³). Концентрація кисню 3,5-6 мг/дм³ діє на форель пригноблююче, а при 1,2-1,3 мг/дм³ спостерігається масова загибель. Активна реакція середовища (рН) не повинна виходити за межі 6,5-8,5.

Форель не виносить яскравого світла, ховається в тінь, під каміння, корчі, йде вглиб. На відміну від інших відкрито-пузирних риб вона постійно тримається ближче до поверхні води, оскільки наповнення плавального міхура повітрям у неї здійснюється тільки шляхом захоплення його з атмосфери. Тому в садках, повністю занурених в воду, а також взимку, у замерзаючих водоймах вона не виживає.

Личинки форелі здатні витримувати солоність до 5-8, цьоголітки – до 12-18, а річники – до 20-25‰. Риби масою 250-500 г добре себе почувають при 20-30‰, а доросла форель здатна переносити солоність до 35‰.

При пересадці у воду з вищою солоністю форель необхідно заздалегідь акліматизувати. Вирощування райдужної форелі в морській воді сприяє посиленню обміну речовин і прискорює темп зростання. Вирощування форелі перспективне в штормостійких садках в прибережній зоні Чорного моря в осінній, зимовий і весняний періоди.

Статевої зрілості райдужна форель досягає на 3-4-му році життя як в прісній так, і в морській воді. Загальна тривалість життя – 11 років. Нерест в природних умовах відбувається весною, але терміни його можуть значно зміщуватися залежно від температурного режиму водойми. Деякі породи форелі нерестяться протягом всього року.

Робоча плодючість самиць – 1,5-9,0 тис. ікринок (в середньому 2 тис.). Ікра жовто-оранжевого, яскраво-оранжевого або червоного кольору, діаметр зрілих ооцитів 3-6 мм, маса 40-125 мг.

Тривалість ембріогенезу залежить від температури води (в середньому 30-45 діб або 360-400 градусоднів).

Розсмоктування жовткового мішка залежно від температури води триває 10-40 діб (при оптимальних умовах 7-8 діб). Коли жовтковий мішок резорбує на 50-70%, личинки підіймаються в товщу води, починають активно харчуватися і плавати.

В оптимальних умовах вирощування маса райдужної форелі протягом

першого року життя може досягати 1 кг, другого – 1,5-2,0 кг, третього – понад 2,5 кг. Максимальна маса форелі сягає 30-50 кг.

Темп зростання залежить від температури і ступеня насичення води киснем, повноцінності використовуваних кормів.

4.1.2 Форель Дональдсона *Oncorhynchus mykiss Donaldson*

Високоплодюча, швидкоросла форма райдужної форелі. Отримана в результаті селекції. Роботи з селекції форелі Дональдсона були розпочаті Л. Р. Дональдсоном 1932 р. Початковою формою послужила форель з місцевого струмка, яка в 4 роки мала масу тіла 450-700 г і плодючість 500-1000 ікринок. Після 40 років селекційної роботи з'явилася нова порода форелі, що вже на першому році життя досягала маси тіла 400-500 г, а у віці 21 місяць – 5 кг. Її середня робоча плодючість становила 5-7 тис. ікринок і більше.

В 1982 р. форель Дональдсона була завезена в СРСР із США. Культивується у форелевих господарствах багатьох Європейських країн, Росії й України. За сприятливих умов значно випереджає за швидкістю зростання райдужну форель. За перший рік життя може досягати маси від 0,03 до 1 кг, за другий – від 0,5 до 2 кг, а за третій від 2,0 до 4,5 кг. Плодючість в середньому перевищує 20 тис. ікринок. Нерест в залежності від температури води відбувається в грудні-березні. Оптимальна температура води при інкубації ікри 8-12°C. Охоче споживає як гранульовані, так і пастоподібні корми. При розведенні і вирощуванні потребує більш обережного, щадного відношення. Ікра і м'ясо мають високу якість і цінуються, як делікатесний продукт.

4.1.3 Форель камлоопс *Oncorhynchus mykiss kamloops*.

Глибоководна форма райдужної форелі, яка живе в річках і озерах Британської Колумбії (Канада). В СРСР завезена в 1982 р.

Характерна відмінність – ранній осінній нерест (серпень - жовтень). Ця

ознака добре успадковується. Значна частина самців дозріває на третьому році життя, а у самиць в цьому віці стерильність досягає 50%. Краща якість статевих продуктів у 2-3-річних самців і 4-річних самиць.

Інкубація ікри проходить при температурі 6-12°C. Швидкість зростання на 10-20% більша, ніж у райдужної форелі. Для дозрівання їй необхідно 3800-4000 градусоднів, що менше ніж для райдужної форелі. Має дрібнішу ікру, але велику робочу плодючість. При температурі нижче 3°C не дозріває. При температурі води нижче 6°C спостерігається висока смертність ембріонів і сповільнене зростання мальків, тому рентабельне культивування можливе при зимових температурах води від 6 до 10°C.

Форель камлоопс завдяки ранньому нересту може досягати товарної маси 150-200 г вже у першому півріччі, тоді як райдужна форель такої маси досягає лише наприкінці року. Зазвичай період вирощування до маси столової риби у форелі камлоопс становить 10-18, а у райдужної – 17-24 місяці.

Комбіноване вирощування і розведення форелі камлоопс спільно з райдужною фореллю дозволяє, зберігаючи загальний обсяг товарної продукції, використовувати вдвічі менше інкубаційних апаратів та іншого рибницького устаткування.

4.1.4 Сталевоголовий лосось *Oncorhynchus mykiss*

Риба річок тихоокеанського узбережжя США. Ареал розповсюдження співпадає з ареалом райдужної форелі. В СРСР був завезений ікрою в 1965 р. з штату Орегон (США). Статевозрілі стада сталевоголового лосося були сформовані в Абхазії і в Україні – на Експериментальному кефалевому заводі в Одеській області (ЕКЗ).

Прохідна хижа риба, утворює багато різновидів. Має високий темп зростання. Досягає довжини 1,2 м і маса – 23,6 кг.

Нерест відбувається наприкінці зими або весною. Більш стійкий до

високої температури (переносить температуру води до 28°C) і забруднення. В штучних умовах при розведенні майже не відрізняється від звичайної райдужної форелі, хоча має чіткі морфологічні відмінності (більше зябрових променів, грудні, черевні і хвостовий плавник коротші). Також має порівняно меншу кількість хребців.

Розрізняють три сталі форми сталевоголового лосося: райдужна форель; озерна форма і мігруюча форма.

Харчується комахами, їх личинками, зообентосом, і дрібною рибою.

Сталевоголовий лосось – об'єкт штучного відтворення і вирощування майже в усіх країнах Світу. Високо цінується як об'єкт спортивного рибальства.

4.2 Родина осетрових (Acipenseridae)

Родина осетроподібні **Acipenseridae** об'єднує 4 роди, з яких в Україні зустрічається два – білуга (**Huso**) і осетер (**Acipense**).

Промисел осетрових вівся в Каспійському, Азовському і Чорному морях. У 1977 р. улови осетрових тільки у Волго-Каспійському районі досягали 27 тис. т, але вже до кінця минулого століття вони скоротилися до 0,6 тис. т. В результаті антропогенного навантаження і зростаючого браконьєрства чисельність цих цінних риб різко скоротилася.

Заводське відтворення єдине – джерело формування популяції осетрових в сучасних умовах. У водоймах України мешкає 6 видів осетрових. Найбільше практичне значення для індустріального рибництва мають: білуга, російський осетер, севрюга, сибірський осетер, стерлядь, бестер і веслоніс.

4.2.1 Білуга *Huso huso*

Крупна, швидкоростуча риба. Ареал: басейни Каспійського, Чорного, Азовського морів, східна частина Середземного моря.

Живе білуга до 100 років. Досягає довжини від 4,2 до 10 м і ваги (в окремих випадках) до 2 т. Є свідчення про вилов у 1827 р. в пониззях Волги білуги вагою 5 т, а в Каспійському морі поблизу гирла Волги (11 травня 1922 р.) виловили самицю білуги масою 1224 кг (ікра склала 146,5 кг). В 70-90-х рр. минулого століття зустрічалися особини масою від 0,8 до 1.0 т.

Молодь білуги споживає головним чином безхребетних, у міру зростання в раціоні набуває значення риба. Найбільш інтенсивно живиться влітку, переважно дрібною рибою (бичкові та оселедцеві).

Статевої зрілості самці можуть досягати у віці 12 років, самиці у 16 років але більша частина риб досягає статевої зрілості в пізніші строки. Нереститься один раз у два-три роки.

Білуга для нересту підіймається високо в ріки. Азовська білуга для відтворення заходить в ріки Дон і Кубань. З Чорного моря входить в ріки Дунай, Дніпро, Дністер і Буг. З Каспійського моря – у Волгу, Урал, Куру. Утворює озимі та ярові раси. Озима раса заходить в ріки влітку або восени. Зимує на ямах а навесні наступного року першою підіймається на нерестовища. Ярова раса йде на нерест навесні. Нерестовий субстрат – каміння. Плодючість залежно від розмірів самиць може досягати від 360 до 7700 тис ікринок.

Нерест проходить при температурі 8-18°C. За оптимальних умов ембріогенез продовжується 8 діб, а на активне живлення передличинки переходять на 9-10-ту добу після вилуплення. Оптимальна температура для зростання – 20-24°C, для зимівлі – 3-5°C.

4.2.2 Осетер російський *Acipenser guldenshtadt*

Завдяки високій толерантності до умов середовища розповсюджений дуже широко. Утворює окремі локальні стада у басейнах Чорного,

Азовського та Каспійського морів. Прохідна риба. На нерест заходить в Дунай, Дніпро, Дністер, Кубань, Дон, Волгу, Урал та в інші річки басейну.

Досягає маси 12-24 кг, але іноді зустрічаються екземпляри масою понад 80-120 кг і довжиною 1,5-2,3 м. Тривалість життя перевищує до 30-50 років.

Самці набувають статевої зрілості у віці 8-14, а самиці – 10-20 років. Нерестує осетер один раз у два-три роки, в кінці квітня або у травні при температурі 8-18°C. Розрізняються ярові і озимі раси. Ікру відкладає на ділянках з гравієвим або кам'янистим дном, на глибині від 4 до 25 м, при швидкості течії 1,0-1,5 м/с. У осетра з окремих локальних стад плодючість коливається в широких межах (від 50 до 1165 тис. ікринок).

При температурі 18°C ембріогенез триває 100 годин. Передличинки мають довжину від 10,5 до 12 мм і зносяться течією з нерестовищ, роблячи характерні свічки в товщі води. Досягнувши довжини трохи більшої за 20 мм, личинки осетра переходять на активне живлення зоопланктоном. Мальки живляться донними безхребетними, черв'яками, бокоплавами, молюсками. Дорослі особини – рибою. Плідники після нересту скочуються на морські пасовища.

4.2.3 Ленській (сибірській) осетер *Acipenser baeri*

Один з найбільш освоєних і перспективних об'єктів товарного осетрівництва.

У нативному ареалі (р. Лена) росте повільно. До 15-20 років досягає маси 3-4 кг при довжині тіла 80-100 см. Статевої зрілості набуває в 10-12-річному віці. Нереститься в червні-липні при температурі води 14-18°C. Ікру відкладає в місцях зі швидкою течією на кам'янисто-галечниковому ґрунті. Плодючість самиць в залежності від розмірів, коливається від 16 до 110 тис. ікринок.

Має широкий спектр живлення (личинки комах, молюски, черв'яки, риба). Харчується протягом всього року. Витримує підвищення температури до 30°C. Оптимальна для зростання температура – 15-25 °C. Зимує при 1-3°C.

Потомство від вирощених в неволі плідників ленського осетра вперше отримали в 1981 році на Конаковському рибницькому заводі. Сьогодні ремонтно-маточні стада ленського осетра сформовані й експлуатуються в багатьох господарствах.

У сприятливих умовах (високий температурний режим, повноцінне годування та ін.) реалізуються потенції росту і раннього статевого дозрівання виду. В штучних умовах самці стають статевозрілими у віці 4-6 років, самиці – 7-9 років. Нерест проходить в червні-липні при температурі води 14-18°C.

У тепловодних господарствах статеве дозрівання самців може відбуватися в два роки, самиць – у п'ять років. Масове дозрівання – на 1-2 роки пізніше. Технологія прискореного отримання статевозрілих самців полягає у вирощуванні їх протягом 1,5-2 років при постійно високій температурі води (без зимівлі), а потім при охолодженні, що стимулює завершення сперматогенезу. Яєчники самиць можуть досягати III-IV стадії зрілості і при високій температурі води.

За сприятливих умов вирощування максимальна маса самиць близька до 20-25 кг, самці дещо дрібніші. Цьоголітки при вирощуванні в ставах з природним термічним режимом досягають маси 75 г, на теплих водах – 100 г. Дво- трирічки в південних районах виростають до 3- 5 кг.

У зрілих плідників ленського осетра в нерестовий сезон добре виражене шлюбне вбрання у вигляді білуватого нальоту на голові. При природному температурному режимі у відкритих водоймищах Ставропольського краю щорічно дозрівають лише одиничні самиці з числа

найбільш дрібних. Самці дозрівають практично щорічно, а у тепловодних господарствах щорічно дозріває понад 50% самиць.

Для стимуляції дозрівання статевих продуктів ленського осетра окрім гіпофізів осетрових риб можна використовувати гіпофізи коропових риб (сазана і ляща), а також деякі синтетичні аналоги люлиберина.

4.2.4 Стерлядь *Acipenser ruthenus*

Прісновода риба, поширена в басейнах Каспійського, Чорного, Балтійського морів, в річках Півночі, особливо в Північній Двіні; в Сибірських ріках: Обі, Єнісеї, Іртиші. Вселена в Неман, Амур та деякі інші ріки, але не скрізь прижилася. У басейні Волги зустрічається велика напівпрохідна форма стерляді, яка нагулюється в північному Каспії.

Зазвичай досягає довжини 40-60 см і маси 0,5- 2 кг (як виняток - 125 см і до 16 кг). Живе до 22 років (за іншими даними до 30 років).

Статевої зрілості самці досягають у віці 3-7 років, самиці – у 5-12 років. Абсолютна плодючість становить від 4 до 140, а робоча – 30 тис. ікринок.

Нерест відбувається з кінця квітня по червень при температурі води від 7-10 до 20°C. Літофіл. Ікра клейка, діаметром 1,9-2 мм. Інкубаційний період триває 4-5 діб. Жовток у передличинок розсмоктується залежно від температури протягом 6-10 діб.

Личинки і ранні мальки харчуються зоопланктоном, дорослі риби, в основному, організмами зообентосу (мейобентосу) і личинками водних комах.

При вирощуванні в ставах, багатих природною їжею і з добрим кисневим режимом, стерлядь досягає статевої зрілості, але не нереститься. Зрілі статеві продукти у плідників стерляді можна отримати шляхом гіпофізарних ін'єкцій.

При вирощуванні в ставах цьоголітки досягають маси 15 г і більше,

дволітки - 250-300 г. Стерлядь можна вирощувати в монокультурі, а також полікультурі з рослиноїдними рибами і коропом.

Стерлядь – цінний об'єкт індустріального рибництва. У природних водоймах і при штучному відтворенні стерлядь легко схрещується з осетрами, шипом, білугою, утворюючи цінні гібриди (остер, шистер, бестер та ін.).

Зарегулювання стоку річок і їх забруднення негативно позначається на природному відтворенні стерляді. В багатьох водоймах вид опинився на межі зникнення. Враховуючи це, стерлядь занесено до Червоні книги Росії, України та Червоного списку МСОП.

4.2.5 Бестер

Гібрид білуги і стерляді. Мабуть один з найперспективніших найцінніших об'єктів індустріального рибництва. Вперше отриманий в СРСР у 1952 р. Н. І. Ніколюкіним.

Створення міжродового гібриду осетрових, який здатен відтворюватися, толерантний до несприятливих умов середовища і має високий темп зростання, відкрило нові перспективи для індустріального осетрівництва. В бестері гармонічно поєдналися властивості прохідної білуги і прісноводної стерляді. Від білуги гібрид успадковував хижі інстинкти, швидке зростання і високі харчові потреби, що лежать в основі порівняно легкого привчання його до штучних кормів. Від стерляді – раннє статеве дозрівання, що зробило його одним з найперспективніших об'єктів осетрівництва для отримання харчової чорної ікри в індустріальних умовах.

Бестер добре росте як в прісних, так і в солонуватоводних водоймах. Має високу екологічну пластичність. Інтенсивне зростання його спостерігається при температурі води 20-25°C. Цьоголітки бестера досягають маси 50-100 г. Дволітки – понад 800 г. Може досягати довжини до 1.8 м і маси до 30 кг. При вирощуванні в ставах спільно з коропом стандартна маса цьоголіток

складає 25-30 г, дволіток 450-500 г. Цьоголітки і дволітки харчуються зоопланктоном і бентосом, в основному тендіпедітами, риби старшого віку – хижаки.

Бестер не тільки швидко росте, але і дозріває в прісноводних водоймах. Самці бестера стають статевозрілими у 4-6, а самиці у 6-9 років. Робоча плодючість досягає 200-800 тис. ікринок. Дозрівання плідників стимулюють за допомогою градуальних гіпофізарних ін'єкцій.

Ембріогенез при температурі води 10-12°C триває 9 діб. Повне розсмоктування жовткового мішка відбувається за 6-10 діб.

Бестер - основний об'єкт товарного осетрівництва. Рибопродуктивність при вирощуванні цьоголіток бестера в ставах за індустріальними технологіями становить до 1,5, дволіток до 10, а тріліток - до 15 т/га. В полікультурі з бестером в нагульних ставах південних районів рекомендується вирощувати рослиноїдних риб, а у середній смузі і північних районах - пелядь.

4.2.6 Веслоніс *Polyodon spathula*

Крупна, прісноводна, швидкоросла риба. Досягає маси 70 кг і довжини понад 2 м. Завезений в СРСР в 1974 р. зі США, де зустрічається в басейні річок Міссісіпі, Міссурі, Алабама, та ін., які впадають в Мексиканську затоку.

Високі смакові якості м'яса і делікатесна ікра (схожі на м'ясо й ікру білуги) веслоноса, дають підстави віднести його до найцінніших об'єктів аквакультури.

Молодь веслоноса активно живиться і росте при солоності до 4‰, при поступовій адаптації – до 6‰, у риб старших вікових груп рівень евригалінності ще вищий. Це істотно розширює потенційний ареал культивування виду.

Інтенсивність росту веслоноса залежить від температури води та рівня розвитку природної кормової бази. Найбільш інтенсивне зростання спостерігається при біомасі зоопланктону понад 5 г/м³.

Оптимальна температура води для вирощування веслоноса – 20-25°C. При температурі 30°C інтенсивність живлення і зростання риб зменшується. Веслоніс успішно зимує в звичайних корошових зимувальних ставах, краще окремо від інших видів риб.

Оптимальний вміст розчиненого у воді кисню при вирощуванні веслоноса – не нижче 5 мг/дм³. Витримує зниження концентрації кисню до 1,5-2 мг/дм³.

Веслоніс – єдиний зоопланктофаг серед осетроподібних. В його раціоні понад 50% складають гіллястовусі і 8-40% веслоногі ракоподібні. При нестачі зоопланктону в раціоні зростає частка детриту личинок бабок, планктонних хірономід, водоростей, решток рослин.

Статевої зрілості самці досягають у віці 6 років, самиці – 7-14 років, нерест відбувається в квітні-травні при температурі води 13-16°C. Повторно самиці веслоноса дозрівають через 2-3 роки.

Оптимальна температура інкубації ікри веслоноса – 14-18°C. Верхня порогова температура для ембріонів лише трохи перевищує 21-22°C, при температурі 10-11°C тривалість ембріогенезу зростає до 300 і більше годин. Концентрація кисню у воді під час інкубації ікри не повинна опускатись нижче 5-6 мг/дм³.

Довжина вільних ембріонів веслоноса після вилуплення з ікри становить 6,7-7,4 мм. Після переходу на екзогенне живлення довжина личинок досягає 16,5- 17,5 мм, а маса – близько 20 мг.

Вид перспективний для інтенсивного ставового рибництва в моно- і полікультурі з коропом, стерляддю, бестером та іншими видами риб. В ставах Краснодарського краю цьоголітки веслоноса досягали середньої маси 100-300 г, а в окремих випадках понад 650 г при довжині до 67 см.

Дволітки виростили до 3-4 кг, п'ятилітки – до 7-8 кг. В ставах «Одесарибгоспу» навіть за напруженої конкуренції в живленні зі строкатим товстолобиком семилітки веслоноса досягли маси 8,5-14,0 кг (приріст – 3,5 кг).

4.3 Родина Коропові (Cyprinidae)

Найбагатша на види родина риб (в водах України зустрічається близько 60 видів). Коропові – надзвичайно різноманітна група риб. В основному представлені теплолюбними видами, хоча деякі представники коропових тяжіють до холодних, добре насичених киснем вод. Короповим не властиві значні міграції. Відрізняються толерантністю до несприятливих умов середовища, високою плодючістю, швидким зростанням і високою харчовою пластичністю. Багато видів коропових є цінними об'єктами промислу, штучно відтворення і рибництва.

4.3.1 Короп *Cyprinus carpio*

Одомашнена форма сазана. Поширений повсюдно. Невибагливий до умов середовища, всеїдний, швидко росте, добре пристосований до умов інтенсивного рибництва як ставкового, так і індустріального садкового, басейнового та ін., технологічний в розведенні, має смачне м'ясо. Короп – типово тепловодна риба. Оптимальний температурний діапазон для його живлення, зростання і відтворення лежать у межах 20-32°C.

Виведено багато порід і кросів коропа (український, сарбоянський, краснодарський, білоруський, німецький, угорський та ін.) які успішно і дуже ефективно використовуються у рибництві різних регіонів.

Раціон личинок і мальків складається в основному з планктонних ракоподібних, дорослі риби харчуються бентосними організмами (личинки комах, хірономіди та ін.), залишками водної рослинності, детритом. Добре поїдає комбікорми.

Статевої зрілості короп набуває у 4-5 років (на півдні - на 1-2 роки раніше). Абсолютна плодючість досягає 1,0-1,5, середня – близько 0,5-0,7 млн. ікринок. Нерест проходить в травні-червні при температурі води 18-20°C. Тривалість ембріогенезу в залежності від температури – 3-5 діб. На другу-третю добу після вилуплення личинки переходять на активне живлення організмами зоопланктону.

4.3.2 Білий амур *Stenopharyngodon idella*

Поширений в рівнинних ріках Китаю – Амур, Сунгарі, Уссурі і в озері Ханка. Акліматизований в південних водоймах Європейської території СРСР, в Середній Азії. Розводять його в країнах Західної Європи, США та ін.

Рослиноїдна риба, використовує в їжу водну і навколоводну рослинність, має високий темп зростання. Досягає маси 30-50 кг. Завдяки здатності поїдати велику кількість різноманітної водної рослинності білому амуру відводиться роль біологічного меліоратора ставів, зрошувальних каналів, природних і технічних водойм.

Статевозрілим стає у віці 6-7, а у південних районах у 3-5 років. При вирощуванні в ставах дозріває, але не нереститься. Відтворюється заводським методом. Дозрівання плідників стимулюють за допомогою гіпофізарних ін'єкцій.

Абсолютна плодючість становить 0,1-0,9, робоча – 0,5-0,6 млн. ікринок. Нереститься влітку при температурі 26-30°C. Ікра батіпелагічна (питома маса більша ніж у води), розвивається в товщі води на сильній течії. Діаметр незаплідненої ікринки – 1,2 мм (набухлої до 5 мм). Ембріогенез при температурі 26-29°C триває 8-20 годин. Жовтковий мішок у личинок повністю розсмоктується через 4-5 діб. Заводське відтворення дозволяє одержувати потомство білого амура в будь-які задані терміни за оптимальних умов середовища.

На живлення рослинністю амур переходить на першому році життя при довжині близько 3 см. Швидке зростання мальків довжиною до 7-12 см, забезпечує раціон, в якому міститься до 30% тваринної їжі (ракоподібні коловертки, хірономіди).

Добовий раціон і швидкість росту білого амура залежать від температури води. При оптимальному температурному і кисневому режимах і достатній кількості їжі білий амур у півтора роки може досягати маси 10-12 кг (Куба). У водоймах півдня України цьоголітки, зазвичай, досягають маси 20-80 г, а дволітки 500-1000 г.

Вирощують в ставах в полікультурі з коропом, білим і строкатим товстолобиками та іншими рибами.

4.3.3 Товстолобик білий *Hypophthalmichthys molitrix* і товстолобик строкатий *Aristichthys nobilis*

Батьківщина Китай, басейн річки Амур. Акліматизований у водоймах країн Європи, України, Росії, Середньої Азії та ін. Види розрізняються за біологічними особливостями і зовнішніми ознаками. Залежно від кліматичних умов статева зрілість у білого і строкатого товстолобиків настає у різному віці. На півдні України самиці білого товстолобика дозрівають у 3-4, строкатого у 4-5 років. Самці – на рік раніше. Ікра у обох видів товстолобика батіпелагічна розвивається в товщі води на сильній течії. Нерест відбувається влітку при температурі 22-24°C. Ембріогенез триває від 60 до 16 годин в залежності від температури (20-26°C).

Оптимальна температура для інтенсивного живлення і зростання товстолобиків лежить за межами 26°C. Білий товстолобик досягає максимальної маси 30-40 кг, строкатий - 40-45 кг.

Після переходу на зовнішнє харчування личинки и рання молодь обох видів товстолобиків споживають зоопланктон. При досягненні довжини 1,5 см білий товстолобик переходить на харчування фітопланктоном і детритом.

Відає перевагу діатомовим і зеленим водоростям, одночасно здатний ефективно харчуватися і синьо-зеленими, включаючи макроцистіс – форму, яка часто зумовлює цвітіння води. Строкатий товстолобик протягом всього життя харчується переважно зоопланктоном, але частка фітопланктону в його раціоні може сягати 30-40% і більше.

Товстолобиків використовують як біологічних меліораторів в боротьбі з «цвітінням» води. В ставках їх вирощують в полікультурі з коропом.

Цьоголітки товстолобиків досягають маси 20-35 г, товарні дволітки - від 0,3-0,7 до 1,0 кг. Відтворення в основному здійснюється заводським методом.

4.4 Родина Цихлідових Cichlidae

Останніми роками важливого значення як перспективний об'єкт індустріального рибництва, набули різні види тілапії (родина Цихлідових Cichlidae). З більш ніж 70 видів тілапії для індустріального рибництва найбільший інтерес становлять тілапії роду *Oreochromis*: мозамбікська тілапія – *Oreochromis mossambicus*; нільська тілапія – *O. niloticum*; золотий ореохроміс *O. aureum* та ін.

Тілапії це невибагливі, швидкорослі африканські риби. За сприятливих умов середовища тілапія досягає товарної маси 200-400 г за 6-8 місяців. Можуть досягати маси до 5 кг. Легко відтворюються, стійкі до захворювань, невибагливі до їжі, екологічно пластичні, мають високоякісне м'ясо. Сьогодні їх культивують практично у всіх країнах Африки, Азії, Америки і багатьох країнах Європи.

Тілапії здатні відтворюватися в прісній, солонуватій і солоній воді. Температурний оптимум для них складає 22-35°C. Нижня порогова температура – 10-15, верхня – 38-42°C. *O. aureum* витримує зниження температури води до 6,7-8,0°C. В солоній воді толерантність тілапій до низької і високої температури зростає.

Тілапії стійкі до дефіциту кисню у воді. Так, пороговий вміст кисню для *O. mossambica* складає 0,58-0,64, а для *O. niloticum* – 0,65-0,70 мг/дм³.

Швидкість росту і кінцеві розміри риб одного виду сильно коливаються залежно від умов вирощування. Так, мозамбікська тілапія у В'єтнамі за 10 місяців досягає маси 850 г, а в Індонезії – 2,5 кг. В більшості випадків самці зростають швидше ніж самиці. Особливо помітно це відставання в період, коли самиці виношують ікру і перестають харчуватися.

Тілапії всеїдні, але у більшості видів основною їжею служить детрит і макрофіти. При вирощуванні в ставах споживають широкий асортимент природних і штучних кормів.

За типом репродуктивної поведінки розрізняють два підроди: *Tilapia* і *Sarotherodon*. До першого відносяться види, що відкладають ікру на субстрат, до другого – ті що інкубують ікру в ротовій порожнині.

Статева зрілість у тілапії зазвичай настає у віці 2-6 місяців. При сприятливому температурному режимі (26-30°C) здатні нереститися кожні 3-6 тижнів (до 16 разів на рік). Плодючість тілапії коливається залежно від виду, віку і розміру самиць. Плодючість самиць мозамбікської тілапії у 6 і 18 місячному віці становить відповідно 300 і 1580 ікринок.

Останніми роками все більшого значення набуває індустріальне культивування тілапії в садках і басейнах, а в помірних широтах – на теплих водах енергетичних об'єктів або в рециркуляційних системах.

4.5 Родина Вугреві *Anguillidae*

4.5.1 Європейський вугор *Anguilla anguilla*

Становить значний інтерес як об'єкт індустріального тепловодного рибництва. Поширений у водоймах Європи від Білого до Чорного моря. Мальки вугра харчуються донними безхребетними, молюсками, водними личинками комах. Дорослі риби – хижаки.

Зрілі плідники долають 6000-7000 км. від Європи до нерестовищ, що знаходяться у Саргасовому морі. Нерест відбувається на глибині 400-600 м при температурі води 16-17°C і солоності 35‰.

Течією Гольфстріму личинки протягом трьох років мігрують у Європейські континентальні води, де переходять у стадію склоподібного вугра і підіймаються в прибережні і внутрішні водойми Європи.

Склоподібні вугри мають довжину 6,5-7,8 см, масу 0,25-0,48 г. У внутрішніх – переважно самиці) і прибережних (переважно самиці) водоймах вугор проходить стадію жовтого (передпокатного) вугра. У водоймах Центральної Європи самці через 6-8 років, а самиці через 7-12 років досягають стадії сріблястого або покатного вугра і починають нерестову міграцію. Самці в природних умовах досягають покатної стадії при довжині 36-42 см в умовах штучного вирощування – при 51-52 см. Покатні самиці мають довжину 60-90 см, (іноді до 150 см). Статевонезрілі вугри живуть у річках, заходять в озера і стави. Ведуть виключно нічний спосіб життя. Досягають довжини до 2 м і маси до 4-6 кг.

Кров вугра отруйна. Дія отрути припиняється після варки риби (нагрівання вище 50°C) або в травному тракті людини.

4.5.2 Японський вугор *A. japonica*

За морфологічними і біологічними ознаками схожий на європейського. Має нерестовища значно ближче до узбережжя, ніж європейський. Личинкова стадія триває один рік. Підйом склоподібних вугрів в поверхневі води починається в жовтні і закінчується в травні. Склоподібні вугри досягає в довжину 3,3-5,8 см і маси 0,16-0,2 г.

Самці досягають покатної стадії при середній масі 140 г і довжині 42-46 см (максимум 57 см), самиці - при масі 200-300 г і довжині 57-60 см. В природних умовах самиці складають до 60% всієї популяції, при вирощуванні у ставах – 12%.

Оптимальна температура води для зростання японського вугра 25-30°C, хоча переносить і більш високу температуру.

Найширше культивування вугра розвинено в Японії, на Тайвані, у Франції та Італії. Вирощують вугра в ставках і басейнах як в моно-, так і полікультурі. Рибопосадковий матеріал вугра вирощують в окремих ставах при щільності посадки 3-4 тис. екз./га склоподібного вугра. В індустріальному рибництві вугра вирощують в садках, басейнах і УЗВ в монокультурі при штучному годуванні або як додатковий вид в ставах, який харчується смітною рибою.

В деяких країнах (Японія, Франція, Росія) ведуться роботи з отримання зрілих плідників вугра шляхом гормональної стимуляції і витримки у морській воді при солоності 36‰.

4.6 Родина Чекучанові *Catostomidae*

В світовому рибництві представлені великоротим буфало (*Ictiobus cyprinellus*), малоротим буфало (*I. bufalus*) і чорним буфало (*I. niger*) Це представники північноамериканської іхтіофауни. Поширені від Мексики на півдні до басейну Льодовитого океану.

Завезені із США до СРСР в 1971-1972 рр. для вирощування в ставах. Зовні буфало схожі на коропа. Великоротий буфало досягає маси 45 кг, малоротий – 15-18 кг, чорний – 7 кг. Це крупні швидкорослі прісноводні риби, перспективні в індустріальному рибництві.

Великоротий буфало – зоопланктофаг, малоротий і чорний – бентофаги. Буфало зграйні риби. Віддають перевагу тихій, спокійній воді – типові мешканці великих рік, озер і водосховищ.

Вимоги буфало до гідрохімічного режиму водойм ті ж, як і у коропа. Буфало дещо більш теплолюбні, ніж короп, тому для їх вирощування більше придатні водойми південних районів і водойми-охолоджувачі.

Статевої зрілості зазвичай досягають на четвертому році життя. В

ставах самиці великоротого буфало дозрівають у три роки. Нерест триває з кінця березня по липень при температурі води 14-17°C. Під час нересту у самців з'являється шлюбне вбрання у вигляді більш яскравого забарвлення і рогоподібних пагорбків на голові.

Всі буфало фітофіли. Ікра дрібна, клейка. При заводському відтворенні плідників перед нерестом утримують при температурі води понад 18°C. Самицям роблять ін'єкцію екстракту гіпофізу буфало, сома або хореогонічного гонадотропіну. Ікру знеклеюють і інкубують в завислому стані. При температурі води 18-21°C вилуплення передличинок відбувається через 5 діб, при 20-22°C – через 3-4 дні.

Личинок починають годувати дрібним зоопланктоном через три доби після вилуплення. При ставовому вирощуванні в умовах півдня України цьоголітки буфало досягають маси 200-500 г, дволітки – 1,5-2 кг.

Всі три види буфало мирні риби, в умовах індустриального вирощування при високому рівні інтенсифікації охоче споживають комбікорми.

Буфало стійкі до таких захворювань як краснуха і запалення плавального міхура, несприйнятливі до бранхіомікозу і зябрового некрозу.

4.7 Сом каналний *Ictalurus punctatus*

Природний ареал каналного сомика - Північна Америка на схід від Кордильєр, південь Канади, центральні райони США, північ Мексики. Вид поширений в річках, озерах і водосховищах переважно в субтропічному поясі, хоча зустрічається від 27 до 51 ° півн. ш.

У 70-х роках ХХ століття був завезений до Європи, а з 1972 р. – в СРСР, де його вирощували за індустриальною технологією в ставах і басейнах на Кубані, в Ставропольському краї й в Україні. В басейні Кубані і Дону сом утворив стабільні популяції у водоймах – охолоджувачах ГРЕС і ТЕЦ.

Максимальна довжина тіла 132 см, вага 26-30 кг, але зазвичай не перевищують в довжину 57 см і маси 4,5-9 кг.

Канальний сом – теплолюбна риба. температурний оптимум лежить в межах 25-30°C, але переносить зимівлю в замерзаючих водоймах.

Дорослі особини канального сома переносять підвищення солоності води до 19-29‰, можуть відтворюватися при солоності до 11‰.

Вміст кисню при вирощуванні не повинен бути нижчий ніж 5 мг/дм³. Зниження концентрації кисню до 3 мг/дм³ гальмує харчування і зростання.

За характером харчування - поліфаг. У природних умовах личинки і мальки харчуються зоопланктоном, дорослі риби – хірономідами, черв'яками, моллюсками, личинками комах, рибою та ін.

Канальний сом досягає статевої зрілості у віці 5-8 років, а в умовах водойм-охолоджувачів – на третьому році життя.

Для відтворення канальний сом заходить в озера і річкові заплави. В материнському ареалі нерест проходить в квітні-липні при температурі води 20-22°C.

Ікра у сома велика, жовта і клейка. Плодючість 6-10 тис. ікринок на 1 кг маси. Самець охороняє кладку ікри і в цей час дуже агресивний.

При вирощуванні в ставах цьоголітки досягають маси 30-50 г при щільності посадки личинок 20 тис./га і виході 50%. Дволітки – 400-500 г при щільності 1000 екз./га і виході 90%.

Для годування дволіток можна використовувати форелеві корми.

Канальний сом – перспективний об'єкт для вирощування як в ставкових, так і в індустріальних господарствах південних районів України. В полікультурі з білим і строкатим товстолобиком його рибопродуктивність досягає 40 ц/га.

4.8 Африканський (мармуровий, нільський) кларієв сом *Clarias gariepinus*

Зустрічається по всій Африці, включаючи водойми Сахари, басейн річки Йордан, в Південній і в Південно-Східній Азії.

Має розвинений спеціальний орган для дихання атмосферним киснем, який заміняє зябра, коли риба знаходиться поза водою, але повне припинення дихання зябрами призводить до смерті через 14-47 год.

Оптимальні умови для вирощування: концентрація розчиненого у воді кисню понад 4,3 мг/дм³ і вільний доступ до поверхні води, температура 25-30°C, рН 6,5-8,0. Переносить значні перепади температури води та її зниження до 12-18°C, витримує солоність води до 10 ‰.

Кларієв сом всеїдний. Використовує в їжу організми зообентосу, водяних жуків, личинки наземних комах, моллюсків, рибу, рослинну їжу і навіть залишки органічного походження.

Статевої зрілості досягає у віці 1-1,5 року при масі 400-500 г і довжині - близько 30-40 см. Плодючість від 5 до 100 тис. ікринок. Ікра клейка. Ембріогенез при температурі води 26-27°C триває 1,5 доби. Личинки починають харчуватися через 4-6 діб.

При оптимальній температурі 25 - 30°C мальки досягають маси 1 г за 1,5-2 місяці, за 8-12 місяців – маси понад 1 кг. Живе до 8 років. Максимальна довжина 170 см і вага 60 кг.

Перспективний об'єкт індустріального рибництва. При вирощуванні в рециркуляційних системах за високої щільності посадки вихід товарної риби сягає 450 кг/м³.

4.9 Родина Спарові *Sparidae*

З представників родини спарових найбільшим попитом в Україні користується дорадо (морський карась). Останніми роками морський карась, який поставляється з країн Середземноморського басейну (Кіпру,

Греції, Туреччини), все міцніше освоює наш споживчий ринок. Не дивлячись на свою відносно високу ціну, морський карась став звичайним явищем на столі мешканців крупних міст.

У Чорному морі мешкає 13 видів представників родини спарових. Вісім з них – об'єкти марикультури в країнах Середземномор'я. Україна має всі умови для того, щоб налагодити виробництво дорадо й інших видів спарових на Чорноморському шельфі за інтенсивними технологіями марикультури. На жаль, сьогодні бажання представників бізнесу і рибогосподарських організацій розвивати цей напрям аквакультури повністю відсутнє.

4.9.1 Дорадо *Sparus aurata*

Дорадо (золотистий спар, аурата, морський карась та ін.) мешкає в східній частині Атлантики і Середземному морі, де має промислове значення. Популяція дорадо, яка самовідтворюється, сформувалася в південно-східній частині Чорного моря (узбережжя Абхазії й Аджарії) і на мілководному шельфі Румелійського і Анатолійського узбережжя Туреччини.

З 1999 р. часто зустрічається в прилеглих морських акваторіях поблизу берегів Криму і в Балаклавській бухті, де також сформувалася популяція цього виду.

Дорадо - крупна риба. Може досягати 70 см в довжину і маси понад 17 кг. Живе до 11 років.

Риба зграйна. Молодь тримається на мілинах біля берега, дорослі особини мешкають переважно на глибині до 30 м.

Дорадо протандричний гермафродит. Особини у віці 1-2 роки (завдовжки 20-30 см) – самці. Зміна статі відбувається зазвичай після 2 років (при довжині 33-40 см).

Відтворення в материнському ареалі проходить у відкритому морі на глибинах до 150 м з жовтня по грудень. У Чорному морі морський карась нереститься з початку липня по кінець вересня.

Відносна плодючість самок до 200 тис. ікринок на 1 кг маси. Нерест порційний триває до трьох місяців. Окремі порції ікри можуть містити від 20 до 80 тис. яєць.

Ікра сферичної форми, пелагічна. Діаметр понад 1 мм з однією крупною жировою краплею. Ембріогенез за оптимальних умов триває близько трьох діб. Розвиток планктонних личинок при температурі 17-18°C триває близько 50 днів. При довжині 5-9 мм личинки мають характерну кістяну крайку над очима і колючі зяброві кришки. При довжині близько 1,5 см метаморфоз завершується, мальки набувають всіх рис дорослої риби і переміщуються ближче до узбережжя.

Дорадо – типовий бентофаг. Харчується черв'яками, молюсками, ракоподібними, іноді морськими водоростями. В раціоні дорослих особин важливе місце займає атерина, хамса та інші дрібні оселедцеві.

Дорадо – евригалінна морська риба прибережної зони, здатна мешкати в діапазоні солоності від 14 до 35 ‰. Чутливий до низької температури. Нижня летальна межа – близько 2°C. Оптимальна температура для зростання і розвитку 22-28°C.

Дорадо – важливий об'єкт аквакультури в багатьох країнах Середземномор'я, зокрема в Італії, Греції, Туреччині, Іспанії. Товарне вирощування проводять екстенсивними (в лагунах) й інтенсивними (в басейнах і садках) методами. Найбільш рентабельне садкове вирощування морського карася.

Популярність цієї риби завдяки високій ефективності виробництва в аквакультурі і високим смаковим якостям неухильно зростає. Після досягнення маси 300-600 г (такої маси карасі досягають за 12-16 місяців при вирощуванні з молоді вагою 5-10 г) штучно вирощена дорадо

потрапляє на ринок. У торговій мережі можна зустріти і рибу масою до 1 кг.

Відомі дві форми дорадо: сіра і королівська. Остання цінується вище, оскільки її м'ясо ніжніше на смак. Від сірої її можна відрізнити за наявністю рожевого відтінку.

У стародавньому Римі дорадо вирощували в спеціальних басейнах і ставах з морською водою. В Італії штучне розведення було освоєно в 1981–1982 рр., а починаючи з 1988–1989 рр., масштабне розведення дорадо набуло широкого розповсюдження в Греції (49 % загального обсягу виробництва), Туреччині (15 %), Іспанії (14 %), Італії (6 %) та інших країнах Середземномор'я.

Дорадо – ідеальний об'єкт інтенсивної марикультури. Висока екологічна пластичність, швидке зростання при живленні екструдованим гранульованим кормом, схильність до високої щільності посадки, наявність розробленої технології штучного, заводського відтворення роблять морського карася одним з найбільш перспективних і привабливих об'єктів вирощування екстенсивними методами в солонуватоводних і морських акваторіях (лагунах, лиманах, затоках) й інтенсивними методами в басейнах і садках (плаваючих, заглиблених і напівзанурених). Дорадо має високу резистентність до різних захворювань, в тому числі і до гельмінтофауни, при високій щільності посадки в умовах аквакультури.

4.10 Родина Маронові – Maronidae

4.10.1 Звичайний лаврак *Dicentrarchus labrax*

Лаврак (морський вовк, койкан, сибас та ін.) поширений в Атлантичному океані від Норвегії до Марокко і Сенегалу, зустрічається в Середземному і Чорному морях. Відмічений в північній частині Керченської протоки. На можливість заходу лаврака в Азовське море

вказував Н.М. Кніповіч. У 70-80-ті роки минулого століття експерименти щодо басейнового і садкового вирощування цього виду проводились в лиманах Дунайсько-Дністровського міжріччя. Частина риб була випущена в Шаболатський лиман, до умов якого швидко адаптувалася.

Промисловий вид. Виловлюється в обмеженій кількості деякими країнами Середземномор'я й атлантичного узбережжя Європи.

Тримається поблизу берегів, молодь надає перевагу до зграйного способу життя. Статевозрілі особини тримаються поодиноці або невеликими групами. Досягає довжини до 1 м і маси до 12 кг. Живе до 15 років. Заходить в лагуни і гирлові зони річок.

Статевої зрілості риби атлантичної популяції досягають у віці 4-7 років при масі понад 2 кг. У середземноморських риб статева зрілість настає в 2-4 роки. Нерест в північній частині ареалу проходить навесні. В південних районах – раніше. Так, у Середземному морі відтворення лаврака спостерігається з грудня по березень.

Ікра пелагічна. Відносна плодючість становить близько 200 тис. ікринок на 1 кг маси.

Переважно хижак, але споживає і крупних ракоподібних. Здатний адаптуватися до високої щільності посадки.

Лаврак – евригалінний і евритермний вид здатний жити при солоності від 0 до 38 ‰ і в діапазоні температур від 2 до 32°C. Зустрічається в основному при температурі води від 8° С до 24°C.

В останні десятиліття звичайний лаврак став важливим об'єктом аквакультури у середземноморському регіоні Європи.

Цьому значною мірою сприяла розробка і впровадження методів штучного відтворення лаврака. В заводських умовах формуються й утримуються ремонтно-маточні стада плідників, від яких отримують зрілі статеві продукти. Маточне поголів'я міститься в умовах, контрольованого температурного і фото- періодів, що дозволяє імітувати умови

навколишнього середовища, типові для природного нерестового періоду. Для отримання статевих продуктів також застосовують гіпофізарні ін'єкції. Отримані і штучно запліднені статеві продукти інкубують за оптимальних умов середовища. Личинок і мальків підрощують в басейнах або садках на природних і штучних кормах.

Товарне вирощування лаврака практикують як в природних водоймах з морською водою, так і в штучних каналах, басейнах, ставах, садках тощо. Штучно вирощений лаврак, який надходить на ринок, як правило, меншого розміру й істотно дешевший, ніж дика риба. У деяких країнах, наприклад, у Великобританії і в Ірландії, промисел дикого лаврака обмежено. В Україні він занесений до Червоної книги.

Традиційно лаврака культивують в лагунах. Молодь з природних популяцій виловлюють під час сезонних міграцій в морі і пересаджують в лагуни, де вирощують у відгороджених ділянках з використанням екстенсивних або напівінтенсивних методів (наприклад, валікультура в лагунах Північної Адріатики, Греції та Італії).

Сьогодні виробництво аквакультури лаврака досягло 80,161 тис. т (Греція – 35; Туреччина – 20,9; Італія 9,8; Іспанія 6,13 і Франція 4,3 тис. т)

Найбільша частина морського окуня вирощується в морських садках при щільності від 10 до 20 кг/м³. Лаврака також вирощують в басейнах (Франція, Італія і Іспанія) при щільності 30-80 кг/м³, в ставах (Португалія, Греція і Єгипет) при щільності понад 2 кг/м³ або в УЗВ.

Найбільш значущі проблеми, що виникають при культивуванні лаврака: – мінливість якості мальків, що відбивається на низькому виживанні молоді, отриманої в штучних умовах (від 0-10% до 35-65%), повільне зростання і сприйнятливність до вірусних захворювань при вирощуванні в теплих водах.

Гальмування швидкості зростання риб після досягнення маси близької до 100 г може бути пов'язано з надлишком самців (70-95%), в

умовах штучного вирощування, у яких темп зростання сповільнюється в зв'язку з раннім статевим дозріванням.

Основна частина середземноморської продукції лаврака вирощується в садках. Вирощування в садках, зазвичай, починається навесні, а рибу товарного розміру 300-400 г отримують через 14-16 місяців

4.11 Родина Кефалеві – Mugilidae

У світовій аквакультурі об'єктами відтворення і вирощування служить більше 10 видів кефалі, які відносяться до родів *Mugil* і *Liza*.

У країнах Азіатсько – Тихоокеанського регіону, Близького Сходу та Африки кефаль культивують в полікультурі з тилапією, коропом та іншими видами. В Японії при вирощуванні кефалі з вугром була досягнута продуктивність до 90 ц/га. В Ізраїлі при вирощуванні лобаня в ставах в полікультурі з тилапією і коропом продуктивність сягає 100-150 ц/га.

В Україні в основному розвивалось традиційне пасовищне кефалевництво в солонуватоводних лиманах і лагунах при однолітньому і дволітньому обороті. В кінці ХХ на початку ХХІ століття були розроблені і впроваджені в практику вітчизняного кефалевництва методи штучного відтворення й інтенсивного вирощування кефалевих в солонуватоводних ставах (в моно- полікультурі), в басейнах, садках, ізольованих ділянках лагун і рециркуляційних системах.

4.11.1 Лобань – *Mugil cephalus.*, сингіль – *Liza aurata* і гостроніс – *L. saliens.*

Родина включає декілька родів і понад 100 видів. Поширені в прибережних морських водах тропічних і субтропічних морів та в південній частині помірних широт. Завдяки дивовижній екологічній

пластичності, високому темпу росту та відмінним харчовим якостям цей об'єкт займає одне з провідних місць в світовій марикультурі.

В Азово-Чорноморському басейні перспективними об'єктами індустріального рибництва є: лобань, сингіль і гостроніс.

Кефалі – це теплолюбні риби. Молодь гостроноса більш холодостійка, ніж лобаня та сингіля. Критичною для кефалі є температура 4-5°C, хоча короткочасно вони витримують і нижчу температуру. З віком межі температурної толерантності розширюються. Максимальна температура, при якій риби продовжують харчуватися, дорівнює 35-38°C. Температурний оптимум для цьоголіток і річників всіх видів кефалі лежить в діапазоні 21-27°C, а для дорослих риб – 20-25°C. При більш високій температурі зростання сповільнюється.

Кефаль переносить коливання солоності в межах – від 0 до 40 ‰. Разом з тим, лобань тяжіє до опріснених акваторій і добре росте в прісній воді. Гостроніс віддає перевагу солонуватоводним та морським акваторіям, а сингіль – морським.

Статевозрілим лобань стає на 4-5-му році життя при довжині 35-36 см, сингіль і гостроніс – на 3-4-му році життя при довжині 24-31 см. Самці дозрівають на рік раніше за самиць. Плідники щорічно беруть участь в нересті.

Абсолютна плодючість лобаня 2,3-20,6 млн. ікринок, сингіля – 0,16-2,3 млн, гостроноса – 0,5-5,7 млн.

У Чорному морі нерест лобаня і гостроноса відбувається в травні-липні при температурі води 19-23°C, сингіля – в серпні-жовтні при температурі 17-21°C і солоності води – 17-20‰. Розміри зрілої ікри лобаня 0,65-0,75 мм, гостроноса – 0,76-0,86 мм, сингіля 0,87-1,05 мм. При оптимальній температурі ембріогенез лобаня триває 35-49 годин, сингіля – 53-58 годин.

Довжина цьоголіток 17-31 мм, маса 50-300 мг. За період нагулу в теплих багатих кормом лиманах, лагунах та затоках маса мальків гостроноса зростає 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 споживають зоопланктон, представлений наупліями копепод і коловерткою. Основна їжа цьоголіток – зоопланктон, у міру зростання – організми мейобентосу, личинки моллюсків, епіфітон. Основною їжею дорослих риб служить детрит і супутні організми мейобентосу. Велике значення відіграють також діатомові водорості.

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 та гостроніс – до 10-12 років.

4.11.2. Кефаль піленгас *L. hematocheilus*

Цінна промислова риба прибережних вод та естуаріїв Примор'я. Північна межа виду – Амурська затока Японського моря, південна – субтропічні води Південного Китаю.

Вид характеризується високою екологічною пластичністю, вираженою більшою мірою, ніж у інших видів кефалі. Пристосувався до життя як в прісних водах, так і у водах океанічної солоності (32-37‰), нагулюється в затоках і лиманах, які сильно і швидко прогріваються та охолоджуються. У північній частині ареалу та Південному Примор'ї зимує в гирлах і в нижній течії замерзаючих річок при температурі 2-3°C.

Статевої зрілості в материнському ареалі піленгас досягає в 4-5 років. Нерест спостерігається з кінця травня по першу половину липня. В порівнянні з іншими видами кефалі піленгас більш холодостійкий, і нерест його проходить в більш ранні та стислі терміни.

Абсолютна плодючість піленгаса в залежності від розмірів і віку риб становить 0,5-4,1 млн. ікринок (в середньому – 1,7 млн.). Ікра пелагічна, сферичної форми, містить жирову краплю. Діаметр зрілих ооцитів 0,83-1,01 мм (в середньому - 0,93 мм). за оптимальної температури ембріогенез піленгаса триває 42-60 годин.

Протягом перших двох місяців життя личинки і мальки харчуються зоопланктоном. Дорослі особини піленгаса – типові детритофаги.

У 1973-1985 рр. піленгаса було акліматизовано в Чорному й Азовському морях. У нових умовах маса цьоголіток піленгаса досягала 100-150 г, дволіток 1100-1350 г. Зустрічаються екземпляри масою до 11,5 кг. Акліматизант добре переносить суворі умови зимівлі в Причорноморських лиманах, тоді як аборигенні види кефалі не виносять зимового переохолодження і гинуть.

В Азово-Чорноморському басейні самці піленгаса досягають статеві зрілості в 2-3, а самиці в 3-4 роки. Нерест відбувається в квітні-червні за температури води 17-20°C, і солоності від 4-6 до 18-22‰.

В Україні розроблені і впроваджені в практику кефалевництва методи штучного відтворення кефалей лобаня, сингіля і піленгаса. Зрілі статеві продукти отримують шляхом градуальних гіпофізарних ін'єкцій від плідників зі штучно сформованих ремонтно-маточних стад. Інкубацію заплідненої ікри і вирощування личинок до життестійких стадій проводять в УЗВ за оптимальних умов середовища. Мальків підрощують в ставах або басейнах.

4.12 Ряд камбалоподібні *Pleuronectiformes*

Включає 6 родин і понад 500 видів, більшість з яких (палтус, глоса, калкан, тюрбо, морський язик та ін.) високо цінуються за свої вишукані гастрономічні якості. Найбільший інтерес для марикультури

становлятьпредставники трьох родин: – Калканових – Scophthalmidae; Камбалових – Pleuronectidae і Солеєвих – Soleidae .

4.12.1 Камбала калкан *Psetta torosa*

Камбала калкан одна з найбільш цінних промислових риб Чорного моря.

Статевої зрілості самці досягають у 4-6 років, самиці – у 6-8 років. Нерест проходить в квітні-травні за температури 11-16°C.

Зрілі самці мають масу понад 0,8-1,3 кг, самиці – понад 1,5 кг. Абсолютна плодючість від 2,5 до 14 млн. ікринок. Ікра калкана пелагічна. Ембріогенез проходить в діапазоні температури 12-21°C, але оптимальним слід вважати діапазон 16-18°C. Передличинки мають розмір 2,2-2,5 мм. Після вилуплення ведуть пелагічний образ життя. За температури 18-19°C личинки починають харчуватися на 4-5-ту добу. Водночас заповнюють плавальний міхур.

На ранніх стадіях розвитку личинки віддають перевагу наупліальним стадіям копепод, трохофорам молюсків та коловерткам. Після метаморфозу переходять на донний спосіб життя. Цьоголітки харчуються зоопланктоном і бентосними організмами. В міру зростання в раціоні камбали зустрічається дрібна риба, десятиногі ракоподібні та інші організми.

Калкан зимує на глибинах 100-120 м. У природних умовах виживає не більше 1% ембріонів. Природні запаси в українських водах незначні.

В Україні розроблена технологія штучного відтворення калкана. Зрілі статеві продукти отримують від інтактних плідників з природних популяцій або за допомогою гіпофізарних ін'єкцій. Для інкубації ікри і вирощування личинок використовують рециркуляційні системи. Мальків вирощують в басейнах або УЗВ.

4.12.2 Камбала глоса *Platichthys luscus*.

Розповсюджена в морях північної півкулі. Поширення глоси зумовлено її біологічними особливостями.

Вид пристосовувався 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 ґрунтах з істотними домішками сірководню, тому невибаглива до вмісту кисню у воді.

Глоса – хижак. Полное, причаївшись на дні, але може й активно переслідувати здобич. Тримається поодиноці або невеликими групами, скупчується в основному в період розмноження, зимівлі або інтенсивного нагулу. Навесні мігрує в прибережну зону моря, заходить у затоки, лагуни, лимани.

В Азово-Чорноморському басейні зустрічається дві форми глоси – морська і лиманна. Статева зрілість камбали з морської популяції настає в 3-4-му році життя, в 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+).

Нерестовий сезон триває із січня по квітень, з піком у лютому-березні. Стимулом для початку нересту служить стійке підвищення температури до 6-10°C. Нерест проходить в діапазоні солоності від 10 до 60‰, але найбільш сприятливий інтервал 12-20‰.

Плодючість глоси варіює в залежності від віку, розмірів, місця проживання. Максимальна абсолютна плодючість становить 1,3-1,5 млн. ікринок. Нерест багатопорційний.

Ікра глоси пелагічна, сферичної форми, без жирової краплі. Середній діаметр оволююваних ікринок 1,014 -1,350 мм, сира маса - 0,565 мг. Ікра розвивається біля поверхні води. Тривалість ембріогенезу при температурі

2°C складає 30 діб, при 3-9°C – 6-9 діб, при 8-11°C – 4-6 діб. Верхня межа ембріогенезу – 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 нижчій за 19‰ ікра осідає на дно і гине. Передличинки глоси лиманної популяції мають довжину 1,82-2,55 мм, морської – 2,4-3,1 мм. В залежності від температури перехід личинок на зовнішнє харчування спостерігається на 4-13-ту добу після вилуплення.

Метаморфоз завершується на 55-60-ту добу при довжині 11,4-17,7 мм та сирій масі – 20,8-104,8 мг для глоси морської популяції. Для лиманної популяції – 15-18 мм і 20-50 мг відповідно.

Личинки і рання молодь глоси харчуються масовими формами зоопланктону. В раціоні цьоголіток і дволіток переважають мізиди, ідотеї, креветка, гамаруси, поліхети, дрібна риба, молюски. Дворічки глоси, крім ракоподібних, споживають молюсків (сферому, кардіум) та рибу. В раціоні дорослих риб зростає роль риби і молюсків.

В морі глоса живе до 10, в лиманах до 4-5 років. Зустрічаються екземпляри глоси віком понад 14 років. Максимальна довжина глоси у Чорному морі 40 см. В лиманах звичайні екземпляри довжиною 18-30 см і масою 200-600 г

В Україні розроблена технологія штучного відтворення глоси. Зрілі статеві продукти отримують від інтактних плідників з природних популяцій або від риб маточного стада. Використовують метод гіпофізарних ін'єкцій. Для інкубації ікри і вирощування личинок використовують рециркуляційні системи. Мальків вирощують в басейнах.

Інтенсивне культивування камбали в басейнових і ставових господарствах на теплих водах з додатковим годуванням, застосуванням добрив та інших засобів інтенсифікації успішно проводять в різних країнах Європи, США, Японії. У Франції та Іспанії в промислових масштабах

вирощують тюрбо, в Туреччині і Росії – калкана, в Англії, Шотландії та деяких інших країнах глосу і солеру.

Контрольні питання

1. Які основні біолого-екологічні характеристики мають: райдужна та струмкова форель і сталевоголовий лосось.

2. Надати коротку характеристику основних порід форелі – об'єктів індустріального рибництва в холодноводих господарствах.

4. Надати характеристику коропових риб, об'єктів розведення і вирощування в індустріальних господарствах.

5. Назвіть основні риси біології осетрових риб.

6. Надати біолого-екологічну характеристику основних представників тепловодного індустріального господарства.

7. Назвіть основні риси біології тілапії, канального сома, вугра.

8. Які види кефалевих риб використовують в марікультурі Середземноморського і Азово-Чорноморського басейнів?

9. Представники камбалових що використовуються в індустріальному рибництві.

V ІНДУСТРІАЛЬНЕ РИБНИЦТВО У СТАВАХ

5.1 Можливості і напрямки інтенсифікації ставового рибництва

Для підвищення ефективності виробництва ставової риби, необхідно шукати шляхи збільшення природних продукційних можливостей водойм. У рибництві широко використовуються так звані інтенсифікаційні заходи, які дозволяють отримати більше продукції з одиниці площі водойми. Їх застосування у ставовому рибництві дозволяє перейти від екстенсивних або напівінтенсивних методів до інтенсивного ставового виробництва.

До основних інтенсифікаційних заходів, які забезпечують підвищення продуктивності водойм і ефективності вирощування риби відносяться:

- водообмін, який сприяє винесенню продуктів життєдіяльності риб і поліпшенню якості води;
- меліорація водойм – система заходів, спрямованих на поліпшення умов проживання гідробіонтів;
- внесення добрив, які стимулюють зростання природної кормової бази і відповідно природної рибопродуктивності;
- аерація води – насичення її киснем, необхідним для нормального зростання і розвитку риб;
- вапнування водойм – внесення вапна по ложу ставів або по воді, що сприяє поліпшенню гідрохімічного і гідробіологічного режимів;
- годування риби – найпотужніший чинник інтенсифікації, який забезпечує велику частину приросту риби у рибоводних водоймах;
- полікультура – вирощування не одного, а декількох видів риб, для більш повного освоєння кормових ресурсів водойм.

Головне завдання всіх інтенсифікаційних заходів - забезпечення риб необхідною кількістю корму відповідної якості, оптимізація абіотичних і біотичних умови вирощування, належної якості води.

Інтенсифікація дозволяє: збільшити природну рибопродуктивність ставів, оптимізувати гідрохімічний режим (температура, вміст розчиненого у воді кисню та ін.), підвищити щільність посадки риби, максимально використовувати природну кормову базу і штучні корми, забезпечити високу швидкість росту об'єктів вирощування і добрий санітарний стан ставів.

Інтегральним показником рівня інтенсифікації рибориства є щільність посадки, швидкість росту об'єктів вирощування і підсумкова рибопродуктивність.

Збільшувати щільність посадки і рибопродуктивність ставів в порівнянні з природною можна в десятки і навіть в сотні разів.

Суть інтенсифікації в ставовому виробництві зводиться до того, що за рахунок використаних спеціальних засобів збільшується обсяг виробленої продукції. Вартість додаткової продукції повинна бути більша, ніж витрачені кошти. Інакше втрачається сенс інтенсифікації.

Можливості індустріального ставового рибориства і можливі напрямки інтенсифікації добре ілюструють такі приклади:

Вважається, що тільки за рахунок годування, без застосування інших інтенсифікаційних заходів, в непроточних коропових ставах можливо досягти рибопродуктивності близько 3 т/га. Застосування 6-10 – добового водообміну дає прибавку рибопродукції приблизно в 1 т/га. За рахунок вапнування можна отримати ще приблизно стільки ж.

У непроточних ставах невеликої площі (400-600 м²) тільки за рахунок годування коропа звичайними короповими кормами за допомогою автогодівниць була отримана рибопродукція близько 4 т/га при загальному виході товарної риби 5,5 т/га.

У проточних ставках площею близько 0,5 га з повним водообміном за 6-10 діб з годівлею коропа за допомогою автогодівниць кормом, що містив 28,6% протеїну (8% тваринного походження), 4% жиру, і щотижневому вапнуванні (100-150 кг/га) загальний вихід рибопродукції склав близько 8,7 т/га, а чистий валовий приріст риби близько 7,7 т/га.

Наведені дані дозволяють зробити висновок, що оптимальний водообмін за 6-15 діб дозволяє підвищити продуктивність ставів при експлуатації в інтенсивному режимі на 1 т/га і більше, а при сумісному застосуванні водообміну і вапнування додатковий приріст рибопродуктивності може сягати 4 т/га.

5.2 Водообмін

Один з найбільш важливих і значущих у ставовому рибництві показників – водообмін. Він сприяє винесенню продуктів життєдіяльності риб, стимулює фотосинтетичну активність фітопланктону і зрештою визначає потенційну рибопродуктивність.

Встановлено, що у ставовому рибництві граничний рівень водообміну, вище за який відбувається вимивання більшості видів одноклітинних водоростей, складає 2,5 дні. Як показали досліди, постійна проточність менш ефективна. Перевагу слід віддавати разовим попусками великої кількості води зі зменшенням проточності у наступний період або повним її припиненням на якийсь час.

Слід також відзначити, що водообмін сам по собі не збільшує концентрацію розчиненого у воді кисню. Як вже відзначалося вище, близько 80% всього кисню надходить у водойми за рахунок фотосинтетичної активності фітопланктону, а за рахунок інвазії (надходження кисню з атмосфери) – близько 20%. На частку водообміну припадає всього від 0,1 до 3%, в середньому близько 1% всього кисню,

який надходить у водойму. Тому говорити про водообмін як один з чинників аерації, тобто насичення води киснем, не доводиться.

5.3 Меліорація в ставовому рибництві

В числі чинників, які значною мірою визначають інтенсивність ставового рибництва, слід назвати меліорацію. Назва меліорація походить від латинського *melioratio* – поліпшення.

Стосовно рибництва меліорація – це комплекс заходів, спрямованих на раціональне використання природних ресурсів ставів і поліпшення умов вирощування риб.

Якщо розуміти меліорацію ширше, то вона повинна включати водообмін, аерацію, полікультуру, вапнування, і навіть у повному сенсі, годівлю риб штучними кормами. Деякі автори розглядають перераховані інтенсифікаційні заходи як складові частини меліорації.

Але найчастіше в рибництві меліорацію розуміють як систему заходів, спрямованих на боротьбу із зайвою водною рослинністю, надмірним відкладами мулу, запобігання попаданню у водойму смітної риби, спорудження осушної (меліоративної) системи ставів та ін.

Важливим заходом меліорації, спрямованим на запобігання попадання в стави при їх заповненні водою, сміття смітної риби та інших небажаних тварин, є обов'язкова установка верховин, фільтрів, рибо- і сміттє- уловлювачів та ін.

Меліорація у рибництві може здійснюватися як по відношенню безпосередньо до ставів, де вживаються вищеназвані заходи, так і по відношенню до території, що оточує стави.

Меліорація навколишньої території включає: насадження лісів і лісозахисних смуг, залуження схилів і берегів, обкошування гребель. Всі ці заходи дозволяють запобігти змиву природного шару довколишніх орних

земель, замулюванню і заростанню водойм. Частіше дешевше і простіше буває запобігти несприятливому явищу, ніж потім боротися з ним і його наслідками.

5.3.1 Боротьба із зайвою водною рослинністю

Біолого-рибоводними нормативами допускається заростання до 25-30% площі ставів. Проте стави, які інтенсивно експлуатуються, повинні бути повністю вільними від вищої водної рослинності. Зайве заростання ставів вищою водною рослинністю сприяє замулюванню, зниженню температури води, концентрації біогенних речовин та ін.

Існує декілька основних способів боротьби із заростанням ставів.

По-перше – це запобігання заростанню шляхом усунення причин, що його зумовлюють. Найчастіше першопричиною появи надлишку рослинності у водоймі є його замулювання. Якщо у водоймі вже існує потужний шар мулу, то його необхідно видалити. Зазвичай, це роблять взимку. В невеликих ставках – вручну, а якщо площа ставів велика, застосовують екскаватори, бульдозери і земснаряди. Вибраний мул є цінним добривом і може використовуватися на присадибних ділянках.

Для боротьби із замулюванням використовують раціональні технології рибиництва, обдернування і залуження укосів гребель, схилів та інші. Такий комплекс заходів повинен передбачати витримування нормативних глибин або зміну їх у бік збільшення, але ніяк не навпаки. На акваторії ставів з глибинами 50-80 см заростання очеретом і рогозом майже невідворотне. Тому при будівництві ставів середні глибини повинні збільшуватись приблизно на 0,5 м в порівнянні з нормативними (до 1 м) для запобігання заростанню і подальшій боротьбі з ним.

Важливий запобіжний захід заростання ставів – раціональне ведення рибного господарства, що передбачає організацію правильного

водообміну, використання автогодівниць для зменшення втрати корму і відповідно органічного забруднення водойм, вапнування, обґрунтоване використання органічних добрив і застосування мінеральних добрив тільки за методом біологічної потреби.

Другий спосіб боротьби із заростанням ставів передбачає використання біологічних заходів. Перш за все – біомеліораторів, риб або інших тварин, які споживають водяну рослинність.

З риб в першу чергу – це білий амур. Чим він буде більший за віком і розміром, тим швидше і надійніше він позбавить водойму від зайвої водяної рослинності. При температурі води 26-28°C білий амур масою 1 кг споживає

2 кг рослин за добу (віддає перевагу рдестам, рясці, елодеї, а також молодим пагонам очерету).

Ефективний спосіб боротьби із заростанням ставів – сумісне вирощування риби і качок або гусаків. Гусаки, крім того, очистять від чагарників греблі, позбавляючи від необхідності їх обкошування. Утримання у ставах нутрій 20 голів/га дозволить утримувати стави в чистоті навіть при 60% їхньому заростанні вищою водяною рослинністю. Стадо корів (50-70 голів) за один день може з'їсти надводну частину рослин на мілководді площею 3-5 га в залежності від ступеня заростання ставу. Усі ці методи боротьби із заростанням ставів вищою водяною рослинністю хоча і досить ефективні, але на жаль рідко застосовуються в крупних індустріальних ставових господарствах. Найбільш поширений у ставовому рибництві механічний спосіб боротьби з вищою водяною рослинністю.

Викошування рослинності в теплу пору року на ставах невеликої площі може здійснюватися в ручну за допомогою звичайної коси. Скошувати рослини бажано якомога глибше під водою. За сезон потрібно 3-4 укуси. Скошену рослинність витягують на берег граблями. Якщо ж

площа водойми велика, то застосовують очеретокосарки різної конструкції (рис. 5.1).



Рисунок 5.1 – Очеретокосарка марки КГ-2

Найчастіше використовують косарки марок КГ-2 і КП-0,7 "Езокс" – плавучі агрегати з продуктивністю 0,7 га на годину і викошуванням 750 кг рослинності за годину на глибині до 0,6 м.

Сьогодні в Україні для боротьби з підводною рослинністю в ставах і природних водоймах виготовляються очеретокосарки фірми «Фішматик», рис. 5.2.



Рисунок 5.2 – Очеретокосарка фірми «Фішматик» виробництва України

Косарка змонтована на човні вагою 940 кг. Її розміри: довжина – 5,02, ширина (без щаблини для косіння трави) – 1,9, висота до 2 м. Ширина захвату скошеної трави до 2,5, глибина косіння – до 1 м. Продуктивність від 0,3 - 1,0 га/год. Мотор – високоекономічний дизель об'ємом 505 см³

В рибному господарстві Європи широко використовуються багатофункціональні машини класу амфібія Truxor 5000 і Truxor 5045 виробництва фірми «Dorotea Mekaniska AB» (Швеція) та ін., здатні скошувати очерет, прибирати водорості, поглиблювати дно водойм, перекачувати відклади мулу, збирати сміття з поверхні води, виконувати великий спектр послуг з впорядкування територій. Завдяки невеликій масі й унікальній конструкції гусениць, Truxor може пересуватися по воді, болоту і навіть по полях для гольфа, не завдаючи шкоди поверхні.

Очеретокосарки Dorocutter 3090/3091 ідеальні для більшості видів меліоративних робіт, пов'язаних з різанням очерету у водоймах. Працюють вони від гідравлічного приводу і легко встановлюється на човен або на машину Truxor. Глибина викошування водної рослинності 1-1,4, ширина 2,2-4 м. Ріжучі ножі взаємозамінні. Від пошкодження об тверді предмети ножі захищає спеціальний амортизатор, рис. 5.3.

Боротьбу з жорсткою рослинністю ведуть також взимку. Коли ґрунт промерзне, бульдозер заїжджає в ставок і ножем зрізує очерет. Бажано при цьому захоплювати і шар ґрунту з корінням рослин. Зрізані рослини вивозять на берег. Можна також спалювати чагарники очерету, рогозу.



Рисунок 5.3 – Очеретокосарки Drogocutter 3090/3091 виробництва Швеції

Ефективний спосіб боротьби з водяною рослинністю в ставах з болотистим дном застосовують у період їх замерзання. Восени рівень води в ставах знижують до 20-30 см. Після замерзання й утворення щільного льодяного покриву по всій поверхні ставу в нього подають воду і підвищують рівень на 1-1,5 м. Лід з вмержлим в нього очеретом спливає, вириваючи рослини з корінням.

5.3.2 Вапнування

Один з ефективних методів меліорації – вапнування водойм. В деяких керівництвах і підручниках з рибництва вапнування водойм розглядається в розділі «добрива». Це пов'язано зі сталим поглядом на вапно як на кальцієве добриво.

Дійсно, вапнування тісно пов'язано з удобрюванням ставів. Мінеральні й органічні добрива дають очікуваний ефект тільки в добре підготовлених, приведених в культурний стан ставах, де ведеться боротьба з надмірним заростанням, обробляється ложе і вноситься вапно. Проте вапнування крім названих прийомів тісно пов'язано з годівлею риби, проточністю ставків й екологічним станом водойм.

Враховуючи це, вапнування слід розглядати як самостійний інтенсифікаційний захід. Твердження, що вапно тією чи іншою мірою є кальцієвим добривом, не відповідає дійсності. Збільшення вмісту кальцію у воді є побічним результатом, але ніяк не метою вапнування.

Для чого ж вноситься вапно, що при цьому мають на меті? Для вапнування ставів застосовують в основному три види вапна:

- негашене вапно або окис кальцію CaO ;
- гашене вапно (гідроксид кальцію) або «пушонка» Ca(OH)_2 ;
- вапняк, що складається в основному з вуглекислого кальцію (карбонату кальцію) CaCO_3 .

Природний вапняк застосовується у вигляді порошку. Дія його значно повільніша, ніж гашеного і негашеного вапна через малу розчинність у воді. Разом з тим при його застосуванні знижується ризик передозування. При випаленні природного вапняку в спеціальних печах отримують негашене вапно CaO . При з'єднанні з водою негашене вапно «гаситься» і перетворюється на гашене $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} > \text{Ca(OH)}_2$

Нейтралізуюча здатність різних видів вапна різна. Для гашеного вапна вона в 1,3 раза, а для вапняку в 1,8 раза менша, ніж для негашеного.

Найчастіше в рибницьких ставах використовують гашене вапно, що являє собою тонкий порошок сірувато-білого кольору – «пушонку».

Тому, коли говорять «вапно», не уточнюючи якого воно виду, то зазвичай мають на увазі саме гашене вапно, «пушонку». Зв'язано це з тим, що негашене вапно важко зберігати, воно інтенсивно поглинає воду з повітря і «гаситься». Якщо ж застосовують вапняк або негашене вапно, то вводять поправкові коефіцієнти при розрахунках доз внесення.

У рибницькі стави вапно вносять по ложу або по воді. Вапнують ложе ставів з кислими болотистими ґрунтами. Головна мета – усунення кислої реакції ґрунту, прискорення процесу мінералізації органічної речовини і виділення з ґрунту вуглекислого газу, створення сприятливих умов для життєдіяльності мікроорганізмів, що має важливе значення в кругообігу азоту, фосфору та інших біогенних елементів в ставах.

Річ у тому, що фосфати з води дуже швидко зв'язуються ґрунтами водойм. При внесенні вапна створюються умови, за яких стає можливим зворотній перехід сполук азоту і фосфору у воду. В зв'язку з цим знижується, а іноді і повністю зникає потреба в мінеральних добривах.

От чому говорять, що сумісне використання мінеральних і органічних добрив в купі з вапнуванням завжди набагато ефективніше ніж просте внесення добрив у стави. З цим фактом, мабуть, пов'язано хибне уявлення про вапно як один з видів добрив.

Ефективність використання вапна залежить від рівномірності його розподілу по ложу ставів. При цьому дія його не тільки на поверхневі, але і на глибші шари ґрунту досягається подальшим заорюванням і боронуванням. Оранка і боронування крім закладення вапна в глибші шари ґрунту сприяє і його розпушуванню. При заорюванні вапна дози його можна дещозбільшити в залежності від глибини оранки.

Кількість вапна, що вноситься по ложу ставів, залежить як від кислотності ґрунту, так і від вмісту в ньому органічної речовини.

У ставках, побудованих на легких піщаних ґрунтах, бідних на органічну речовину, вапнування практично марне. У той же час в ставках, де є великий шар мулу, вапнування – це обов'язків елемент ведення інтенсивного ставового рибництва.

Дози внесення вапна визначаються величиною гідролітичної кислотності ґрунту, а також величиною водневого показника (рН).

При рН близько 5 дози внесення негашеного вапна складають 1,5-2 т/га. При глибині заорювання понад 10 см беруть поправковий коефіцієнт. При рН води 3,5-4 норма внесення вапна по ложу ставків зростає до 2,5-5 т/га.

В деяких випадках вапно вносять у стави по повній воді. Внесення вапна по воді має свої особливості, хоча і переслідує одну і ту ж головну мету – поліпшення екологічних умов вирощування риби. Досягається це шляхом:

- осадження надлишку завислої у воді органічної речовини, внаслідок чого підвищується її прозорість;
- прискорення масообміну між дном і товщею води, що прискорює процеси мінералізації органічної речовини;
- надходження біогенних елементів з мулу в товщу води, що знижує потребу в добривах;
- профілактики різних інфекційних і інвазійних захворювань;
- поліпшення кисневого режиму водойми за рахунок “консервації ” органічної речовини в безкисневих донних шарах і прискорення процесу фотосинтезу одноклітинних водоростей.

Останній пункт потребує пояснення. Річ у тому, що в ставках шар мулу має активну поверхневу плівку завтовшки часто не більше 1–2 см, в якій відбуваються процеси окислення органічної речовини. Глибше кисню майже немає, і там відбуваються процеси анаеробного окислення. Вапно сприяє переходу частини органічної речовини в безкисневі шари. Тим

самим розчинений кисень, який міг би витрачатися на окислення цієї органічної речовини, залишається у воді і витрачається на дихання риб.

Перехід частини органічної речовини в безкисневі шари загрожує небезпекою анаеробного розкладання, кінцевими продуктами якого можуть бути отруйні для риб сірководень H_2S , метан CH_4 і аміак NH_3 . Але вапно, що потрапило з органічною речовиною, гальмує процеси розкладання і як би «консервує» її.

Крім консервації органічної речовини вапно вбиває дрібні організми: фітопланктон і зоопланктон. В результаті через добу після вапнування їх чисельність і біомаса падає, але вже через 3-5 діб відновлюється, а потім значно збільшується в порівнянні з початковим рівнем.

За рахунок омолодження клітин, продукція фітопланктону зростає, концентрація розчиненого у воді кисню збільшується. Вплив вапнування на фітопланктон якоюсь мірою аналогічний дії товстолобика. За рахунок омолодження співтовариств фітопланктону зростає швидкість фотосинтезу. Таким чином, вапнування багатобічно впливає на водойму, має важливе значення при вирощуванні риби.

Проте слід пам'ятати, що воно є ефективним інтенсифікаційним заходом тільки в тому випадку, якщо у водоймі є достатня кількість органічної речовини. Наприклад, якщо вносять органічні добрива або рибу вирощують при високій щільності посадки й інтенсивному годуванні.

Орієнтиром може служити рівень рибопродуктивності. Досягши виходу риби 1 т/га з водної площі, вапнування стає ефективним і необхідним, а при підвищенні рибопродуктивності до 2-2,5 т/га і більше – обов'язковим технологічним прийомом. За його відсутності багаторазово зростає вірогідність виникнення захворювань, а також знижується ефективність годування і зростає ймовірність появи задухи.

Існує декілька способів, що реалізують різні підходи до вирішення цього питання:

Перший спосіб передбачає щотижневе внесення вапна, переважно негашеного, в кількості від 12 до 6% від маси риби, що знаходиться в ставу. Вапно починають вносити після початку годування риби. Перша доза 12% від маси риби, кожна подальша знижується на 0,5%, досягаючи до кінця сезону 6%.

Так, при щільності посадки цьоголіток 4000 екз/га, їх середній масі 25 г початкова маса риби складе 100 кг/га, а перша доза внесення вапна 12 кг/га. При виході дволіток 75% їх щільність в кінці сезону склала 3000 екз./га, а середня маса в I і II зонах рибництва близько 400 г. Рибопродукція досягне 1,2 т/га, а остання доза внесення вапна відповідно 72 кг/га.

При вищій щільності посадки і рибопродуктивності дози внесення вапна зростають. Так, при рівні рибопродукції 2 т/га остання доза вапна буде 120 кг/га, а при 3 т/га – 180 кг/га. Цей спосіб, на перший погляд, достатньо логічно пов'язує кількість вапна, що вноситься, і масу риби.

Проте, як було сказано вище, ефективність вапнування більшою мірою залежить від кількості органічної речовини у водоймі. Так, вона пов'язана з масою риби, але не безпосередньо. Крім того, сама по собі риба лише трохи забруднює водойму екскрементами, основна маса яких розкладається вже через добу. При збільшенні щільності посадки риб кількість органічної речовини зростає лише у разі збільшення рівня годівлі. Тому логічніше було б пов'язати дози внесення вапна з кількістю внесеного корму.

Другий спосіб передбачає саме це. В цьому випадку вапнування проводять щодня в дозах, рівних 16-24% (в середньому 20%) від маси внесеного за добу до цього корму. Щоденне вапнування пов'язано з тим, що щотижневе внесення вапна в дозах 50-150 кг/га призводить до різкого зниження чисельності і біомаси фітопланктону, який часто не встигає відновлювати свою чисельність і збільшувати первинну продукцію. Більш

«м'яке» щотижневе вапнування в значно менших дозах дає можливість фітопланктону звикнути до постійного, але не дуже великого пресу вапна і не знижувати первинну продукцію. Цей спосіб хоча, можливо і більш логічний і обґрунтований, так само, як і наведений вище, має деякі недоліки.

По-перше, в цей час існує тільки один пристрій для видачі вапна в ставках – плаваючий вапнуватель і кормороздавач ІКП-1,5, які не відповідають сучасним вимогам, хоча і здатні виконувати свою функцію. Видача здійснюється вручну шляхом підйому і опускання засувки. Таким чином щоденне внесення вапна істотно збільшує витрати праці.

По-друге, і той, і інший спосіб не дозволяє здійснювати зворотний зв'язок з тими організмами, на які впливає вапнування (фіто-, зоопланктоном і рибою), як це має місце наприклад при авто годівлі й удобрюванні ставів за біологічною потребою. Тому немає твердої впевненості, що ми вносимо саме ті дози, які потрібні, наприклад, рибі, заради якої ми і затіваємо весь цей захід.

Тому третій спосіб якраз і полягає в тому, щоб встановити цей зворотний зв'язок і шляхом вироблення у риб умовного рефлексу надати їм можливість самим зажадати ту кількість вапна, яка необхідна і достатня.

У ставку встановлюють автогодівницю з маятниками і само-вапнуватель з аналогічними маятниками. Риба звикає користуватися ними. У бункер-приймач завантажують негашене або гашене вапно і наливають воду. Утворюється вапняний розчин, так зване вапняне молоко.

Досвід показав, що за необхідності риби дуже добре розрізняють, де автогодівниця, а де само-вапнуватель і цілком "усвідомлено" беруть вапняні ванни.

Такий пристрій добре зарекомендував себе при високій щільності посадки і рибопродуктивності (3-5 т/га), а також під час захворювання іхтіофтіріозом, коли риби переставали харчуватися з автогодівниць і

скупчувалися тільки під само-вапнувачем, беручи лікувальні ванни, що дозволяло їм швидко і з мінімальними втратами справитися із захворюванням.

Ще один позитивний момент вапнування, відомий деяким практикам-рибоводам, але майже не описаний в літературі. Під час обловів риби на тонях з використанням прикорму, повторно зловити рибу на цьому ж місці дуже складно. Річ у тому, що при витягуванні риби з бредня часто порушується цілісність лускатого покриву деяких особин. У цих випадках у воду виділяється особлива речовина – феромон тривоги, яка попереджає про небезпеку рибу, яка залишилася у водоймі. Діючи в дуже малих концентраціях, він примушує обережних риб нехтувати кормом і піти в безпечніше місце.

Якщо місце облову після облову неводом провапнувати, то через деякий час риби знову зберуться на тоні. Мабуть, вапно ослаблює або нейтралізує дію феромону тривоги.

5.4 Аерація

Як один з ефективних напрямків інтенсифікації у риборівництві застосовується аерація – штучне насичення води повітрям з метою підвищення концентрації розчиненого кисню. Сприятливий кисневий режим – необхідна умова ефективного вирощування риби. Тому його треба підтримувати на високому рівні. Розрізняють біологічну, хімічну і механічну аерацію.

Біологічна аерація передбачає використання біологічних об'єктів для підвищення концентрації кисню у воді. Білий товстолобик харчується фітопланктоном. В його раціон входять в основному великі клітини, найстарші за віком. Їх споживання сприяє омолодженню популяції фітопланктону. Молоді клітини водоростей більш продуктивні, інтенсивно

здійснюють процес фотосинтезу і виділяють у воду більше кисню, внаслідок чого кисневий режим поліпшується.

Крім того білий товстолобик споживає детрит – органічні залишки рослинного і тваринного походження, які накопичуються на дні водойм. Зменшення загальної кількості органічної речовини у водоймі, яка для окислення потребує значної кількості кисню, сприяє поліпшенню кисневого режиму водойми.

Таким чином, білий товстолобик, з одного боку, забезпечує більше надходження кисню у воду ставів, а з іншого, зменшує витрати кисню на окислення органічних залишків і детриту.

Білий амур, харчуючись жорсткою водною рослинністю, сприяє зменшенню заростання водойм і тим самим поліпшує умови для розвитку фітопланктону, який на декілька порядків перевершує вищу водяну рослинність за рівнем первинної продукції. Крім того, відмираючи, вища водна рослинність забирає кисень з води на окислення органічної речовини. У ставах, де вирощують білого амура і білого товстолобика, кисневий режим, як правило, більш сприятливий і стабільний, що позитивно відбивається на їхній продуктивності.

Спосіб **хімічної аерації** води полягає у внесенні хімічних речовин, які при взаємодії з водою виділяють кисень.

До таких реагентів відносяться перекис водню (H_2O_2), марганцевокислий калій ($KMnO_4$), перекис кальцію (Ca_2O) та ін.

Особливо вигідне застосування перекису кальцію. В результаті взаємодії з водою утворюється не тільки кисень, але і гашене вапно, яке використовують у ставах у тому числі і для поліпшення кисневого режиму. З 4,5 кг перекису кальцію утворюється 1 кг кисню і 4,6 кг гашеного вапна. Доза внесення перекису кальцію 2 кг/м^3 води.

Марганцевокислий калій слід вносити у стави дуже обережно, доза його не повинна перевищувати $0,1 \text{ г/м}^3$ або 1 кг/га .

Добрі результати в індустріальному ставовому рибицтві дає **механічна аерація** – найбільш простий, доступний і швидкий спосіб підвищення концентрації розчиненого у воді кисню. Для цього застосовуються різні пристрої, які сприяють насиченню води повітрям. Такий спосіб не має побічних негативних ефектів, що може мати місце при хімічній аерації.

Найбільш простий пристрій – аераційний столик, який встановлюють в ставку у місці водоподачі. Вода з труби, падаючи на столик, розбивається на безліч дрібних бризок, які насичуються киснем з повітря.

Більш продуктивні дощувальні установки (обертові розпилувачі), які використовуються для поливу сільськогосподарських культур.

Ще більшою продуктивністю відрізняються спеціальні пристрої – аератори.

Аератор «Гвинт» призначений для аерації в ставках глибиною не менше 1 м уявляє собою порожнистий усередині гребний гвинт з потокоутворювачем, закріплений на електродвигуні і встановлений на понтон, рис. 5.4.

Обслуговує 0,5 га водної площі, абсолютна продуктивність при концентрації кисню, рівній нулю, становить 7,2 кг кисню на годину, потужність 6 кВт. Сьогодні в багатьох басейнових господарствах працюють сучасні різновиди аераторів «Гвинт», які відрізняються простотою конструкції, дешевизною при виготовленні і простотою при експлуатації, рис 5.5.

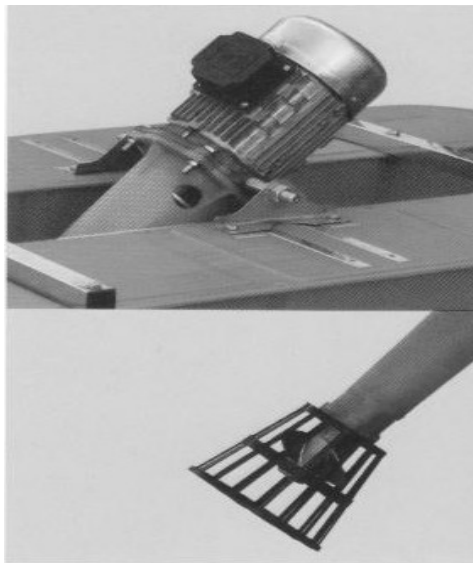
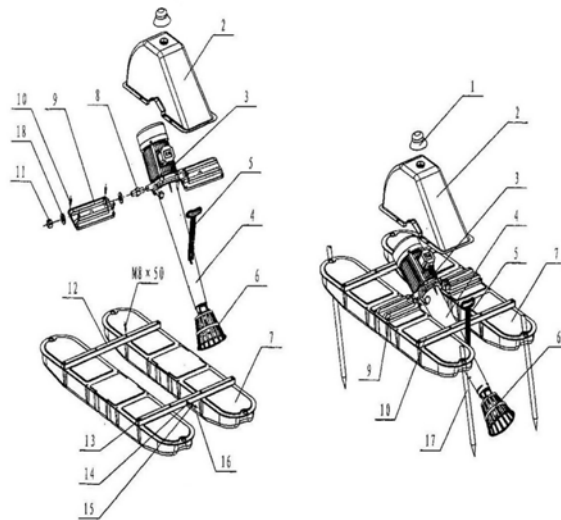


Рисунок 5.4 – Аератор типу «Гвинт»



Рисунок 5.5 – Сучасні різновиди аераторів типу «Гвинт»

Аератор типу «Йорж» більш потужний, може обслуговувати до 5 га водної площі. Становить собою обертовий ротор з привареними до нього кутиками або лопатками (на кшталт гребного колеса пароплава) частково занурений у воду, рис. 5.6.

При русі ротора з кутиками (лопатками) відбувається захоплення води і утворення водно-повітряної хмари, яка потім падає у воду. Ротор і електродвигун встановлені на понтонах. Абсолютна продуктивність 12 кг O_2 за годину, потужність 11 кВт.



Рисунок 5.6 – Роторний аератор (типу «Йорж»)

Аератор «Банга», що в перекладі з литовського означає «хвиля», призначений для аерації літніх і зимувальних ставів, в яких він розмиває майну розміром у декілька десятків метрів. У зимувальних ставах його встановлювали в заздалегідь пробиту ополонку розміром не менше 4 м. Аератор складався з хвилеутворювача – який уявляє собою круглу ємкість

(корито) з пластику, і електромагніт. Потужність 1,1 кВт. Продуктивність кисню 3,5 кг O₂ за годину Принцип дії пристрою такий: коли подається напруга на електромагніт, хвилеутворювач занурюється у воду, коли напруга вимикається, він вискакує з води як поплавець. При цьому утворюються хвилі. Площа поверхні води збільшується. Прискорюється процес інвазії і концентрація кисню підвищується.

Аератор «Банга», реалізує найекономічніший хвилевий спосіб аерації, є найефективнішим за питомою продуктивністю, тобто відношенням абсолютної продуктивності за киснем до його потужності. Вона дорівнює 3,2 кг кисню за годину на 1 кВт потужності аератора. Це вище ніж у всіх вітчизняних і зарубіжних аналогів.

Застосування механічних аераторів в літніх ставках стає доцільним при досягненні рівня рибопродуктивності понад 2,5-3,0 т/га ставка. При меншій рибопродуктивності слід використовувати інші способи поліпшення кисневого режиму ставів.

5.5 Використання добрив, як один з основних елементів інтенсифікації у ставовому рибництві

Як потужний засіб інтенсифікації в ставовому рибництві застосовують добрива. Внесення у водойму мінеральних і органічних добрив інтенсифікує, насамперед, розвиток природної кормової бази, яка забезпечує повноцінне харчування і швидке зростання риб.

Мінеральні добрива служать джерелом біогенних речовин, стимулюють процес фотосинтезу і збільшують первинну продукцію. Між первинною і рибною продукцією у водоймах існує прямий позитивний зв'язок. Збільшення продукції водоростей тягне за собою підвищення рибопродуктивності водойм.

Мабуть один з найважливіших елементів, необхідних всім живим організмам – азот. Він входить до складу білків. Водорості засвоюють азот

з води переважно у вигляді нітратів (NO_3) і сполук амонію (NH_4). Взагалі ж у воді азот присутній у вигляді п'яти основних форм: молекулярного азоту (N_2), що поглинається з повітря; органічних сполук азоту, які утворилися в результаті часткового розкладання органічної речовини; амонійного азоту (NH_4 , NH_4OH); нітритів (NO_2 , HNO_2) і нітратів (NO_3). Всі форми азоту завдяки хімічним і біологічним (за участю бактерій) процесам переходять з одної форми в іншу.

Для оптимізації вмісту азоту у воді ставів використовують азотні добрива. Речовиною азотних добрив, яка діє як біогенний елемент, є азот. У ставовому рибництві в якості азотних добрив застосовують:

- аміачну селітру NH_4NO_3 , яка містить 35% азоту;
- сульфат амонію $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (містить до 21% азоту);
- карбамід або сечовину $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (містить до 46% азоту);
- аміачну воду (містить до 25% азоту).

Важливу роль в процесі фотосинтезу, як енергетичний регулятор, грає фосфор. Він входить до складу всіх організмів. Так, в тілі риб його міститься від 0,2 до 0,6%. Фосфор відноситься до елементів, яких часто не вистачає, з його нестачею у воді стикаються набагато частіше ніж з браком азоту. У воді фосфор міститься у вигляді фосфатів, джерелом яких служать фосфорні добрива.

Сполуки фосфору дуже рухомі. Через 1-2 дні після внесення фосфорних добрив з доведенням концентрації фосфору в перерахунку на P_2O_5 до 0,5 мг/дм³, а саме така концентрація вважається якнайкращою для розвитку мікробіодоростей, його залишається тільки 1% від первинної кількості. Більша частина його зв'язується мулом, при цьому, чим кисліше середовище, тим міцніший зв'язок.

Частина розчинних фосфатів, потрапляючи в зону фотосинтезу, поглинається фітопланктоном, бактеріями і вищою водною рослинністю. Час існування розчинних фосфатів складає від 5 хвилин при масовому

розвитку фітопланктону, до декількох днів у водоймах, зарослих вищою водяною рослинністю.

Переважає кількість фосфору в водоймі міститься у зв'язаному стані в мулі. Так, при концентрації 0,1 мг/дм³ фосфору, а вона у край рідко буває вищою, в метровому шарі води його міститься всього 1 кг/га. В той же час в 20 см шарі мулу при концентрації 0,15% і вологості 90% його міститься 300 кг/га. Для порівняння: при рибопродуктивності 1 т/га і вмісті фосфору в тілі риб 0,4% разом з рибою з 1 га ставка вилучається 4 кг фосфору.

У рибництві використовуються такі фосфорні добрива:

- простий гранульований суперфосфат, який містить 14-19,5% P₂O₅ (діючої речовини);
- подвійний суперфосфат – більш концентрований продукт, він містить 45-48% (P₂O₅), що у перерахунку на чистий фосфор складає приблизно до 20%;
- преципітат (CaHPO₄) з вмістом 22-38% (P₂O₅);
- фосфоритну муку (Ca₃(PO₄)₂) що містить від 19 до 30% (P₂O₅);
- водорозчинний монокальційфосфат.

Вплив калію на рибоводні стави вивчено недостатньо, проте відомо, що при його недостатчі водянні рослини набувають жовто-бурого кольору і гірше розвиваються.

З калійних добрив застосовують:

- каїніт, сполука KCl з MgSO₄, що містить близько 13% чистого калію;
- хлористий калій (KCl) з вмістом 52-62% калію;
- сірчаноокислий калій (K₂SO₄), в якому міститься від 42 до 53% калію.

Крім того, як калійні добрива по ложу ставка можна застосовувати золу деревини. Так, зола ялини містить 3-4% чистого калію, березова – до 13-14%.

Золу вносять до ґрунту, бідного на калій (супіски, підзолисті, торф'яники) у кількості 20-50 кг/га.

Дуже ефективні при використанні в ставовому рибистві комплексні добрива. Вони містять разом декілька біогенних речовин: азот, фосфор і іноді калій. Практика показала, що найбільший ефект в рибистві дає застосування саме комплексу азотних, фосфорних і калійних добрив.

Зі складних добрив застосовують: нітрофос, подвійне добриво з вмістом азоту (23-46%) і фосфору, нітрофоску, яка крім азоту (33%) і фосфору містить калій, так само як і нітроамфоску (50-54%) азоту, фосфор і калій. Всі ці складені добрива добре розчиняються у воді.

При застосуванні для удобрення ставів мінеральних добрив найбільш важливі три питання. Як вносити добрива? Скільки? І як часто? Тобто для ефективного використання добрив необхідно знати дози, спосіб і режим внесення. Перш ніж розглядати це, звернемо увагу на деякі обов'язкові правила, якими необхідно керуватися.

Удобрення водойм – потужний чинник інтенсифікації виробництва риби. Проте безсистемне внесення добрив замість планованого позитивного результату може спричинити негативний ефект. Це може призвести перш за все до погіршення кисневого режиму. Річ у тому, що після спалаху розвитку фітопланктону внаслідок удобрення ставу, настає відмирання водоростей. Розпад органічної речовини потребує великої кількості кисню, який забирається з води. В результаті концентрація розчиненого у воді кисню різко падає.

Крім погіршення кисневого режиму можливе азотне забруднення водойми. Азотне і органічне забруднення разом можуть спровокувати спалах розвитку синьо-зелених водоростей, які при масовому відтворенні

виділяють в достатньо великих концентраціях отруйні речовини. В деяких випадках це може призвести навіть до загибелі риби.

Застосування мінеральних добрив неефективне:

- у водоймах, зарослих водною і надводною рослинністю (більше ніж на 30% від загальної площі дзеркала ставка);
- у проточних водоймах, де водообмін здійснюється менш ніж за 15 діб;
- при значеннях рН ґрунту менше 6,5, а води – менше 7,0;
- при прозорості води за диском Секкі менше 40 см;
- при температурі води нижчій ніж 15°C;
- при інтенсивному годуванні риби.

Дотримання цих правил дозволяє не тільки раціонально використовувати добрива, але і досягати позитивних результатів, які виражаються в помірному «цвітінні» водойм, поліпшенні кисневого режиму і збільшенні рибопродуктивності.

Сьогодні добрива випускаються в основному в гранульованому вигляді. Категорично забороняється вносити їх у стави, не розчинивши заздалегідь у воді. Якщо просто розкидати гранули по поверхні води то вони, впадуть на дно, зв'яжуться з мулом і стануть недоступними для фітопланктону. Більш того, в місцях, куди падають гранули, гинуть донні організми, а риба якийсь час уникає їх відвідувати.

Для розчинення 1 кг азотних або фосфорних добрив потрібно не менше 7 дм³ води. Тільки у розчиненому вигляді їх можна вносити до водойми.

Існує два способи визначення необхідної кількості добрив.

Перший – за результатами гідрохімічних аналізів з доведенням концентрацій біогенних елементів до оптимальних значень.

Вважається, що для розвитку водоростей, і перш за все фітопланктону – основного постачальника розчиненого в воді кисню якнайкраща концентрація азоту 2 мг/дм^3 і фосфору (у перерахунку на P_2O_5) $0,5 \text{ мг/дм}^3$.

За наслідками гідрохімічних аналізів визначають сумарну кількість азоту (нітритного, нітратного і амонійного), а також фосфатів і розраховують дозу конкретних добрив, яку необхідно внести, щоб довести вміст азоту до оптимальних значень.

Приклад Вміст загального азоту у воді нагульного ставка складає $1,2 \text{ мг/дм}^3$, фосфору (в перерахунку на P_2O_5) – $0,06 \text{ мг/дм}^3$. Необхідно розрахувати дозу внесення аміачної селітри і простого гранульованого суперфосфату.

Розрахунок. До необхідної концентрації 2 мг/дм^3 води треба внести $(2 - 1,2) = 0,8 \text{ мг/дм}^3$ або $0,8 \text{ г/м}^3$. Середня нормативна глибина нагульного ставка складає $1,5 \text{ м}$. В 1 га шару води міститься $(10000 \times 1,5) 15\,000 \text{ м}^3$. Отже, нам потрібно внести $0,8 \times 15\,000 = 12\,000 \text{ г}$, або 12 кг азоту. Аміачна селітра містить 35% азоту. Відповідно, наша доза складе $12 : 0,35 = 34,3 \text{ кг/га}$ аміачної селітри. Аналогічно розраховують кількість простого суперфосфату, що містить близько $18\% \text{ P}_2\text{O}_5$. $(0,5 - 0,06) \times 15\,000 / 0,18 = 36,7 \text{ кг/га}$. Таким чином, нам треба внести $34,3 \text{ кг}$ аміачної селітри і $36,7 \text{ кг}$ простого гранульованого суперфосфату на кожен гектар ставка.

Такий спосіб розрахунку достатньо простий і логічний. Проте він має серйозні недоліки.

По-перше, найоптимальніші концентрації 2 мг/дм^3 азоту і $0,5 \text{ мг/дм}^3$ фосфору достатньо умовні. Вони залежать від температури, рН, прозорості води, видового складу фітопланктону та багатьох інших чинників. Наведені значення є лише якісь середні величини, які можуть в конкретних випадках достатньо сильно відхилятися.

По-друге, процеси кругообігу азоту і фосфору в водоймах настільки складні і різноманітні, а розвиток фітопланктону залежить від такої

кількості чинників, що навіть внесення точно розрахованих за викладеним способом доз добрив не гарантує очікуваної нами відповіді фітопланктону у вигляді збільшення первинної продукції.

Тому, перш ніж вносити добрива, бажано переконатися, чи принесуть вони очікуваний ефект. Цього дозволяє добитися спосіб удобрення водою за біологічними потребами. Він не дуже складний, але дозволяє істотно знизити непродуктивну витрату добрив і, головне, точно прогнозувати результат. Суть його полягає в тому, що в чашці Петрі або у будь-якій іншій прозорій склянці об'ємом 100–200 мл набирають воду зі ставка і додають до неї розчини добрив, які ми збираємося вносити. Кількість розчину, знаючи його концентрацію, розраховують так, щоб вміст азоту в чашці Петрі склав: 1,5; 2,0; 2,5 мг/дм³, а фосфору: 0,3; 0,4; 0,5 мг/дм³ P₂O₅.

Перед внесенням розчинів добрив вимірюють концентрацію розчиненого в воді кисню за допомогою оксиметра або методом Вінклера. Потім склянки переносять на світло. У одну (контрольну) склянку розчин не додають. В кінці дня знову вимірюють концентрацію розчиненого у воді кисню в усіх склянках. Інтенсивність фотосинтезу, яка визначає величину первинної продукції, оцінюють за кількістю кисню, що виділився.

Якщо в яких-небудь склянках, куди ми додали добрива, вміст кисню підвищився більш ніж на 10% в порівнянні зі склянкою, куди розчин не додавали, то вважають, що потреба в добривах існує. Ставок необхідно удобрювати, а дозу вносити таку, яка дала максимальний ефект в нашому досліді з визначення біологічної потреби фітопланктону в добривах. Замість розчинів добрив можна використовувати заздалегідь приготовані розчини чистих солей фосфату натрію (Na₂ HPO₄) і хлористого амонію (NH₄Cl).

Перевага такого методу полягає в знанні точної відповіді фітопланктону на певні дози добрив, які вносять тільки тоді, коли потреба в них реально існує. Крім цього можна визначити потребу в добривах при

доведенні концентрації біогенних елементів не тільки до 2 мг/дм³ азоту і 0,5 мг/дм³ фосфору, але і при доведенні їх до менших або більших значень.

Крім того, можна визначати потребу в тих або інших концентраціях азоту і фосфору як окремо, так і разом. Наприклад, фітопланктон може не реагувати на внесення окремо фосфорних і азотних добрив з доведенням концентрації фосфору до 0,5 і азоту до 2 мг/дм³. Але в той же час він значно збільшуватиме первинну продукцію при одночасному доведенні вмісту азоту, наприклад, до 1,5 мг/дм³ і фосфору до 0,3 мг/дм³.

Ще однією перевагою цього методу можна вважати те, що за його допомогою можна визначити потребу не тільки в азоті і фосфорі, але і в будь-якому іншому елементі: залізі, марганці, цинку, кобальті, молібдені, міді, кремнії та ін., необхідному для нормального зростання фітопланктону. Метод визначення біологічної потреби в добривах дозволяє встановити не тільки прямий, але і зворотний зв'язок між внесенням добрив і розвитком фітопланктону.

По суті цей спосіб удобрення є екологічним еквівалентом способу самогодівлі. Тільки при автогодуванні риби встановлюється прямий і зворотний зв'язок між кількістю спожитого корму і харчовими потребами риби, а при удобренні – між кількістю мінеральних добрив і потребами фітопланктону в них. Описаний метод достатньо простий. Якщо заздалегідь приготувати розчини солей потрібної концентрації, то постановка експерименту займає не більше 20-30 хвилин при кількості склянок від 10 до 20.

При певному досвіді можна не вимірювати концентрацію розчиненого у воді кисню. Якщо концентрація одного або декількох біогенних елементів відповідає потребам одноклітинних водоростей, то відбувається їх бурхливий розвиток. До кінця дня можна «на око» визначити, де склянка більше позеленіла, а де менше, і вибрати оптимальне поєднання біогенних елементів і їх концентрацію.

Необхідно визначати як часто потрібно вносити добрива? В ідеалі щодня, особливо враховуючи високу рухливість сполук фосфору у воді. Але знаючи, що зміна домінуючих форм фітопланктону влітку відбувається в середньому 1 раз на 5-7 днів, біологічну потребу в добривах можна визначати приблизно 1 раз на тиждень. При її виявленні необхідно негайно вносити добрива. Звідси витікає, що якщо ми кожного тижня виявлятимемо потребу фітопланктону в тих або інших дозах добрив, то і вносити їх у стави будемо щотижнево.

В практиці індустріального ставового рибництва існує також більш простий, але набагато менш ефективний метод внесення мінеральних добрив, який не потребує попередніх гідрохімічних досліджень і визначення потреби в біогенних речовинах. Суть його полягає в тому, що ми нехтуємо певним мінімальним вмістом азотно-фосфорних сполук у воді і доводимо їх до оптимального рівня за рахунок внесення основних мінеральних добрив. Ця величина складає в початковий період внесення до «цвітіння води» за аміачною селітрою 50 кг і за суперфосфатом 30 кг з розрахунку на 1 га ставка. Після початку «цвітіння» води доза внесення добрив скорочується в 2 рази. Добрива вносяться з інтервалом в 7 днів в перший і 10-12 днів в подальший період.

Дія органічних добрив на відміну від мінеральних добрив має як би подвійну спрямованість. Як і неорганічні добрива вони містять біогенні елементи. Так, в свіжому гною великої рогатої худоби (ГВРХ) міститься 0,45% азоту, 0,23% фосфору. Окрім них ще 0,5% калію, 0,4% кальцію, 0,11% магнію та інші елементи. Тому дія гною схожа з дією комплексних мінеральних добрив на фітопланктон. Крім біогенних елементів гній містить ще і органічну речовину. Вона розкладається за допомогою бактерій, які в свою чергу служать їжею для зоопланктону і донних безхребетних.

Таким чином, органічні добрива впливають і на фітопланктон, і на співтовариство бактерій у водоймі, а через нього на зоопланктон і бентос.

Дія органічних добрив різноманітна. Крім ГВРХ в рибистві використовують гній коней, свиней, овець і пташиний послід. Гній, що перепрів, дає якнайкращі результати і менше забруднює воду органічною речовиною.

Вносять гній по ложу ставка або по воді. Дози органічних добрив залежать від виду ґрунту і категорії ставка. Для піщаних і підзолистих ґрунтів норми внесення для вирощувальних і нагульних ставків складають до 30 т/га. Гній розкладають по всьому ложу ставка, а також по урізу води. Зазвичай роблять це в зимовий час, коли стави позбавлені води, а ложе ставів промерзло, тверде, і трактори або автомобілі можуть заїхати в став.

При внесенні гною або гнойової рідоти по воді слід постійно стежити за кисневим режимом. Навантаження органічних добрив на 1 га ставка не повинно перевищувати 100 кг за добу.

Органічні добрива не рекомендується вносити у стави, багаті на мул, а також нестійкі за кисневим режимом. Застосування органічних добрив дозволяє підвищити рибопродуктивність в 1,5-3 рази. При цьому на 1 кг приросту риби витрачається від 10 до 70 кг гною залежно від способу його внесення.

Кращі результати дає гнойова рідота, яка швидше окислюється. Застосування її переважніше і тому, що процес внесення можна механізувати, використовуючи мотопомпи. Багатократне застосування гною і гнойової рідоти протягом сезону невеликими порціями, аж до щоденного внесення, хоча і збільшує трудовитрати, проте значно підвищує ефективність використання органічних добрив.

В сучасних умовах, коли гній широко застосовується для удобрення полів, садів і присадибних ділянок, можливості застосування його в рибистві обмежені. Тому замість гною можна використовувати компости,

виготовлені з рослинності, гною або гнойової рідоти і вапна. Співвідношення гною і рослинності 1:2-3. На 1 т компосту вносять 40-50 кг вапна. Хоча приготування компосту процес трудомісткий, проте, його застосування дає результати не гірші, а іноді навіть кращі, ніж застосування гною. З санітарно-гігієнічної точки зору використання компосту доцільніше.

Крім гною і компостів в практиці ставових господарств застосовують так звані зелені добрива. Існує два способи їх використання. Перший передбачає сидерацію (заорювання) або залишків, або всіх рослин повністю в ґрунти ставів з метою збагачення їх біогенними елементами. Вирощують в основному бобові культури: вику, конюшину, люцерну та ін. При засіві ложа ставів бобами вирощена маса збагачує ставок органічною речовиною. Крім того, клубенькові бактерії, що живуть в симбіозі з бобовими рослинами, засвоюючи азот з повітря, накопичують його в ґрунті в доступних формах. Коріння рослин виносить живильні речовини ближче до поверхні і робить їх більш доступними. Мінералізації ложа ставків сприяє і оранка, що передує посіву культур.

Проте цей метод використання зелених добрив обмежений тільки ставами, які заливають в травні-червні, і не може застосовуватися в ставах, які починають заливати відразу ж після танення льоду.

Інший спосіб застосування зелених добрив полягає у внесенні в стави скошеної рослинності. Її можна зв'язувати в пучки і розкласти по урізу води, рослини можна також заготовляти безпосередньо у водоймі. Продуктивність водяних рослин дуже висока, вона досягає за сезон 40-60 т елодеї, 50-90 т роголистника, 50 т рдесту і 120 т ряски з 1 га водного дзеркала. Викошування водяної рослинності дозволяє заготовити величезну кількість зеленої маси, яку з успіхом використовують як зелені добрива. Одна тонна свіжоскошеної осоки і очерету містить 32 кг азотистих сполук, близько 1 кг фосфору і 2 кг кальцію. Багатократне

внесення протягом сезону зелених добрив в кількості 3-6 т/га підвищує рибопродуктивність корошових ставів на 150-200 кг/га.

5.6 Корми і годування риб

Годування риб із застосуванням штучних кормів мабуть найбільш ефективний інтенсифікаційний захід у рибництві. Найбільш повноцінними в харчовому відношенні є природні корми (фіто- і зоопланктон, водяна рослинність, зообентос та ін.). Такі корми забезпечують риб всіма необхідними поживними речовинами, незамінними амінокислотами, мікроелементами та ін. і відповідно інтенсифікують їх зростання і розвиток. Нажаль в індустриальних умовах при великій щільності посадки забезпечити риб природними кормами в необхідному обсязі практично неможливо. Тому при інтенсивному рибництві обов'язково застосовуються штучні корми. Результати використання кормів залежать від їх поживної якості, збалансованості, доступності, ступеня засвоєння та ін. Крім того, ефективність використання кормів у ставовому рибництві залежить від технології годування, застосованої в господарстві.

5.6.1 Склад кормів

Всі види риб за типом живлення поділяються на мирних і хижих. За характером живлення до мирних риб відносяться рослиноїдні, зоопанктофаги, бентофаги і детритофаги.

Фітопланктофагів в ставках не годують, а просто активізують продукційні можливості водойми (за рахунок удобрення). Також нема потреби в додатковому годуванні для макрофітофагів, наприклад, білого амура, коли він вирощується в полікультурі з коропом та іншими рибами як додатковий вид.

Коли білий амур виступає як основний об'єкт, а короп як другорядний – для його годування використовують скошену лугову рослинність, що задається на кормові місця. Такий вид полікультури в індустріальному ставовому рибництві використовується не часто і тільки в південних районах (V-VI зона рибництва).

Додаткове годування не потрібно, якщо при невеликій щільності посадки як додатковий об'єкт вирощують тилапію. Разом з тим, якщо її вирощують як основний вид при високій щільності посадки, то для її годування використовують коропові, або спеціалізовані гранульовані корми для тилапії.

Зазвичай незасвоєна частина раціону становить близько 20%. Сучасні рецептури кормів для коропа і форелі дозволяють досягати такої частки перетравної енергії, що при споживанні рибою 1 т кормів вони виділяють у воду всього 50-80 кг екскрементів (5-8%).

В порівнянні із ссавцями і птахами потреба риб в енергії в 1,5-2 рази нижча. Це пов'язано з тим, що риbam не потрібно витратити енергію на підтримку постійної температури тіла, а також подолання сили тяжіння.

Відповідно до балансового рівняння Г. Г. Вінберга, засвоєна енергія раціону витрачається на підтримуючий (П), пластичний ($P_{пл}$), активний (А) і генеративний (Г) обмін: $0,8 P = П + P_{пл} + Г + А$

При товарному вирощуванні риби прагнуть до збільшення частки пластичного обміну (енергія, яка витрачається на ріст), що досягається оптимізацією умов вирощування риб і збалансованістю раціону.

Раціон (добовий, місячний, річний та ін.) – це склад і кількість кормів, споживаних рибою за одиницю часу. Раціон вважається повноцінним, якщо він містить всі необхідні для нормального зростання і розвитку речовини. Енергетичну цінність, визначають компоненти раціону – білки (протеїн) – 5,6, жири (ліпіди) – 9,3 і вуглеводи – 4,2 ккал/г та їх співвідношення.

Крім того, раціон повинен включати вітаміни, мінеральні і біологічно активні речовини. Раціон, в якому кожна складова відповідає харчовим потребам виду, вважається збалансованим.

Головну роль в обміні речовин риб відіграє протеїн. Біологічною особливістю риб є те, що їх потреба в протеїні в 2-3 рази вища, ніж у сільськогосподарських тварин, оскільки крім нирок вони мають зябра, які також виконують функцію виділення. Більше половини протеїну в організмі риб витрачається на енергетичний обмін.

Оптимальне співвідношення білків, жирів і вуглеводів в раціоні дозволяє підвищити частку білка, що витрачається на зростання.

Оптимальним рівнем білка в кормах товарного коропа і каналного сома вважається 30-40%, для мальків – 50-60%; для дорослих лососевих риб – 40-45%, для молоді – 50-60%; для товарної тилапії - 30-35%.

На 1 кг приросту риби при використанні збалансованих комбікормів витрачається 500-700 г білка. Перевищення цієї величини свідчить про розбалансованість раціону або неповноцінність білка.

Потреба в протеїні залежить від температури води, солоності, концентрації кисню, кількості і співвідношення жирів і вуглеводів, повноцінності білка. Остання властивість залежить від вмісту амінокислот (аргінін, гістидін, лейцин, ізолейцин, лізин, метіонін, валін, треонін, триптофан, фенілаланін). Недостача або відсутність хоч би однієї незамінної амінокислоти призводить до зниження темпу зростання. В ставовому риборівництві потреби в амінокислотах частково покриваються за рахунок природних кормів.

Жири – найважливіше джерело енергії. В організмі риб переважають м'які жири, тому в раціоні повинні міститися, в основному, саме такі жири. Вони засвоюються на 90-95%. Тверді насичені жири засвоюються не більше ніж на 60-70%. Недостача жирів в раціоні так само, як і незамінних

жирних кислот, призводить до уповільнення зростання і захворювання риб.

Оптимальна кількість жиру в кормах для риб становить від 8 до 20%. Для лососевих – до 25%. Основну частку в раціоні повинні складати жири з ненасиченими жирними кислотами.

М'які жири на повітрі швидко окислюються, що призводить до сильного отруєння риб. Для запобігання окисленню жирів в корми вводять спеціальні антиокислювачі.

Для сучасних рецептур кормів, перш за все іноземного виробництва, характерний високий вміст білка і жиру і висока калорійність. Проте слід враховувати, що дуже високий вміст жиру може спричинити ожиріння риб.

Риби не здатні так само ефективно засвоювати вуглеводи, як теплокровні тварини. Тому їх вміст в кормах не повинен перевищувати 20-25% для молоді і 30-35% для дорослих риб.

Хижаки засвоюють вуглеводи гірше, ніж мирні риби. У лососевих риб вуглеводи засвоюються приблизно на 40%, у коропа - до 80%. При вживанні коропом й іншими рибами раціонів з високим вмістом вуглеводів знижується темп зростання, підвищується загальна жирність тіла, зростає смертність.

При цьому вуглеводи злаків короповими перетравлюються найкраще. Сира клітковина лососевими рибами практично не засвоюється, тому її не повинно бути в раціоні. Короп здатний перетравлювати сиру клітковину макухи і шротів - відходів олійницького виробництва – на 50%.

Мінеральні речовини. Для нормальної життєдіяльності риbam необхідні кальцій, фосфор, магній, калій, натрій, сірка, хлор, залізо, а також мікроелементи: мідь, йод, марганець, кобальт, цинк, молібден, селен, хром, олово та ін.

Всі мінеральні речовини потрапляють в організм риб з кормом зі води, причому деякі з них активніше поглинаються з води, ніж

засвоюються з кормом. До них відносять кальцій, фосфор, кобальт, хлор та ін.

Недостача в організмі будь-якого з названих елементів викликає втрату апетиту, пригноблення зростання. Хронічний брак мінеральних речовин може призвести до загибелі риб.

Вітаміни - біологічно активні речовини складної будови, які виконують роль каталізаторів-прискорювачів біологічних реакцій в організмі. Надходять тільки з їжею і є незамінними елементами живлення. В організмі риб практично не синтезуються. Всі вітаміни поділяються на дві групи: жиророзчинні (груп А, D, E) і водорозчинні (груп В, З, Н та ін.). Вітаміни беруть участь в усіх процесах життєдіяльності і брак хоч би одного з них знижує темп зростання, призводить до виникнення хвороб.

У рибні корми вітаміни додаються у складі преміксів – суміші біологічно активних речовин: вітамінів, мікроелементів, антибіотиків, а також наповнювача. У вітчизняному рибництві широко використовуються спеціалізовані рибні премікси (ПФ-1М, ПФ-2В та ін.). Вони додаються в корми з розрахунку 1-2% раціону. Сьогодні в рибництві успішно використовуються і деякі інші види преміксів.

Крім преміксів в кормосуміші додають також ферментні препарати, які сприяють підвищенню перетравлення живильних речовин. Так, наприклад, добавка амілосубтіліну або протосубтіліну (0,5-2,5 г/кг корму) знижує витрати корму на 25% при одночасному прискоренні зростання мальків коропа і форелі майже вдвічі.

5.6.2 Рецепти спеціалізованих комбікормів у рибництві

Слід розрізняти корми, вживані для вирощування риби в ставах і в умовах садків, басейнів і УЗВ, де рибу утримують при надщільних посадках (до 250 екз./м²).

У ставках, навіть при високій щільності посадки (понад 5 тис. екз./га, або 0,5 екз/м²), риба має можливість споживати природний корм, який служить джерелом біологічно активних речовин, вітамінів, мікроелементів, а також високоцінного білка. Тому до ставових кормів не ставиться таких жорстких вимог щодо їх збалансованості і повноцінності.

При щільності посадки цьоголіток коропа в ставах 5 тис. екз./га частка природної їжі в їх раціоні становить не менше 10-15%, а при щільності 30-35 тис. екз./га вона складає 5-7% від добового раціону в середньому за сезон.

Частка природної їжі в раціонах риб при індустріальному рибництві в басейнах і УЗВ фактично дорівнює нулю. Тому такі корми містять більше протеїну, жиру, включають в свій склад премікси, ферментні препарати, антиокислювачі та ін. Відповідно вони дорожчі. Риба, вирощена на таких кормах, має вищу собівартість, ніж ставова.

Корми для коропа, вирощуваного в ставках повинні містити сирого протеїну: для цьоголіток – не менше 26%, для товарної риби – не менше 23%; жиру – відповідно не менше 4% і 3,5%; кальцію – 1,2% і 0,7%; фосфору – 1,0% і 0,8%; клітковини повинно бути не більше 9% і 10% відповідно. Всім цим вимогам задовольняють наступні рецептури кормів, табл. 5.1.

Використання таких кормів в індустріальному ставовому рибництві при вирощуванні коропа дозволяє досягати добрих результатів при щільності посадки 50-100 тис. цьоголіток на 1 га і товарних дволіток 2-5 тис. екз/га. При цьому корм ВБС-РЖ ефективніший при підвищеній щільності цьоголіток, а корм 111-1 і ПК-Вр дволіток.

При підвищеній щільності посадки риби в ставах вимоги до повноцінності і збалансованості корму зростають.

Таблиця 5.1 – Рецептури кормів при вирощуванні коропа в
ставках, %

Компоненти	цьоголітки			дволітки			
	111- 1	РЗГД	ВБС- РЖ	111- 1	ПК- Вр	СБС- РЖ	МБЯ
Шрот соєвий	20	17	5	-	18	5	-
Шрот соняшниковий	20	30	20	30	25	22	20
Шрот бавовниковий	-	-	-	25	-	-	-
Ячмінь	10	20	20	6	24	40	61
Пшениця	19	23	20	5	21,5	16	-
Горіх	15	-	10	20	-	-	10
Дріжджі гідролізні	4	4	4	-	4	4	6
Мука трав'яна	2	2	-	-	4	-	-
Мука рибна	5	3	16	3	2	3	3
Мука м'ясокісткова	-	1	-	-	1	-	-
Висівки пшеничні	4	-	4	10	-	10	-
Мів	1	-	1	1	-	-	-
Премікс П-2-1	-	-	-	-	0,5	-	-
Разом:	100	100	100	100	100	100	100

При більш високій щільності посадки (понад 100 тис./га для цьоголіток і 5 тис./га для дволіток), в існуючі рецептури слід внести корективи. Необхідно додатково ввести до складу комбікорму компоненти тваринного походження (рибну, м'ясокісткову муку), а також вітамінно-мінеральний премікс, що значно збільшує собівартість вирощуваної риби.

5.7 Полікультура

Полікультура – сумісне вирощування різних видів риби. Її переваги ґрунтуються на таких положеннях:

— жоден вид риби не здатний повністю використовувати природну кормову базу водойми, а також частину штучних кормів, що використовуються для їх годівлі;

— не існує повністю схожих за спектром живлення видів риби. У зв'язку з цим можна разом вирощувати навіть близькі за характером живлення види;

— сумісне вирощування декількох видів риби дозволяє більш повно використовувати природну кормову базу водойми;

— поїдання одного виду корму (основних кормових організмів) сприяє надмірному розвитку інших гідробіонтів. Вони вступають в конкуренцію з основними кормовими організмами, перешкоджають їх відтворенню і зменшують рибопродуктивність. Введення видів риби, що споживають цих гідробіонтів, підвищує рибопродуктивність за рахунок додаткової рибної продукції і рівномірного розвитку всіх компонентів кормової бази;

— деякі види риби можуть частково харчуватися продуктами життєдіяльності інших видів (наприклад, короп і білий товстолобик, кефалеві).

— деякі види риби не тільки споживають корми, але і стимулюють їх розвиток. Наприклад, білий товстолобик, споживаючи крупні, старі, малопродуктивні клітини фітопланктону, омолоджує популяцію в цілому, що сприяє підвищенню продуктивності одноклітинних водоростей.

При вирощуванні видів риби з вузьким спектром живлення можуть розвиватися гідробіонти, які погіршують якість водного середовища. Додавання інших споживачів сприяє його поліпшенню.

Інші види риби при сумісному вирощуванні благотворно впливають один на одного. Наприклад, при збільшенні до певної межі щільності посадки коропа і білого товстолобика збільшується темп зростання і того, й іншого. При цьому має місце взаємна меліорація (поліпшення) місця існування. Так, за рахунок збільшення продукції фітопланктону при

вирощуванні товстолобика, поліпшувався газовий режим водойми, що сприяє швидшому зростанню коропа, який, у свою чергу, взмучує донні відкладення і покращує кормову базу для товстолобика.

Поряд з позитивними якостями полікультура має і деякі негативні сторони:

по-перше – при неправильному підборі видів, що складають полікультуру, або неправильному визначенні щільності їх посадки, може зростати харчова конкуренція і зменшуватися темп зростання риб – об'єктів вирощування.

по-друге – при використанні полікультури виникає необхідність сортування риби за видами при остаточному облові. Потреба в сортуванні практично відпадає, якщо вирощують разом пелагофільних і донних риб. Мешканці товщі при скиданні води із става виходять в першу чергу. Тому, спочатку виловлюють рослиноїдних риб, а потім вже коропа, карася та інші види, які заходять в рибоуловлювач з найостаннішою водою.

Розрізняють:

- власне полікультуру, коли частки вирощуваних риб зіставні;
- посадку додаткових видів, наприклад хижаків, яких підсаджують до основного виду в кількості всього 30-100 екз/га;
- змішану посадку, коли вирощують різновікових риб одного виду, наприклад цьоголіток і дволіток коропа. Ідея принадна (цьоголітки коропа харчуються в основному зоопланктоном, а дволітки – донними безхребетними). Проте на практиці результати виходять незадовільні, оскільки крупні особини виділяють особливі речовини білкової природи (видоспецифічні екзометаболіти), які гальмують зростання дрібних особин. І чим більша різниця в масі риб, тим сильніше виявляється цей вплив.

Разом з тим, видоспецифічні екзометаболіти не діють на риб інших видів. Тому при сумісному вирощуванні, наприклад коропа і строкатого товстолобика, пеляді або буфало можна отримати непогані результати. Але при сумісному вирощуванні різновікових особин одного і того ж виду

недоотримують продукцію цьоголіток, вони можуть бути ослабленими і погано зимувати. От чому змішана посадка різновікових риб одного виду не рекомендується.

До додаткових видів риб відносять щуку, сома, судака, карася, гібриди коропа і карася, лина, чорного амура, щільність їх посадки 30-100 екз/га. Личинки щуки або сома, підсажені до дволіток коропа, досягають до осені маси 250-300 г. Вони не заподіюють шкоди коропу через незначних розміри, але знищують малоцінну дрібну смітну рибу, верхівку, уклею, пічкура та ін., які конкурують з коропом в харчуванні. Отже, крім додаткової продукції хижаків, збільшується рибопродуктивність і коропа.

Значення окремих видів риб в полікультурі для різних кліматичних зон не однакове і визначається, в першу чергу, характером живлення і вимогами до температурного режиму. В південних областях поширена полікультура коропа і риб далекосхідного рослинного комплексу (білій і строкатий товстолобик, білий і чорний амур). Чорний амур – моллюскоїд. Як біологічний меліоратор при посадці в нагульні стави 30-50 цьоголіток масою 25-30 г повністю очищує їх від моллюсків. Тим самим поліпшується санітарний стан ставів, оскільки деякі види моллюсків є проміжними господарями для збудників небезпечних захворювань.

Білий амур при вирощуванні в ставах харчується не тільки рослинністю, але також охоче споживає комбікорми, конкуруючи в живленні з коропом. Тому він може розглядатися в полікультурі як ефективний біологічний меліоратор, здатний давати порівняно високу продукцію лише в сильно зарослих водоймищах. Крім того, він теплолюбний, і більше ніж короп схильний до різних захворювань, що додатково знижує ефективність його вирощування.

Білий товстолобик харчується фітопланктоном. Запаси їжі для нього є у великих кількостях в ставах усіх кліматичних зон. Проте недостача тепла як стримуючий чинник в умовах середньої смуги призводить до уповільнення його зростання, особливо на другому році життя.

Продукція строкатого товстолобика обмежується 3-4 ц/га в зв'язку з конкуренцією з коропом за зоопланктон.

Гібриди білого і строкатого товстолобиків дають кращі показники виживаності, мають вищий темп зростання (особливо гібриди першого покоління) в порівнянні з початковими видами.

Основа для біологічно правильного підходу до підбору складу полікультури – це особливості живлення і харчові взаємини видів, які культивуються. Мета – якнайповніше, раціональне використання кормових ресурсів ставів.

Для цього в кишечниках досліджуваних риб обчислюють процентне співвідношення окремих компонентів їжі. При цьому розраховують індекси вибірковості і ступінь схожості складу їжі. Індекс вибіркової здатності (**ІВЗ**) є відношенням відсотка певної групи харчових організмів в харчовій грудці (**r**) до відсотка цієї групи у фауні водойми (**B**).

$$\text{ІВЗ} = r/B$$

Індекс харчової схожості **ІХС** є сумою найменших величин із спектра живлення порівнюваних видів риб. При повному збігу **ІХС = 100**. Якщо характер живлення риб різний і конкуренції немає, то **ІХС = 0**. Індекс харчової схожості риб змінюється залежно від їх віку і сезону.

Гібрид товстолобиків споживає 5,5-20% водоростей. Строкатий товстолобик – 1,5-5,0% фітопланктону. У кишечниках гібрида товстолобиків процентне відношення гіллястовусих і веслоногих рачків менше, ніж в ставку, а коловерток - більше. Отже, гібрид менше конкурує з коропом, який споживає в основному гіллястовусих рачків і майже не їсть коловерток.

При заміні строкатого товстолобика на гібрид рибопродуктивність вирощувальних ставків збільшується на 20-30%. Щільність посадки гібридів можна збільшувати до 40 тис. екз/га замість рекомендованих на практиці 25 тис./га строкатого товстолобика.

Частка рослиноїдних риб у складі полікультури неоднакова для різних зон рибориства, що зумовлено їх більш високою ніж у коропа

вибагливістю до тепла. Якщо в умовах півдня України і Краснодарського краю цьоголітки строкатого товстолобика і білого амура при розрідженій посадці і високій харчовій забезпеченості можуть досягати маси 1 кг, а білого товстолобика – 0,5 кг, то в Московській області – тільки 30-50 г. Тому на півдні частка рослиноїдних риб значно вища.

У VI зоні рибництва товарна продукція риб далекосхідного комплексу становить 60-70%, V зони - 40-50%, IV зони - 30-40% і III зони - 25- 30%. В умовах I і II зон рибництва вирощувати рослиноїдних риб менш вигідно і можна замінювати їх на пелядь або інші види сигових.

Зразковий склад при вирощуванні товарної риби в різних кліматичних зонах може бути такий:

- **I зона:** короп, пелядь, щука, лин, срібний карась;
- **II зона:** короп, пелядь, щука, лин;
- **III зона:** короп, гібрид товстолобиків, щука, лин, сом;
- **IV зона:** короп, гібрид товстолобиків, білий товстолобик, строкатий товстолобик, щука, сом, білий амур;
- **V зона:** короп, гібрид товстолобиків, білий товстолобик, строкатий товстолобик, білий амур, чорний амур, каналний сом, буффало;
- **VI зона:** короп, білий товстолобик, строкатий товстолобик, гібрид товстолобиків, білий і чорний амур, каналний сом, тилапія.

На півдні країни (в V-VI зонах рибництва) за основу полікультури може служити каналний сом. Його цьоголіток вирощують в невеликих (до 10 га) ставах з добре спланованим ложем. Щільність посадки мальків 50-75 тис./га, вихід 50%, маса 15-20 г. Це може забезпечити до 7,5 ц/га продукції. Спільно з каналним сомом вирощують цьоголіток білого товстолобика при щільності посадки підрощених личинок 30-40 тис./га, що може забезпечити додатково 6-8 ц/га.

При вирощуванні товарних дволіток каналного сома застосовують щільність посадки річників 5 тис./га. При виході 90% і середній масі цьоголіток 15 г можна виростити дволіток масою близько 300 г, а при масі 20 г – 400-500 г, що дасть 15-20 ц/га товарної продукції.

Товарну трилітку вирощують при щільності двохрічок 4 тис./га. При виході 90%, товарна маса триліток досягає 800-1000 г. В полікультурі з сомом вирощують білого товстолобика при щільності річників 1,5-2,0 тис. екз./га і строкатого товстолобика – 500 екз./га. Сумарний вихід рибпродукції може становить приблизно 40 ц/га. Вирощування коропа в полікультурі з каналним сомом недоцільне.

В індустріальних ставових господарствах на теплих водах перспективним об'єктом полікультури з коропом може бути тилапія. Рекомендована щільність її посадки в стави повинна складати 1/3 частину від щільності посадки коропа. При цьому істотно знижуються витрати корму, поліпшується санітарний стан ставів і басейнів, оскільки тилапія харчується обростаннями, екскрементами коропа і відходами кормів.

Полікультура, при її правильній організації, потужний чинник інтенсифікації в індустріальному ставовому рибництві. Це дозволяє збільшити рибпродуктивність в 2-3 рази в порівнянні з вирощуванням риби в монокультурі. В Китаї, який має тисячолітню історію рибництва і сьогодні є світовим лідером аквакультури, добилися таких успіхів тільки завдяки використанню полікультури. Її основу становлять білий амур, білий товстолобик, строкатий товстолобик, чорний амур, короп, карась, меншою мірою чорний і білий лящ та деякі інші види.

Контрольні запитання

1. Перерахуйте методи інтенсифікації, застосовані у ставовому рибництві.
2. Які види добрив застосовуються у рибництві ?
3. Що таке вапнування і яка його дія на водойм ?.
4. Об'єкти і принципи полікультури у рибництві.
5. Як і скільки вносити органічних і мінеральних добрив.
6. Типи аераторів і принципи їх використання у рибництві.

VI САДКОВІ ІНДУСТРІАЛЬНІ ГОСПОДАРСТВА

Вирощування риб в садках – одна з важливих гілок індустриального рибництва. Садкове вирощування риби відвіку практикується в країнах Південно-Східної Азії. Вперше такий метод рибництва запровадили в Камбоджі в 1851 р. Використовували садки різного розміру (частіше 1,5-3,0 м завдовжки, 1,0-1,5 м завширшки і до 1 м висотою). Матеріалом для них служили бамбукові рейки. В Японії для виготовлення садків використовують нейлонову сітку, яку натягують на бамбуковий каркас. Площа садків різна, від 4-6 до 80 м² і більше.

Останніми роками в світовій практиці індустриальної аквакультури садкове рибництво розвивається швидкими темпами. Найбільш перспективне садкове рибництво в морських акваторіях.

На відміну від басейнових господарств вирощування молоді і товарної риби в садках, не потребує примусового водообміну і відповідно значних витрат енергії на перекачування води. У садках за рахунок хвилевого перемішування і руху риби створюється пасивний водообмін. Завдяки цьому, навіть при щільній посадці риби, фізико-хімічний режим в них аналогічний такому у водоймах, де вони встановлені.

В СРСР розвиток садкового рибництва відноситься до початку 50-х років минулого століття. Найбільш розроблено і набуло широкого розповсюдження вирощування молоді і товарної риби в садках на термальних водах, встановлених у водоймах-охолоджувачах або скидних каналах ТЕС і АЕС. Розвиток виробництва цьоголіток, річників і товарної риби в садках пояснюється, головним чином, простотою конструктивних рішень, незначними капітальними витратами і економією земельних ресурсів. Важливі переваги господарств такого типу – відсутність механічної подачі води, що значно знижує експлуатаційні витрати, а також часткове використання природних кормових організмів, які потрапляють в

садки з водою із навколишнього середовища.

6.1 Типи садків

Садки, що використовуються для вирощування риби, поділяються на дві основні групи: прісноводні і морські.

Розрізняються: ставні (стаціонарні), плаваючі (дрейфуючі або закріплені на буях чи понтонах) і заглибні садки, які встановлюються в товщі води. Більшість перелічених конструкцій – штормостійкі. Кожен з перерахованих типів садків розрізняється за конструктивними особливостями.

Крім садків, в світовій практиці рибництва широко впроваджуються сітяні споруди, зокрема ті, що відгороджують прилеглі до берега акваторії морських заток і лагун,

В садках і загородках, зазвичай, забезпечується добрий водообмін, в них потрапляє природна їжа, може здійснюватися контроль за умовами вирощування риби.

За цільовим призначенням рибоводні садки можна поділити на нагульні, вирощувальні, малькові, личинкові, нерестові і зимувальні. Їх конструктивні особливості зумовлені специфікою об'єктів вирощування і умов середовища.

Садкові господарства розміщують як у прісноводних, так і у морських акваторіях. Використовують для цього озера, водосховища, річкові системи, лимани і лагуни, затоки, фіорди і шельфові зони морів і океанів, захищені від штормової дії вітру і хвиль.

Останніми роками створюються штормостійкі конструкції, придатні для використання у відкритих морських прибережних акваторіях, а також споруди, що не забруднюють море, з непроникних для води матеріалів з частковим управлінням параметрами водного середовища в садках.

Сьогодні в усьому світі виготовляються і впроваджують різноманітні конструкції садків від легких і дешевих, обслуговування яких протягом

всього технологічного циклу вирощування риби здійснюється за допомогою ручної праці або допоміжних технічних засобів, до автономних, повністю механізованих садкових комплексів з різним ступенем штурмовостійкості і найсучаснішими системами спостереження і контролю.

6.1.1 Стаціонарні садки

Використовуються для вирощування риби у внутрішніх водоймах різного типу і цільового призначення (озерах, лиманах, водосховищах водоймах-охоложувачах та ін.) із стабільним протягом року рівнем води.

Їх виготовляють з різноманітних матеріалів. Найбільше поширені садки з синтетичних сітаних матеріалів, анодованого алюмінію або з неіржавіючої сталі. Такі конструкції прості і дешеві при виготовленні, надійні і довговічні в експлуатації, легко ремонтуються.

Встановлюються стаціонарні садки на палях, рис. 6.1.

Експлуатуються стаціонарні садки як в літній, так і в зимовий періоди, коли водойма вкривається кригою. Для зручності обслуговування уздовж садків споруджуються містки. З них здійснюється їхнє обслуговування.

Стаціонарні садки розміщуються у вигляді лінії як перпендикулярно до берега, так і уздовж нього. Довжина лінії та її конфігурація залежать від особливостей водойми (ширина мілководної зони, звивистість берегів та ін.). Дальність виносу лінії у водойму регулюється глибинами, які визначають можливість використання палей. Ця обставина, а також залежність від стабільності рівня води, звужують можливості для застосування стаціонарних садків.

Стаціонарні садки на залізобетонних палях, пов'язані з берегом, полегшують обслуговування і можливість використання самохідного транспорту й інших засобів механізації, але вони не підходять для водойм із змінним водним режимом.



Рисунок 6.1 – Стаціонарні садки

До недоліків використання стаціонарних садків можна віднести такі: відносно швидка руйнація матеріалу садків; високі витрати ручної праці при монтажі і ремонті садкових ліній; неможливість переміщення садкових ліній на інше місце з більш сприятливим гідрологічним режимом. Незначні глибини, потрібні для встановлення палей садків, не забезпечують оптимального водообміну. Сітяне полотно ушкоджується щурами, ондатрою та ін., розкладання органіки під садками може спричиняють дефіцит розчиненого у воді кисню.

Крім того, до недоліків, притаманних стаціонарним садкам, слід віднести можливість виникнення масових захворювань, оскільки прибережна зона є притулком різноманітних паразитів і їх переносників.

6.1.2 Плаваючі садки

На відміну від стаціонарних плаваючі садки встановлюються у водоймах на віддалі від берегів. Вони можуть розміщуватися поодиночі або групами і закріплюються в місцях установки якорями, рис. 6.2.

Для експлуатації в озерах і водосховищах найбільш придатні плаваючі садки на понтонах, які конструктивно ідентичні садковим лініям, створеним для тепловодних господарств. На понтонах (зазвичай – це сталеві труби великого діаметра герметично заварені з обох боків), встановлених уздовж довгої осі лінії садків, прокладають містки, зв'язані з берегом. По них пересувається обслуговуючий персонал, переміщуються кормороздавачі, трактори з причепами для перевезення риби і устаткування та ін.

Садки зазвичай виготовляються з металевої або капронової латексованої сітки. Подібні лінії на відміну від окремо плаваючих садків можуть експлуатуватися протягом всього року.

Розміщення плаваючих садків на понтонах не лімітується великими глибинами: вони можуть встановлюватися в будь-яких ділянках водойм, відносно стійкі до вітрової дії. Проте у відкритих водних акваторіях лінії можуть руйнуватися при сильних вітрах і хвилюванні.

Плаваючі садки мають певні переваги перед стаціонарними – можливість переміщення в більш сприятливі і чисті зони, стійкий режим експлуатації при спрацьовуванні і коливаннях рівня та ін.



Рисунок 6.2 – Лінії плаваючих садків на понтонах

Плаваючі установки виготовляють у вигляді секцій. Залежно від вибраного принципу обслуговування і ступеня механізації виробничих процесів секції можуть бути трьох типів: середні, важкі і легкі. Секції важкого типу мають посередині широку проїжджу смугу. Понтони при цьому розраховані на навантаження самохідного шасі або трактора. З'єднуються секції жорсткими або гнучкими кріпленнями.

6.1.3 Штормостійкі садки

Складність вирощування риби в садках в морських умовах полягає в необхідності забезпечити штормостійкість конструкцій, а також пристосованості до умов замерзаючих морів і у зв'язку з географічними

особливостями берегової лінії. Зазвичай такі садкові господарства розташовуються біля узбережжя, в затоках, шхерах, фіордах, в місцях, захищених від вітрової і хвильової дії.

Розширення масштабів садкової марікультури пов'язано, перш за все, з освоєнням відкритих морських акваторій. За таких умов необхідно вибрати раціональні принципи конструкцій садків, найбільш пристосованих для вирощування риб різних видів, а також надводні і підводні засоби обслуговування садкових комплексів.

Проблема штурмостійкості розв'язується в світовій практиці за трьома напрямками конструювання садків: на гнучкому понтоні, каркасних, і занурених.

Конструкція на основі гнучкого понтона (шестигранного, круглого або іншої форми), складеного з відрізків гумовотканинних труб, рис. 6.3.

Завдяки еластичності гуми каркас не руйнується у штурмових умовах, а форма шестигранника зберігається за рахунок надмірного тиску у трубах.

Штурмостійкі садки на гнучкому понтоні зазвичай мають такі технічні характеристики: довжина елемента гнучкої рами – 12-16 м, висота – 10 м, допустима висота хвилі – до 3 м, допустима довжина хвилі – 10-30 м, швидкість припливно-відпливної течії – 2 морські вузли, глибина місця встановлення – не менше 30 м.

Такі або аналогічні садки використовують як на шельфі, так і в умовах відкритих морських акваторій. На відміну від садків занурювано-спливаючого типу вони більш прості в установці й експлуатації. Результати їхнього використання для вирощування кіжуча в Японії показали їх високі експлуатаційні якості і штурмостійкість.

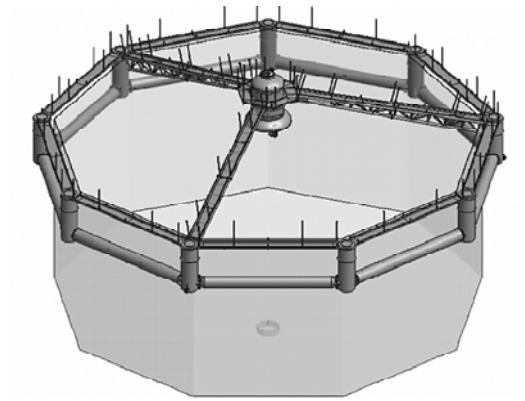


Рисунок 6.3 – Штормостійкі плаваючі садки на гнучкому пантоні.

Морські садки каркасного типу відрізняються постійністю форми мережі, що оточує об'єм, в якому утримуються риби, під час штормів. Збираються вони з окремих елементів. З середини каркас затягнутий алюмінієвою або анодованою сіткою.

Садки такого типу мають декілька поплавців, які заповнюються

повітрям і підтримують конструкцію на плаву. На місці садок утримується за допомогою якорів. Конструкція садка забезпечує полегшення роботи з ним, можливість сортування та видалення мертвої риби, її годування тощо.

Конструктивно садки можна поділити на індивідуальні і групові. Розміри садків можуть бути різні, але на практиці найчастіше зустрічаються садки розміром 10 х 10 м. Конструкції більшої площі незручні в обслуговуванні, мають значну парусність. Найбільш зручні в експлуатації садки розміром 3 х 4 м. Морські штормостійкі садки можуть бути дуже великих розмірів – до 0,10-0,25 га і більше. Як поплавці для садків використовують труби діаметром 300-600 мм, бочки, пінопластові напливи. Каркасні рами можуть виготовлятися з деревини, бамбука, пластику та інших матеріалів.

В умовах морських лиманів півдня України (Хаджибейський і Тілігульський лимани) для вирощування кефалі в полікультурі з коропом і рослиноїдними рибами успішно використовувалися каркасні штормостійкі садки, рама яких виготовлялась з канату «Геркулес» (капроновий канат зі сталлюю серцевиною), на який були прив'язані пінопластові поплавці. Самі садки виготовлялися з капронової сітки, яку підвішували на плаваючий каркас. У міру зростання риби або замулювання сітяна частина садків замінювалась на чисту. В літній період частота таких замін може бути один раз на декаду.

В місцях установки садки кріпляться за допомогою якірних розтяжок. При рухомому способі садки закріплюються з одного боку якорем. Цим досягається і кращий водообмін і забезпеченість риб природною їжею. Для підтримки інтенсивного водообміну садки слід встановлювати на ділянках водойм з помірною проточністю. При збільшенні швидкості течії зростають витрати енергії риб на плавання, а як наслідок і невиправдані витрати кормів.

Підводні автоматизовані садкові пристрої призначені для вирощування риб у відкритих морських акваторіях, не захищених від вітру

і льоду. Основна перевага таких садків полягає в тому, що вони знаходяться на глибині, а це забезпечує захист та оптимальні умови для вирощування риби.

Відкриті морські акваторії перебувають під впливом штормів, що не дозволяє при створенні морських ферм копіювати практику традиційних прибережних садкових господарств.

Сучасний технічний арсенал штормостійких садкових систем включає:

- традиційні рибницькі системи (плаваючі штормостійкі садки), які постійно знаходяться на поверхні води;
- напівзаглибні садки – здатні працювати в частково зануреному стані, що знижує хвильове навантаження;
- заглибні садки першого покоління («пірнаючі» садки), що мають систему яка дозволяє періодично повністю занурювати садок під воду у випадку шторму, однак весь інший час такі садки перебувають на поверхні.

Перелічені садкові системи – штормостійкі конструкції однак при вирішенні задачі збереження садка упускаються біологічні аспекти вирощування риби. Риба в таких садках під час штормів відчуває підвищений стрес, «морську хворобу», травмуються об полотно сітяного мішка. Відомі випадки, коли закріплені на поверхні моря садки перетворювалися під час шторму на «пральну машину» і повністю перетирали рибу.

В плавучих садках, «прив'язаних» до поверхні, риби піддаються перегріву й підвищеній інсоляції у літній сезон, а самі садки (сітяні мішки) можуть ушкоджуватись плаваючими колодами або сміттям, а у холодних водоймах - дрейфуючими крижинами. До цього можна також додати ризик зустрічей із хмарами токсичних водоростей, нафтовими плямами та ін.

Підводне положення – основний робочий стан заглиблених, підводних садків нового покоління. Вони лише періодично підіймаються на поверхню для обслуговування та рибницьких операцій.

Такі якості повною мірою має заглибна садкова система «Садко», яка завдяки сучасним технічним рішенням дозволяє успішно розводити рибу навіть у відкритих морських акваторіях при висоті хвиль до 15 м і працювати до глибини 30 м.

При використанні підводних садків умови вирощування риб наближаються до природних, зростають інтенсивність харчування, швидкість зростання, поліпшується загальний фізіологічний стан, підвищується імунітет, скорочуються строки одержання продукції.

Садки можуть установлюватися групами, утворюючи ферму, а також використовуватися поодиночі, в автономному варіанті. Ферми, що складаються із заглибних садків, не перешкоджають навігації та не контрастують із навколишнім середовищем, на відміну від плавучих садків. Цей тип ферми не порушує краєвиди, що дозволяє встановлювати підводні садки поруч із туристичними центрами та в рекреаційних зонах.

Занурені садки являють собою систему занурення – спливання, рис. 6.4.

розташовану на судні обслуговування. Здатність садка поринати й спливати на поверхню, а також змінювати швидкість руху та горизонт постановки в товщі води забезпечується системою регулювання гідростатичного балансу вода-повітря в баластових цистернах. Занурення забезпечується шляхом подачі в баластові цистерни води. Підйом садка на поверхню здійснюється за допомогою подачі стисненого повітря з компресора низького тиску.

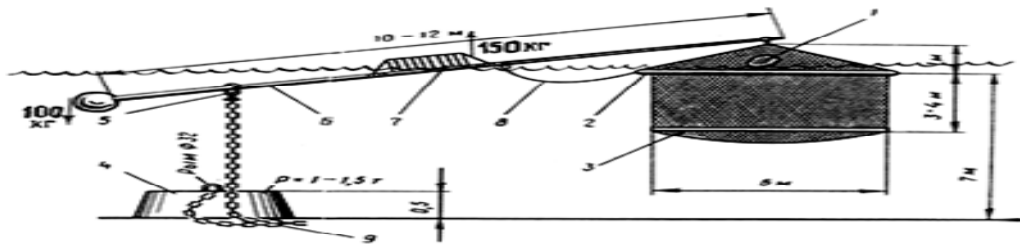
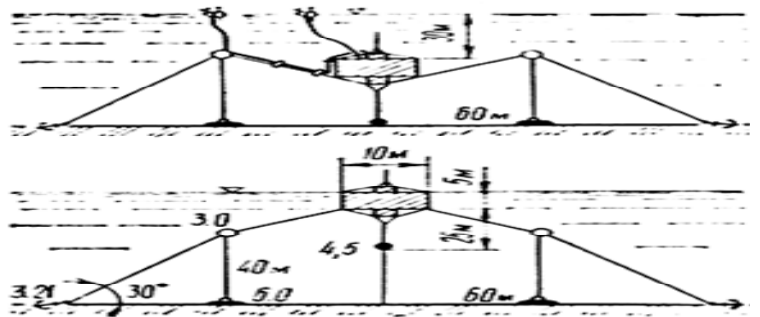
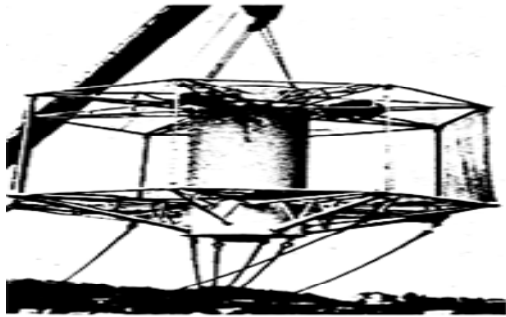


Рисунок 6.4 – Погружний садок (а), самопогружний садок (б)

Сіткова камера, що служить для утримання об'єктів культивування, прикріплюється до садка спеціальними завісами. Конструкція камери і тип кріплення розроблені таким чином, щоб забезпечити наявність постійної форми та об'єму сіткового мішка навіть при течії швидкістю в 1,5 м/с і хвилях висотою до 15 м. Верхня сіткова частина легко відкривається. Сітковий мішок оснащений спеціальним «вікном» для посадки мальків і облову риби.

Підводне положення садка зменшує можливість обростання сітяного полотна і ступінь руйнівної дії сонячної радіації. Всі ці заходи дозволяють подвоїти вихід товарної риби з одиниці об'єму. Ще більш пристосовані для вирощування риб у відкритих морських акваторіях заглибні садки, які мають форму кулі, рис. 6.5. Такі садки мають постійну форму, жорсткий каркас і завдяки своїм конструктивним і технічним особливостям можуть успішно використовуватися у плаваючому, напівзаглибному і заглибному варіантах.



Рисунок 6.5 – Заглибні садки у формі кулі

Всі сучасні підводні садки обладнані автоматичними підводними системами розподілу корму, які слугують для його зберігання та регулярного (запрограмованого) годування риби навіть під час штормів, без виносу корму за межі садка. Годівниця приводиться в дію стисненим повітрям.

Ферма, яка складається з декількох садків і розташована у відкритому морі, має спеціальний буй забезпечення, на якому поєднуються всі системи енергопостачання й функціонування садків. Буй забезпечення - єдина частина підводної ферми, що перебуває увесь час на поверхні води.

Наявність буя забезпечення дозволяє контролювати процес годівлі риби та процес занурення або спливання кожного окремого садка. Садки комплектуються автоматичною системою SADCO-AFMS, яка дозволяє управляти процесом годівлі риби, контролює й передає дані про стан навколишнього середовища, технічні параметри і відеозображення садка на береговий комп'ютер. Таким чином забезпечується моніторинг, керування й контроль за вирощуванням риб у садку.

Переваги підводних садкових системи дозволяють використовувати їх в акваторіях, де установка традиційних садкових систем не можлива.

Наприклад, в Італії, де (на відміну від Норвегії або Греції) берегова лінія не має захищених від штормів фіордів і заток, підводні рибницькі ферми на базі системи підводних садків успішно працюють у відкритому морі з 1995 року.

В Чорному морі підводні системи "Садко" встановлювалися біля мисів Великий Утриш (Чорноморське узбережжя Кавказу) і Тарханкут (Крим).

6.2 Вимоги од об'єктів садкового рибництва

Об'єктами штучного відтворення і вирощування в світовій аквакультурі є велика кількість видів риб, проте далеко не всі з них придатні для садкового рибництва.

Найбільш перспективні для вирощування у садках види здатні швидко адаптуватися до обмеженого водного об'єму, активно споживати і максимально використовувати повноцінні кормові суміші, мати прискорений темп зростання і розвитку при високій щільності посадки і в мінімальні терміни досягати товарної маси.

Найлегше адаптуються до індустріальних умов всеїдні риби, які добре поїдають корм в товщі води (лососеві, лаврак, морський карась та

ін.), і види, пристосовані харчуватися тільки з дна (більшість осетрових). Унікальний відносно всеїдності об'єкт – кефаль піленгас. Цей далекосхідний вид кефалі (акліматизований співробітниками ПівденНІРО в Азово-Чорноморському басейні за часів СРСР) здатний активно харчуватися по всій товщі води – від поверхні до дна. Піленгас споживає фітопланктон, зоопланктон, детрит, мейобентос, чудово засвоює вологі і сухі комбікорми.

При вирощуванні в садках велике значення мають адаптаційні особливості риби, і в першу чергу, її відношення до обмеження свободи пересувань, здатність годуватися у щільній зграї. Вирощування риби в садках економічно вигідно лише при дуже щільних посадках. У таких умовах полохливі, звиклі вести самотній спосіб життя риби, менш перспективні як об'єкти індустріального рибництва, ніж спокійні зграйні види, що легко звикають до інтенсивних умов вирощування, толерантні до несприятливих факторів середовища, стійкі до епізоотії.

Крім перерахованих обов'язкових вимог, бажано, щоб обрані для садкового рибництва об'єкти були пристосовані до споживання «природної кормової бази садків», тобто всіх тих організмів, що потрапляють у садки з природних водойм. Вибір об'єктів також залежить від температурного режиму і гідролого-гідрохімічних особливостей водойми.

В умовах прісноводних континентальних водойм найбільш часто вирощують представників родин: коропових (різні породи коропа, білий і строкатий товстолобик), лососевих (різні види форелі, сталевоголовий лосось), сигових (пелядь, чир та ін.), осетрових (стерлядь, білуга, сибірський осетер та їх гібриди) та ін.

За даними Федерації європейських виробників аквакультури (FEAP) в країнах Середземномор'я найбільш поширені як об'єкти морського садкового рибництва – морський окунь (лаврак), морський карась (дорадо,

золотиста спар, аурата, спарус), кефалеві, атлантичний лосось, веселкова форель.

Сьогодні продукція вирощування в садках товарного лаврака в Середземноморському регіоні, перевищує 60 тис. т., дорадо – 47 тис. т. В останні роки до цих обсягів наблизилась продукція веселкової форелі. Перспективне вирощування в садках до товарної маси цьоголіток тюрбо.

Іспанські фахівці вважають, що при вирощуванні в морських садках (порівняно з басейновим вирощуванням) у риб поліпшуються смакові якості м'яса і підвищується життєстійкість, оскільки вони більше рухаються, а до складу їх раціону разом зі штучними, включаються і природні корми. В результаті знижується вміст жиру, і риба набуває ніжнішого, делікатесного смаку. Перебування в природному морському середовищі, також значно зменшує ризик захворювань.

На Кіпрі активно використовують технологію вирощування лаврака і дорадо в плавучих садках. Враховуючи темпи розвитку технологій, оснований на використанні безпосередньо морських акваторій природно, що найближчим часом при освоєнні нових об'єктів культивування марикультура почне використовувати для садкового рибництва не тільки 3-12-мильну прибережну смугу, але і 200-мильну зону і не виключено, що ще у нинішньому столітті вийде і за її межі – у відкриту частину Світового океану.

У Чорноморському регіоні Туреччини поширене товарне вирощування веселкової форелі в садках, як в прибережних, так і віддалених морських акваторіях.

Лідером садкового вирощуванню морських видів риб в регіоні є Греція. За нею в порядку убубання слідує країни – Італія, Туреччина, Іспанія, Франція і Кіпр. У цих країнах набирає темпи виробництво нових для них об'єктів марикультури: вугра, серіоли, ліхії, мероу, групперів, атлантичного осетра, кумжи, салери. У перспективі – використання з

метою штучного риборозведення таких видів: пагр, зубан, клюворил, луфар, чорноморський калкан, чорноморський лосось, чавича, тунець.

У вітчизняній марикультурі найбільш перспективні напрями розвитку садкового рибиництва: – коропівництво, лососевництво і осетрівництво.

У 80-90-і роки ХХ ст. в СРСР основними об'єктами холодноводної аквакультури були лососі і сиви. Разом з тим, в останні десятиліття географія розведення лососевих істотно розширилася. Такі види лососевих, як веселкова форель, кижуч, чавича, кета, сталевоголовий і чорноморський лососі – стали одними з перспективних об'єктів як прісноводної, так і морської аквакультури в країнах Середземномор'я і Причорномор'я. Значно зросли також обсяги садкового вирощування осетрових, в тому числі і в морських умовах. Головною передумовою до інтенсифікації і поширення морського садкового рибиництва є активізація обміну речовин у прохідних риб в морській воді, що забезпечує швидке зростання, скорочує терміни вирощування і витрати на одиницю продукції.

6.3 Критерії і принципи розміщення садкових господарств.

Найсприятливіші умови для садкового вирощування риби утворюються в проточних водоймах, де в садки приноситься багато кормових організмів і швидко видаляються продукти метаболізму риб. В проточних водоймах щільність посадки риби в садки може бути вища, ніж в непроточних. Навіть в непроточних водоймах існують внутрішні течії, пов'язані з турбулентним переміщенням води, перепадами температури різних шарів води, вітровим перемішуванням та ін. Все це забезпечує багаторазову зміну води в садках, покращує режим середовища.

Садки встановлюють в місцях з найбільшими глибинами, щоб відходи занурювалися на дно, звідки вони не можуть виноситися у верхні шари

водойми в результаті стратифікації вод. Використовують водойми з чистою водою. В забрудненій воді, до якої особливо чутлива молодь риби, суспензії утрудняють дихання, спричиняють зниження активності, живлення і зростання риби, можуть бути причиною їх масової загибелі.

Для розміщення садкових установок можна використовувати озера, водосховища, кар'єри, водойми комплексного призначення. Метод садкового вирощування може виявитися найдоцільнішим в порівнянні з іншими методами у водоймах, які важко осушити або обловити. У водоймах, де багато хижаків, в садках можна вирощувати молодь риби.

Основними показниками, які визначають придатність водойми для садкового рибництва і підбір об'єктів культивування, є глибина, течія, температура, концентрація у воді розчиненого кисню, рН, забрудненість, вміст органічних сполук та діоксиду вуглецю, нітритів, нітратів, амонійних сполук, сульфатів, хлоридів та ін. Обов'язковою умовою є також зручність під'їзду, можливість енергопостачання, наявність площ для берегової інфраструктури.

Ґрунти в місцях установки садків повинні бути щільними, краще піщано-кам'янистими. Проточність повинна становити не менше 0,1-0,5 м/с. Важливою умовою для вибору розташування садкового господарства є якість води в різну пору року. Вирішальне значення має надходження таких речовин як азот і фосфор, що значно впливають на евтрофування водойм, а також вміст у воді кисню.

При виборі водойми для створення садкового господарства враховують:

1. Здатність водойми або її частини повністю утилізувати залишки корму і екскременти, що надходять у воду. Отже, необхідно враховувати зв'язок між розміром і станом водойми, величиною рибної продукції і площею садків. З метою уникнення органічного забруднення для розміщення садкового господарства можна використовувати тільки одну тисячну частину площі водойми.

2. Водойми, в яких розміщуються садкові господарства, за фізико-хімічними і біологічними властивостями повинні повністю задовольняти фізіологічні потреби риби. В садках температурний і кисневий режими практично не відрізняються від режиму водойми, в якій вони розміщені.

3. Температурний режим води і вміст розчиненого кисню у водоймі, що використовується для садкового вирощування гідробіонтів, повинні знаходитися в межах оптимуму для об'єктів, що культивуються.

5. Активна реакція середовища рН повинна бути менша від 8. Слід уникати водойм з сильним цвітінням води, яке спричиняє зниження вмісту кисню і підвищує рН середовища до 9 і більше. Наслідком цього разом з іншими порушеннями життєдіяльності риб можуть бути опіки зябер. Особливо чутлива до лужного середовища форель.

6. Водойми, де розміщуються садкові господарства, не повинні забруднюватися отруйними речовинами промислових і побутових підприємств, гербіцидами та іншими отрутохімікатами, що застосовуються в сільському і лісовому господарстві.

7. Глибина води в місці установки садків повинна бути не менше 3-5 м. Мінімальна відстань між дном садків і дном водойми повинна бути 1 м.

8. Рекомендується встановлювати садки віддалік берегів водойми і чагарників підводної і надводної рослинності (не ближче 50 м від берега), де зазвичай концентруються проміжні господарі паразитів, вільноживучі стадії, а також кладки яєць. При установці садків за літораллю в декількох метрах над дном водойми, риби значно менше вражаються паразитами (діпlostомозом, аргульозом, іхтіофтіоріоз та ін.), в порівнянні з прибережною зоною.

Не слід розміщувати комплекси садків у водоймах, де у туводних риб спостерігається масове враження паразитами. При виборі водойми здійснюється обов'язковий іхтіопатологічний контроль. Необхідно стежити за санітарним станом садків, не допускати сильного їх замулювання і обростання.

9. Швидкість течії води в місцях установки садків повинна бути близькою до 0,5 м/с. При більш високій проточності підвищується плавальна активність риби, що негативно відбивається на їх зростанні і кормових витратах. Менша проточність супроводжується погіршенням абіотичних умов вирощування і накопиченням органічних відходів.

10. Необхідно встановити ретельний контроль за умовами вирощування і годівлі, своєчасно вживати заходи, необхідні для поліпшення умов утримання риби. Для годівлі слід використовувати повноцінні доброякісні корми відповідної рецептури. Необхідно виключити травмування риби при проведенні рибницьких процесів (контрольному зважуванні, пересадці, сортуванні тощо).

В садкових господарствах необхідно запобігати впливу несприятливих чинників. В першу чергу зниженню концентрації кисню у воді внаслідок цвітіння і розкладання фітопланктону, обростання садків і порушення водообміну, короткочасне підвищення температури води та ін., використовуючи аераційні установки. Можна застосовувати технічні засоби для підйому холодної води з глибинних шарів в літні місяці для зниження температури води, аераційні установки для збагачення води киснем. При виборі місця для споруди садкових господарств слід враховувати зручності під'їзду, наявність площ для розміщення підсобних і побутових приміщень, технічного устаткування, проведення рибницьких операцій.

Разом з перевагами садкові господарства мають і істотні недоліки, до яких відносяться: слабка керованість, неможливість постійного контролю за станом вирощуваної риби, не раціональні витрати кормів та ін. Садкові господарства – джерело значного органічного забруднення водойм. Необхідно наперед прогнозувати можливі зміни в екосистемі водойм, і ступінь її подальшого евтрофування залежно від обсягу вирощування гідробіонтів і граничного навантаження.

Потужність садкових господарств лімітується надходженням у

водойми великої кількості органічних речовин (продуктів обміну риб і залишків кормів). Це обмежує обсяги вирощування риби в конкретних акваторіях. При перевищенні обсяги виробництва виникає небезпека забруднення і евтрофування акваторії, де розміщується господарство. Тому при організації садкових господарств необхідно розраховувати об'єм очікуваного органічного скидання з урахуванням того, що він не повинен перевищувати здатність водойми до самоочищення.

Уникнути або значною мірою послабити ці негативні явища можна також за допомогою низки заходів – вибору оптимальної конструкції садків, щільності посадки, виду кормів, режиму годування та ін.

6.4 Біотехнологія садкового вирощування товарної риби в прісноводних водоймах (на прикладі форелі)

Зарибнення садків здійснюють в залежності від кліматичних умов району розташування водойми восени або весною. Зазвичай це середина або друга половина квітня.

Рибу доставляють до місця розташування садків живорибною машиною або у контейнерах. Вивантажують в транспортний садок або човен-проріз, які буксируються до плавучих садків. Можна вивантажувати рибу безпосередньо в секцію садка, підведену до причалу. В процесі транспортування риби до місця зариблення прагнуть якнайменше її травмувати.

Щільність посадки встановлюють прямим прорахунком або ваговим методом. Для зариблення потрібно використовувати тільки здоровий рибопосадковий матеріал. Риба повинна бути вгодованою, фізіологічно повноцінною, вільною від енто- і ектопаразитів.

Залежно від температурного режиму планують нормальний або подовжений цикли вирощування товарної форелі у садках.

Нормальний цикл вирощування триває з квітня по листопад (з жовтня-листопада по вересень-жовтень наступного року – цілорічний цикл). Подовжений цикл вирощування товарної форелі практикується у водоймах, де температура глибинних вод не менша за 2-3°C. При такому температурному режимі форель добре поїдає корм і росте. Вважається недоцільним вирощування форелі у водоймах з температурою глибинних вод 0,2-0,5°C.

При осінньому зарибненні маса цьоголіток повинна бути понад 5 г. Щільність посадки цьоголіток масою 5-10 г може досягати 500-600 екз/м³, а риб масою понад 20 г – 200-250 екз/м³. Така посадка дозволяє утримувати поверхню садків вільною від льоду навіть при температурі повітря –10-18°C.

За рахунок постійного руху риби і винесення глибинних вод, температура води не знижується за межі 2°C. За 120-130 днів зимового вирощування маса форелі зростає в 2-3 рази. Відхід не перевищує 1,5-2,0%. Весною щільність посадки знижують до 100 екз/м³. Вирощування форелі триває від 16 до 28 місяців.

На початку другого циклу вирощування форелі весною, маса річників при зарибненні садків повинна бути не менша ніж 30-40 г. Середня щільність посадки складає 80-100 екз/м³. У водоймах, де протягом тривалого періоду зберігаються сприятливі умови середовища, щільність посадки може бути доведена до 150-200 екз/м³.

Кінцева рибопродукція при щільності до 100 екз/м³ досягає 25 кг/м³, при щільності 200-250 екз/м³ – до 50 кг/м³. Відхід за період вирощування не повинен перевищувати 10%. Середня маса товарної форелі до середини жовтня повинна досягти 250 г. Тривалість періоду вирощування складає 150-180 днів. При масі річників форелі на початку вирощування меншій ніж 30 г цикл вирощування триває до 10-12 місяців. В цьому випадку слід зважати на більш високі відходи і витрати кормів.

У процесі вирощування форелі постійно контролюються гідрохімічний і температурний режими, рН та інші параметри середовища. Найбільш напружена ситуація виникає при вирощуванні форелі в південних регіонах, коли температура води в літній період підіймається вище 21-22°C. В цей період, в нічний час, можуть виникати явища задухи, що потребує наявності технічних засобів аерації води і насичення її киснем.

В місці установки садкових ліній, внаслідок надходження у воду біогенних речовин спостерігається більш високий ступінь евтрофікації. Це призводить тут до більш інтенсивного розвитку планктонних організмів, відмирання яких також може викликати зменшення концентрації кисню у воді і підвищення рН. Особливо це небезпечно в поєднанні з високою температурою води. Доцільно з початком підвищення температури переміщати садки на нові місця з більш інтенсивним водообміном.

Важливою складовою вирощування риб в садках є боротьба з обростаннями, які обмежують водообмін і викликають погіршення газового режиму. При сильному обростанні сітяного полотна рибу слід пересаджувати в чисті садки, а зарослі промивати і просушувати. Періодично необхідно контролювати цілісність сітяної частини садків і своєчасно ліквідувати розриви.

При подовженому виробничому періоді вирощування форелі, в зимовий період, передбачається наявність сполучення садків з берегом. В зимовий період слід стежити, щоб сітяна частина садків не обледеніла, бо садки можуть обірватися і затонути.

Контроль за темпом зростання форелі здійснюють шляхом зважування вибіркової проби кожні два тижні. Для профілактики хвороб необхідно один раз на тиждень перевіряти епізоотичний стан форелі. При появі ознак захворювання такий контроль здійснюється частіше.

Протягом виробничого циклу бажано проводити сортування форелі за розміром. Для цього в господарствах застосовуються спеціальне

обладнання. За добу до сортування риб припиняють годувати і зразу ж після сортування вони можуть поїдати корм не повністю. Кожне сортування веде до маніпуляційного стресу, травмування і падіння приросту риб. Тому сортування проводять якомога рідше.

Якщо форель росте відносно рівномірно, то перше сортування роблять тільки при досягненні частиною риб товарної маси, але при впровадженні сучасних технічних засобів сортування можна проводити кожні 1,5-2 місяці, що дозволяє економити корми і значно підвищує ефективність вирощування риб.

Склад, енергетична цінність, поживна якість і збалансованість штучних кормів в купі з технологією годівлі форелі мають вирішальний вплив на здоров'я, фізіологічний стан, показники зростання, вгодованість і якість м'яса риб.

Позитивних результатів можна досягти тільки при використанні повноцінних кормів (гранульованих або пастоподібних). В першу чергу повинні застосовуватися гранульовані корми, виготовлені за спеціальною технологією і рецептурою.

Сьогодні в лососевництві з великим успіхом використовуються штучні гранульовані корми зарубіжного і вітчизняного виробництва. Найбільш відомі корми фірми Aller («Aller Aqua» «Aller Aqua Silver» та ін.). Широко використовуються також корми компанії «ВіоМаг», які включають стартові корми «ІНІЦІО» і «ІНІЦІО Плюс», продукційні корми «ЕФІКО Енвіро» та «ЕФІКО Альфа», корми для плідників «ЕФІКО Дженіо» та ін. Значний інтерес становлять корми виробництва «Aquarex» в тому числі плаваючі корми «ASTET». Спеціальні корми «MerkeFish» для плідників форелі і лосося. Високоенергетична крупка для мальків форелі «TROCO CRUMBLE HE» та інші.

Менш широко застосовуються корми групи РГМ (РГМ-6М; РГМ-5В; РГМ-8В; РГМ- 2М та ін.). Корми РГМ вітчизняної рецептури

(розроблялися ще за часів Радянського Союзу) добре зарекомендували себе в рибництві, вони дешевші від зарубіжних аналогів, але мають вищий кормовий коефіцієнт і тому сьогодні не можуть повною мірою конкурувати із зарубіжними аналогами.

Більшість з перелічених сучасних штучних кормів забезпечує швидке зростання риб, високі кондиції та якість м'яса і низький кормовий коефіцієнт, що робить їх використання економічно доцільним.

Всі перелічені вище види штучних кормів відрізняються за своєю рецептурою, набором та співвідношенням компонентів, енергетичною цінністю та ін. Відповідно до сучасних вимог вони містять 40-48% протеїну (в основному тваринного походження), 8-12% жиру, 20-25% вуглеводів і близько 8-10% мінеральних солей.

Протеїн кормів збалансований за основними амінокислотами відповідно до потреби форелі. В кормі містяться всі необхідні вітаміни в певній кількості.

Личинок і мальків форелі годують спеціальною крупкою. Розмір гранул для риб масою до 50-70 г дорівнює 3 мм, масою понад 100 г – 6 мм.

Добовий раціон встановлюється згідно з кормовими таблицями з урахуванням маси форелі і умов середовища. Зазвичай при температурі 13-18°C задають 3-4% корму від маси риб, при температурі 20°C – 1% від маси, взимку при температурі 0,5°C, при щоденному годуванні – 0,5-1%. Корм задають мінімум 2-3 рази на день.

Крім сухих гранульованих штучних кормів в форелевництві іноді використовують пастоподібні корми. Їх готують безпосередньо на господарстві, іноді вони виступають як тимчасова заміна гранульованого корму.

При використанні пастоподібних кормів обов'язково до їх складу вводять премікс. За відсутності вітамінів вже через 90-100 днів спостерігається гальмування росту при зниженні харчової активності риб.

Добовий раціон пастоподібного корму (в % до маси тіла) встановлюється залежно від маси риби і температури води за відповідними таблицями.

Форель годують щодня, не влаштовуючи розвантажувальних днів, оскільки це може призвести до розладів у травленні і неповного засвоєння корму в наступні дні. Надмірно високий раціон при високій температурі або низькому вмісті кисню у воді призводить до підвищених кормових втрат і може супроводжуватися відходом вирощуваної риби.

При використанні сучасних збалансованих гранульованих кормів і технології годівлі (частота годівлі, активне залучення природних кормів, застосування автогодівниць та ін.) кормовий коефіцієнт (КК) зазвичай коливається в межах від 0,9-1 до 1,5-2,2, в залежності від марки і складу корму. При цілорічному циклі вирощування (включаючи зимове утримання форелі в садках) КК зростає до 1,5-3,5. Кормовий коефіцієнт для пастоподібного корму вищий, ніж для сучасних гранульованих кормів і складає зазвичай 3-5.

В результаті вирощування веселкової форелі в садках у прісноводних водоймах, на сучасних гранульованих кормах за оптимальних умов і правильному годуванні, за 3-4 місяці з цього літка масою 40-50 г вирощують риб масою 200-250 г і більше. При цьому відхід риби влітку не повинен перевищувати 10%.

В сучасній практиці лососевництва впроваджується спосіб вилову риби з садків за допомогою вакуумного всмоктування. Застосування такого методу дозволило створити нову технологію облову, сортування і відвантаження риби. Така сучасна технологія дозволяє знизити трудові витрати при значному збільшенні продуктивності праці і забезпечує можливість багаторазового сортування риби, що створює сприятливі умови для її зростання.

При промисловому вирощуванні риб в садках зростає роль профілактичних заходів, оскільки вживання терапевтичних заходів в цих

умовах дуже скрутне. Вирішальним чинником при промисловому вирощуванні форелі буде створення таких умов утримання, при яких зводиться до мінімуму внесення медикаментозних засобів. За несприятливих умов знижується опірність риби до захворювань.

При вирощуванні форелі в садках досить часто спостерігається її захворювання діпlostомотозом, іхтіофтиріозом, аргульозом і деякими інфекційними хворобами, розповсюдженню яких сприяє висока щільність посадки риби. При виникненні захворювань необхідно зменшити щільність посадки і проводити комплекс відповідних лікувальних заходів.

Для уникнення епізоотій рибопосадковий матеріал, що використовується для подальшого товарного вирощування, повинен пройти ветеринарний контроль і мати відповідні сертифікати. Призначена до перевезення риба повинна піддаватися попередній профілактичній санітарній обробці, а транспортування і пересадку слід проводити з дотриманням запобіжних засобів, не допускаючи їх травмування.

6.5 Вирощування риби в садках та ізольованих частинах морських і солонуватоводних акваторій

Один з перспективних напрямків садкового рибництва вирощування риб в садках в морських і солонуватоводних акваторіях інтенсивно розвивається в останні 30-40 років.

Великі перспективи має морське садкове рибництво в Азовському, Каспійському і Чорному морях. Сприятливі термічний і сольовий режими цих морських акваторій дозволяють створювати тут товарні садкові господарства, націлені в першу чергу на осетрівництво. В Балтійському, Баренцовому, Білому морях, а також в морях Далекого Сходу найбільш перспективні морські садкові лососеві господарства.

Високими темпами розвиваються морські садкові господарства в Норвегії, Швеції, Шотландії, Ірландії, Бразилії, Китаї, Японії, на Тайвані та в

багатьох інших країнах.

Найбільш перспективні великі промислові комплекси, до складу яких входять басейнові та прибережні садкові господарстві. Такі комбіновані товарні комплекси (басейново-садкові) можуть оснащуватися новітнім устаткуванням для годівлі, перевантаження, сортування риби, догляду за садками і басейнами.

Розвиток індустріальних методів у морському садковому рибництві дозволяє перейти від виробництва невеликих обсягів делікатесних риб (в першу чергу лососевих і осетрових) до їх масового товарного вирощування.

Пріоритетними залишаються питання товарного вирощування морських риб в природних акваторіях різного походження та цільового призначення з використанням природної кормової бази. Для забезпечення керованості процесу та підвищення промислового повернення товарної риби в світовій практиці досить широко використовуються різні типи гідротехнічних споруд.

Ізольовані за допомогою сітаних бар'єрів або насипних дамб ділянки заток, фіордів, шхер, лагун і лиманів, в яких успішно вирощують креветку, ханоса, кефаль та інші види риб.

Оскільки розробка технологій контрольованого вирощування морських риб залишається одним з пріоритетних напрямків розвитку марікультури, велика увага приділяється розробці методів їх контрольованого вирощування в ізольованих ділянках водойм на природній кормовій базі.

Відгородження прилеглих до берега акваторій морських заток і лагун проводиться за допомогою нейлонових, капронових або металевих сітаних полотен, закріплених на дерев'яних або бетонних палях. Нижня частина сітки утримується вантажами, а верхня на 0,5-1,0 м підноситься над рівнем моря.

В практиці сучасного рибництва добре відомий експеримент, коли на

Балтійському морі (Естонія) ділянку площею 1,5 га відгородили від моря за допомогою зрубової дамби. Між колодами залишалися зазори, а для заповнення ряжей використовували засипку з крупного каміння. Гребля такої конструкції не тільки захищає ізольовану ділянку від руйнації під дією хвиль, але і добре пропускає воду, що сприяє водообміну під час припливів і відпливів. Якщо природний водообмін не забезпечує нормального кисневого режиму, то застосовуються насоси або різні аераційні установки. Такий метод дозволяє використовувати для марікультури прибережні солонці, які раніше не експлуатувалися.

Аналогічні роботи, що проводилися в морських лиманах Дунайсько-Дністровського міжріччя України, показали свою високу ефективність при товарному вирощуванні кефалей.

Перші такі дослідження були проведені на Шаболатському лимані, де в 1993-1995 рр. невелику затоку відокремили від суміжної акваторії за допомогою сітяного бар'єра, закріпленого на 40 палях. Площа ізольованої ділянки становила близько 0,4 га., глибина – від 0,5 до 1,7 м. Щільність посадки річників кефалі - сингіля складала 1,5 тис. екз/га.

Вирощування кефалі проводили виключно за рахунок природної кормової бази. За 50 діб дворічки сингіля досягли середньої маси 105 г (від 76 до 118 г), що було цілком зіставне з ростом сингіля в природних акваторіях. Загибель кефалі в період нагулу не спостерігалась, а промислове повернення складало близько 80%.

В 1999-2002 рр. аналогічні роботи проводилися на Тузловських лиманах. У Приморську затоку (с. Базар'янка) площею 6,5 га., що сполучалася з лиманом Бурнас вузькою протокою (80 м), зайшло близько 3 тис. річників кефалі сингіля (90%) і лобаня (10%). В кінці серпня протоку, що з'єднує затоку з лиманом перекрили гардами. Промислове повернення товарної дволітки склало 71% (в Тузловських лиманах при пасовищному вирощуванні воно не перевищувало 5%). Середня маса товарної дволітки

сингіля в лимані, досягала 110, а у відгороджуванні 100 г, лобаня відповідно 480 і 350 г.

В 2002 р. затока Карачаус, зв'язана протокою, завширшки 200 м з лиманом Алібей, була відокремлена від решти акваторії насипною греблею, укріпленою дерев'яною шунтовою (аналог зрубової дамби). У липні-серпні на вирощування у відокремлену акваторію лиману було посаджено 12-13 тис. річників кефалі сингіля (90%) та лобаня (10%). У вересні в греблі був влаштований обловний устрій. Промислове повернення товарної кефалі склало близько 35% (при пасовищному вирощуванні в лимані до 3%).

Проведені дослідження свідчать про безумовну перспективність товарного вирощування морських риб в ізольованих ділянках водойм українського Причорномор'я. Така технологія рибництва широко застосовується в марикультурі багатьох держав і дозволяє, з одного боку, використовувати багату природну кормову базу водойм, з іншого, на всіх етапах контролювати процес вирощування і забезпечує високе промислове повернення об'єктів культивування.

Недоліками господарств вказаного типу є слабка циркуляція води в зарегульованих акваторіях, іноді висока каламутність води, наноси піску та мулу, особливо при штормах.

При примусовому водопостачанні відгороджених ділянок акваторії механічним шляхом слід враховувати досить високі експлуатаційні витрати, що може призвести до високої собівартості продукції.

Більш широко сьогодні для вирощування риби в морських акваторіях застосовуються садки різного типу і конструкції. Для установки садків найбільш придатні закриті (захищені) акваторії моря із значними глибинами й інтенсивною циркуляцією води для підтримки нормальної концентрації кисню у воді і винесення залишків корму і продуктів метаболізму риб.

Вирощування риби в індустріальних, нагульних морських господарствах

здійснюється із застосуванням штучних кормів при постійному контролі за станом середовища, вживанні профілактичних і лікувальних заходів.

Розрізняється декілька типів морських садкових господарства. Нагульно-вирощувальні господарства здійснюють вирощування молоді (рибопосадкового матеріалу) і товарної риби. Такі господарства найчастіше комбіновані садково-басейнові або садково-ставові.

Сьогодні найбільшого розповсюдження набули морські садкові господарства нагульного типу. Такі господарства мають садковий комплекс, в який входять садки різних типів: відсадні і карантинні, зимувальні, вирощувальні і транспортувальні, цех для виготовлення кормів, склад кормів; холодильник, склад устаткування, інвентарю і матеріалів; адміністративно-господарський та лабораторний корпуси, гаражі, пірс і плавзасоби. До складу комплексу входять, також і системи заякорювання садків на ґрунті, плавучі хвилеломи, засоби сигналізації. Акваторія, зайнята комплексом садків, повинна захищатися сигнальними буями і кольоровими сигнальними вогнями, що засвічуються вночі. Потрібно, щоб в господарстві були механічна і столярна майстерні, обладнані відповідним устаткуванням, компресорна та інші підрозділи.

При виборі місць для садкового господарства необхідно враховувати температурний режим, погодні і гідрологічні чинники. Місце установки садків повинно бути захищено від пануючих вітрів, але в той же час не настільки, щоб могла виникнути загроза задухи. Глибина і проточність води в районі розташування морських садкових баз повинні забезпечувати високий вміст кисню і винесення залишків корму та метаболітів. Слід уникати місць, зарослих водною рослинністю. Затоки з великим коливанням рівня води під час припливів і відпливів також непридатні для морського рибництва, особливо при використанні ставних садків і сітяних загородок.

Велику увагу при виборі місця слід приділяти кліматичним умовам, оскільки вони впливають на вибір об'єктів культивування і технологію їх

вирощування. При виборі місця розташування господарства в південних морях слід враховувати льодову обстановку. Так, північно-західна частина Чорного моря більш складна для форелевництва через льодостав і низькі температури води взимку. Тут в лиманах вирощування форелі, як і на півночі, можна робити тільки у весняно-літній період. Найсприятливішими в цьому відношенні є місця біля берегів Криму і Кавказу, де вирощувати форель можна протягом 7-9 місяців на рік, а зимова температура води в цих акваторіях що не опускається нижче 6-8°C, забезпечує високий темп зростання протягом всього періоду вирощування.

Найбільш підходять для садкового вирощування риби бухти і затоки, захищені від вітрів, хвилювання і сильних припливно-відпливних течій. Можна встановлювати садки у відкритих ділянках моря, особливо там, де 10-метрові ізобати підходять близько до берега, при умові, що поряд розташовані добре захищені бухти. Поєднання захищених заток, з близько розташованими глибоководними зонами дозволяє вирощувати посадковий матеріал в штормові періоди року в захищених ділянках бухт і заток а в спекотний період для запобігання перегріву і небезпечних захворювань утримувати рибу в садках в глибоководних зонах.

Вирощування риби в садках може здійснюватися тільки в чистій воді. Наявність у воді фенолів, солей важких металів та інших токсичних речовин в концентраціях, що перевищують гранично допустимі, роблять неможливим використання забруднених ділянок моря. При виборі майданчиків для берегових споруд потрібно враховувати можливість доставки кормів, рибопосадкового матеріалу, вивозу вирощеної продукції.

6.6 Вирощування райдужної форелі в морських садках

В морській аквакультурі значне місце займає товарне вирощування лососевих рибу, і в першу чергу райдужної форелі. Толерантність цього виду до солоності води дозволила створити нагульні морські господарства, де за

один-два сезони вирощують рибу масою до 1,5-2 кг. Це один з найперспективніших напрямів морського рибництва. Витрати на створення таких садкових господарств зазвичай окупаються протягом 2-6 років. Товарну продукцію можна одержувати вже у перший рік після вводу господарства в експлуатацію, поступово нарощуючи його потужність.

Райдужна форель здатна переносити солоність води до 25-35‰. В морській воді вона росте більш інтенсивно, ніж в прісній. З віком толерантність форелі до зростання солоності збільшується. Личинки витримують солоність 5-8, цьоголітки 12-14, річники 20-25, а доросла форель до 35‰.

Пересадку риб з прісної води в солону краще проводити весною (в березні-квітні) і восени (у вересні-листопаді), коли їх фізіологічний стан дозволяє легше пристосуватися до зміни солоності і температури води. Переводити в морську воду можна тільки повноцінну молодь, вирощену на якісних кормах, у якої відмінності в індивідуальних розмірах не перевищують 25-30%.

При культивуванні форелі в морській воді активізується обмін речовин і підвищується темп зростання, відбувається оптимізація фізіологічних процесів, в результаті якої поліпшуються апетит і засвоєння їжі, інтенсифікується білковий обмін, що пов'язано з глибокою морфо-фізіологічною перебудовою організму. При переводі форелі на вирощування в морських садках та інших установках, розташованих в прибережних акваторіях Чорного, Балтійського, Азовського і Каспійського морів, не виникає проблеми сольової адаптації риб, оскільки солоність вод в цих зонах (6-13‰) не виходить за межі адаптаційних можливостей цьоголіток масою 1-6 г.

При вирощуванні рибопосадкового матеріалу форелі підбирають ділянки з необхідною солоністю води або регулюють солоність в період аклімації шляхом подачі прісної води. В першому випадку технологічні процеси

можуть відбуватися в садках і басейнах, в другому – тільки в басейнах і установках з регульованими параметрами середовища.

Технологічні процеси в морському лососевництві мало відрізняються від таких у прісноводному форелевому господарстві. Особливістю є лише те, що в солоній воді збільшуються кормові затрати. Добова доза гранульованих кормів визначається у відповідності з кормовими таблицями.

При вирощуванні товарної риби садки і басейни зариблюють весною при температурі води 6-7°C цьоголітками масою 40-60 г або дворічками масою 300-350 г. Щільність посадки залежить від маси риби, температурного і гідрохімічного режимів водойми, планованої кінцевої маси товарної форелі. Обмежуючим чинником при виробництві форелі в морських садках є кінцева щільність, яка не повинна перевищувати 10-15 кг/м³. При більш високій щільності ймовірно виникнення захворювання форелі вібріозом.

Тому більш висока щільність посадки допустима тільки при обробці рибопосадкового матеріалу вакцинами проти вібріозу.

Режим переводу форелі з прісної води в морську, залежить від її маси, табл. 6.1. Цьоголіток масою близько 100 г після попередньої аклімації можна переводити на вирощування у воду океанічної солоності. Можна також вирощувати молодь в опріснених затоках або лиманах із стійким сольовим режимом, коли коливання солоності протягом доби не перевищують 3-4‰.

Щоб за сезон виростити форель масою 300-350 г, потрібно використовувати як посадковий матеріал, цьоголіток масою не менше 40 г.

В північній Європі перевага віддається вирощуванню форелі масою 1,0-1,5 кг і більше. Продукцію такого гатунку можна отримати при початковій масі рибопосадкового матеріалу 300-350 г. Такі риби легше, ніж дрібна форель, переносять підвищення температури води і більш стійкі до захворювань.

Для вирощування в садках слід відбирати здорову рибу, коефіцієнт вгодованості якої не менше 0,9-1,2, з високим вмістом гемоглобіну у крові

здоровою печінкою, яка має однотонне червонувато-коричневе забарвлення.

Перед перевезенням або початком вирощування посадковий матеріал сортують на 2-3 розмірні групи, щоб уникнути канібалізму або пригноблення дрібних риб більш крупними.

Таблиця 6.1 – Середня маса риб, яких можна без попередньої акліматизації переводити в морську воду

Солоність ‰	Маса, г
До 8	0,3
До 12	1,5
До 17	6
До 30	50

Щільність посадки риб при зарибненні садків залежить від маси посадкового матеріалу, температурного і газового режимів водойми, планованої кінцевої маси риб.

Оптимальною слід вважати таку щільність посадки, яка дозволяє одержувати максимальну рибну продукцію з одиниці площі садка при незначному відході і низькому кормовому коефіцієнті.

При низькій щільності посадки збільшується темп зростання риб і знижується її відхід, проте, кінцевий вихід продукції недостатній. Для риб з початковою масою 30-50 г у зв'язку з їх схильністю до бактеріальних захворювань щільність посадки не повинна перевищувати 2-3, риб масою 100 г – 4-5, а масою 200-300 г – 6-7 кг/м³.

В експериментальних умовах трирічки форелі (маса 200-300 г) добре ростуть при щільності посадки 14 кг/м³. Такі ущільнені посадки форелі можливі там, де риби протягом попереднього сезону вирощувалися і зимували в морській воді.

Важливим чинником є дозрівання форелі в морській воді. Текучі самиці і самиці були отримані як в Балтійському (при солоності 6-8‰), так і в

Чорному (при солоності 18‰) морях. Таким чином було доведено, що форель може повністю дозрівати в морській воді без витримки її перед нерестом в прісній воді. Це дозволяє перевести маточні і ремонтні стада в морські садки, виключивши відповідні категорії ставів і понизивши тим самим витрати прісної води. В морських садках умови середовища зазвичай ті ж, що і зовні. Навіть при повному штилі за рахунок руху риб, в садках відбувається водообмін з навколишнім середовищем, підтримується нормальний кисневий режим, забезпечується видалення екскрементів і залишків корму.

Особливу увагу при вирощуванні риб в садках потрібно приділяти стану сітаної частини, оскільки на бічних стінках і дні садків накопичуються органічні залишки, які сприяють зростанню нитчастих водоростей. Якщо обростання незначні, їх можна змити струменем води. При сильному обростанні садки висушують на березі і очищують від залишків обростань. Звичайно сітяну частину садків міняють один раз на місяць. Вживання просочення проти обростання дозволяє вдаватися до заміни і просушування садків тільки один раз на півроку.

6.7 Вирощування осетрових в морських садках.

Рибоводні осетрові заводи вирощують цьоголіток масою 2,5-3 г, непридатних для вирощування в морських умовах. При штормі такі мальки не здатні протистояти хвилям, притискаються до стінок садків, травмуються і гинуть. Тільки за виключно сприятливих погодних умов, коли протягом першого місяця вирощування відсутні штормові вітри і встановлюється сприятливий температурний режим, вирощування таких риб дає позитивні результати. Проте подібні умови складаються не часто, і тому для вирощування в морських садках бажано використовувати цьоголіток масою

не менше 5-10 г, яких попередньо вирощують у басейнах і привчають до штучного корму.

Об'єктами товарного морського осетрівництва в основному є бестер і білуга. Це дуже екологічно пластичні види. Бестер може жити при температурі води від 0,5 до 35°C. Оптимальною для нього є температура 18-25°C. Бестер легко пристосовується до солонуватоводних і морських акваторій. При вирощуванні бестера і білуги в морській воді мальків масою 2-3 г можна відразу, без попередньої аклімації, переводити в воду з солоністю 4-5‰. При більш високій солоності (7-8‰) необхідна 5-6-годинна аклімація риб. Цьоголітки масою 6-15 г виживають при солоності 11-12‰, а масою 40-50 г переносять солоність до 15‰, проте при солоності 20‰ гинуть протягом доби.

Мальки білуги масою 5-6 г при адаптації протягом двох тижнів добре переносять солоність 17‰. В морських садкових господарствах для вирощування осетрових риб встановлюють малькові, вирощувальні і нагульні садки.

Для вирощування цьоголіток бестера масою 5 г і більше використовують садки з вічком 5-6,5 мм, які забезпечують добрий водообмін. Оскільки мальки осетрових легко травмуються, слід обережно поводитись при їх відборі і транспортуванні. Всі маніпуляції (пересадку, транспортування та ін.) слід проводити тільки з голодною рибою.

В умовах півдня України на зимівлю осетрових переводять в прісноводні зимувальні коропові стави. Залишати садки на зимовий період в прибережній зоні ризиковано через сильні вітри і нестійкий льодовий режим.

В зимовий період риб не годують. За сприятливих умов утримання і своєчасному розвантаженні зимувалів, зниження маси за зимовий період не перевищує 5%. Якщо при підвищенні температури до 8-10°C риб не перевели на режим літнього вирощування, вони різко худнуть, що призводить до збільшення відходу. Годування риб в зимовий період (підтримуючий раціон

0,5-1,5% від маси) забезпечує високі виживання, вгодованість і зростання маси до 30%.

Після встановлення температури води 7-10°C, річників бестера або білуги пересаджують для товарного вирощування в садки площею 60-80 м² з вічком 6,5-12 мм. В розміщені в морі садки перевозять річників риби довжиною 25-30 см і масою 70-100 г. Норма посадки – 15-20 екз/м². Сезон вирощування триває з квітня по жовтень. Риби годують гранульованими або пастоподібними кормами. Дволітки бестерів в південних районах досягають середньої маси 700-800 г (деякі екземпляри – 1-1,5 кг) при виживанні 90%, середня маса тріліток 2-3 кг.

В північних районах цьоголітки бестера мають масу 40-60, дволітки – 200-280 г. В таких умовах бестер досягає товарної маси за три сезони вирощування.

Цьоголіток білуги масою 2-7 г вирощують в садках (2 x 1,5 x 1,5 м) з вічком 4-5 мм. Підрощену до 8-10 г молодь пересаджують у вирощувальні садки (5 x 3 x 2 м), з вічком 5-8 мм. Площа нагульних садків – 60-75 м² при глибині 2,5-3,0 м.

Вирощувальні і нагульні садки розміщують над глибинами не менше 3-4 м на відстані 300-800 м від берега. Зверху садки закривають сітчастою кришкою. Використовують стаціонарні або плаваючі садки. Зарибнення здійснюють мальками білуги масою понад 3 г, яких попередньо підрощують у басейнах або ставах. Оптимальна щільність посадки для риби масою 5-10 г складає 30-50 екз/м². В цьому випадку цьоголітки до кінця сезону досягають маси 70-120 г при виживанні 70%. Взимку білугу утримують у прісноводних зимувальних ставах. Товарне вирощування продовжують з квітня по жовтень при щільності посадки 15-20 шт/м². Кінцева рибопродуктивність може досягати 5-10 кг/м².

При вирощуванні товарного осетра в садках добові норми гранульованого корму повинні збільшуватись удвічі, оскільки втрата кормів

більш висока. При ручному годуванні частота роздачі корму не перевищує 10-12 разів у світлий час доби, при використуванні кормороздавача – до 24 разів на добу. Товарну рибу слід годувати не менше чотирьох разів на добу, при вживанні кормороздавачів – до 10-12 разів на добу.

6.8 Повносистемні садкові господарства

Найскладніший тип садкових господарств – повносистемні рибоводні господарства. В них здійснюється повний комплекс рибницьких заходів: формують і утримують маточні стада риб, отримують і інкубують ікру, підрощують личинок і мальків, вирощують посадковий матеріал (цьоголіток, дво- і три річок) і отримання товарну продукцію. В таких садкових господарствах вирощують рибопосадковий матеріал і товарну рибу, здійснюють контроль середовища і управління на всіх етапах розведення і вирощування об'єктів марикультури.

Яскравим прикладом господарства такого типу може служити рибницько-відтворювальний комплекс осетрових риб, розташований в Наріманівському районі Астраханської області в 45 км. від м. Астрахані. Господарство займається відтворенням і вирощуванням осетрових риб, здійснює повний цикл рибницьких робіт: формування, утримання й експлуатацію ремонтно-маточного стада плідників; отримання, запліднення і інкубацію ікри; підрощування личинок, мальків, цьоголіток; зимівлю і товарне вирощування старших вікових груп різних видів осетрових риб.

На відміну від інших типів господарств, всі підрозділи цього господарства розміщуються на понтонах і весь рибницький цикл відбувається «на воді», рис. 6.6. Водне середовище, в якому розміщені садки, за своїми температурними і гідрохімічними параметрами

максимально наближене до природних умов, в яких мешкають аборигенні види осетрових.

Завдяки цьому, а також якісним штучним кормам, що використовуються у господарстві, риба швидко набирає вагу, дозріває і дає якісну ікру.

Господарство у своєму складі має інкубаційний цех, змонтований на поромі, в якому розташовано 6 апаратів «Осетер», насоси для подачі води і апарати для знеклеювання ікри.

Зрілі статеві продукти отримують від плідників власного маточного стада на спеціальному понтоні. Там же відбувається запліднення ікри, яка для інкубації надходить в інкубаційний цех.

Від плідників власного маточного стада можливо отримання близько 2000 кг ікри на рік, яка може використовуватись для відтворення до 90 млн. шт. осетра, білуги і севрюги або для отримання харчової ікри.

Використовується технологія отримання ікри, прижиттєвим методом, що дозволяє зберегти самиць з метою подальшого багатократного отримання ікри.



Рисунок 6.6 – Загальний вигляд повносистемного садкового осетрового господарства.

6.9 Використання просторово ізольованих садків при вирощуванні риб в полікультурі

Полікультура – сумісне вирощування декількох видів риб, які відрізняються один від одного спектром живлення, широко використовується в індустріальному ставовому рибництві для найбільш повного використання кормової бази водойм. При сумісному вирощуванні риб досягається значна економія штучних кормів, що забезпечує зниження собівартості рибної продукції, і значно розширюється асортимент вироблюваної продукції.

У садковому рибництві неодноразово проводилися експерименти з вирощування риб в полікультурі в об'ємі одного садка. На жаль такі технології не набули поширення у зв'язку з тим, що основна мета – отримання максимальної рибопродуктивності – не була досягнута.

Це пов'язано з тим, що додаткові види риб, які знаходяться в садку, споживають коштовні комбікори разом з основними об'єктами вирощування, тим самим вступаючи з ними в конкуренцію. Не використаний кормовий ресурс (залишки корму, що опадає на дно водойми, екскременти та інша органіка), на використання якого і направлено формування полікультурі, споживається незначною мірою. В результаті основний об'єкт недоотримує необхідної кількості речовин і енергії для утворення продукції. Збільшення норм годування супроводжується посиленням обміну і виділенням більшої кількості продуктів життєдіяльності (екскременти, продукти азотного обміну та ін.), що погіршує умови вирощування риби. Збільшення кількості внесених кормів сприяє їх більшому споживанню додатковими видами риб, продукція яких не виправдовує витрат на її отримання.

Оскільки в садковому рибництві вирішальну роль відіграє годування риб, з екологічних позицій такі господарства можуть бути джерелом біогенного і органічного забруднення водойм. Щільні посадки риб на

вирощування і їх інтенсивне годування штучними кормами збільшують кількість органічних речовин у водоймі, де розташовуються господарства, тобто сприяють її евтрофікації. Рослиноїдні риби як ефективні біомеліоратори забезпечують істотне поліпшення санітарного стану водойм за рахунок споживання детриту, бактеріопланктону, залишків комбікормів, екскрементів і перифітону.

Вперше просторово-ізолювані садки для вирощування риб в полікультурі були використані нами в 1988-2002 рр. в ході сумісного вирощування кефалі: лобаня, гостроноса, сингіля і піленгаса (основні об'єкти), бичків : кругляка, пісочника і зеленчака та креветки (додаткові об'єкти) в умовах солонуватоводного Шаболатського лиману.

В ході вирощування кефаль годували пастоподібним кормом на основі рибного фаршу. Частина корму провалювалася крізь вічка великого (верхнього садка) і накопичувалась на дні. Це в значній мірі погіршувало екологічний стан водойми в місці установки садків. Враховуючи це, під основним встановили другий, додатковий садок. В нього були посаджені бички і креветка, які разом з донними безхребетними практично повністю утилізували всі залишки корму, екскременти та іншу органіку, що накопичувалась на дні під великим садком.

В результаті такого підходу окрім кефалі була одержана додаткова продукція – бички і креветка. Крім того, дно лиману під садками було практично повністю звільнене від органічних опадів.

Для реалізації донної концепції в умовах прісноводних водойм Р.А. Карачев і В.А. Власов зі співробітниками розробили і апробували спосіб вирощування риб в полікультурі при просторовій ізоляції основних об'єктів (осетрових риб) від додаткових (рослиноїдних риб). Це забезпечувало утилізацію детриту та інших кормових об'єктів, що накопичувалися на дні водойми в результаті інтенсивного годування.

У 2005-2006 рр. на базі рибницького господарства при ГРЕС-3 (м. Електрогірськ Московська область) в садках спеціальної конструкції, рис. 6.7, вирощували в полікультурі дворічок ленського осетра або бестера (основний об'єкт) і рослиноїдних риб (білого і строкатого товстолобиків, їх гібрида і білого Амура) як додаткові об'єкти.

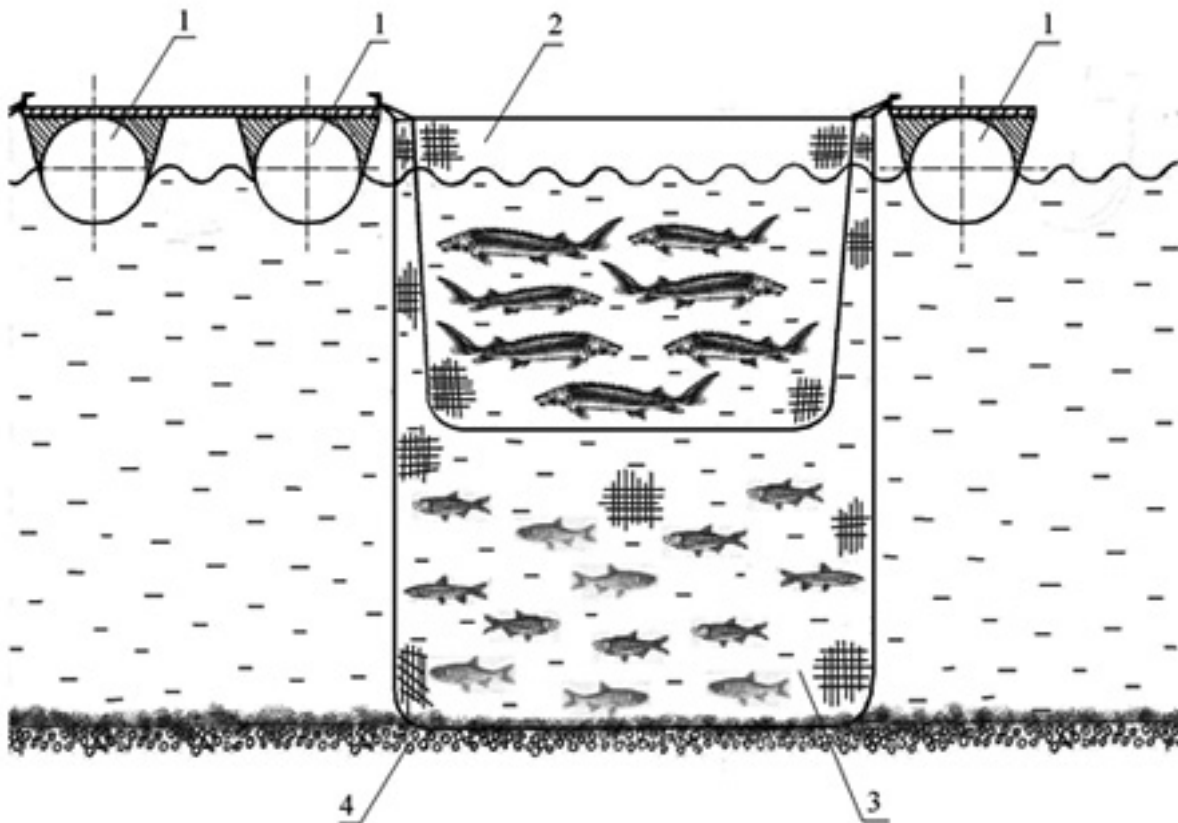


Рисунок 6.7 – Схема будови просторово-ізолюваного садка

1 – садкова понтонна лінія; 2 – малий садок; 3 – основний (великий) садок; 4 – дно водойми

Просторова ізоляція дозволяє запобігти споживанню рослиноїдними рибами коштовного комбікорму, який використовується для годування осетрових риб.

В процесі товарного вирощування осетрових за сезон може виділитися до 2 т екскрементів. Крім того, в процесі вирощування

втрачається близько 5% комбікорму. Вся ця маса органіки проходить крізь стінки садків і осідає на дно водойми забруднюючи його.

Використання просторової ізоляції риб при садковому вирощуванні в полікультурі дозволило отримати певний обсяг додаткової продукції за рахунок поїдання рослинніми рибами детриту, обростань і залишків корму, продуктів життєдіяльності риб, тобто всієї тієї органіки, яка зазвичай накопичується на дні водойми під садками. Тим самим, рослинні риби не тільки дають додаткову рибну продукцію, але і активно беруть участь в утилізації органіки, перешкоджають посиленій евтрофікації водойми.

Контрольні питання

1. В чому полягають переваги в експлуатації садків в порівнянні із ставами?
2. Які вимоги до розміщення садкових господарств?
3. Назвіть типи садкових господарств.
4. В чому полягають недоліки при експлуатації стаціонарних і занурених садків?
7. Від яких чинників залежить щільність посадки риби в садки на вирощування?
8. Як впливає розміщення садкових господарств на стан водойми?
9. В чому полягають переваги і недоліки морського садкового рибництва?
10. Назвіть об'єкти вирощування в морських садках.

VII БАСЕЙНОВІ ІНДУСТРІАЛЬНІ ГОСПОДАРСТВА

7.1 Загальна характеристика і принцип роботи індустриальних басейнових господарств.

Вирощувати рибу можна не тільки в ставках або садках, але і в басейнах. Басейнові господарства являють собою систему басейнів, в яких вирощують рибу різних видів (короп, форель, осетрові, сомові, тилапія та ін.) і віку при щільній посадці, великій проточності води та інтенсивному годуванні збалансованими кормами.

В порівнянні з вирощуванням у садках басейнове рибництво має як переваги, так і недоліки.

До переваг можна віднести більш високу керованість умов утримання і вирощування риби. У басейнах можна змінювати проточність, створювати сприятливий температурний і гідрохімічний режим. Вирощування риби у басейнах може тривати протягом всього року, особливо якщо вони розміщені під дахом.

Басейнові господарства відрізняються високою надійністю, можливістю повної механізації й автоматизації більшості рибницьких процесів.

На базі сучасних басейнових господарств може впроваджуватися оборотне водопостачання, системи очищення і регенерації води, що значно підвищує рентабельність таких підприємств.

До недоліків можна віднести те, що водопостачання басейнів здійснюється механічно за допомогою насосів, а це передбачає спорудження насосної станції та системи водозабору. Перед скиданням в природні водойми відпрацьовану, забруднену воду з басейнів необхідно очищати, що потребує будівництва очисних споруд.

Вирощування риби в басейнових господарствах проводиться при високій щільності посадки, що потребує постійного припливу води. Його припинення, навіть на нетривалий час, може призвести до повної загибелі

всієї вирощуваної риби. Тому в господарствах такого типу необхідно передбачити наявність резервної системи енергозабезпечення.

Все це здорожчує продукцію. Собівартість вирощеної в басейнових господарствах риби вища, ніж у садках приблизно в 1,5 рази, не кажучи вже про ставове рибництво.

Така специфіка індустріального басейнового рибництва вимагає вирощування дорогої делікатесної риби при високій щільності посадки.

Щільність посадки всіх видів риб розраховується так, щоб залежно від інтенсивності водообміну і ступеня очищення води рибопродуктивність становила від 20 до 100 кг/м³ (для осетрових з 1 м²) і більше.

На початку ХХ століття басейни використовувалися для вирощування декоративних акваріумних риб (в Японії, США, на Кубі та в деяких інших країнах). З середини минулого століття японські рибоводи почали використовувати басейни для вирощування коропа, вугра та інших видів риб.

В 60-ті рр. ХХ ст.. продуктивність басейнових господарств в Японії досягла 200 кг/м², що визвало значний інтерес до цього напрямку індустріального рибництва в усьому Світі. Пізніше рибницькі басейнові господарства набули широкого розповсюдження і в інших країнах.

Басейнові господарства поділяють на тепловодні, які використовують воду ТЕС, АЕС, ГРЕС, металургійних комбінатів та ін., і холодноводні, що використовують воду з природних джерел (рік, озер, водосховищ та ін.).

До найбільш перспективних треба віднести тепловодні індустріальні басейнові господарства. Такі комплекси можуть бути як закритого, так і відкритого типу.

На частку тепловодних басейнових господарств в Україні припадає понад 50% загальної виробничої площі, в Російській Федерації – близько 10%

Холодноводні (форелеві) басейнові господарства, як правило, спроектовані і функціонують на відкритому майданчику.

Багаторічний досвід індустриального рибництва в Київському тепловодному господарстві показав, що в басейнах з прямоточною системою водопостачання риби ростуть краще, ніж в садках. Рентабельність виробництва забезпечують правильний вибір об'єктів культивування і висока щільність посадки.

7.2 Обладнання індустриальних басейнових рибницьких господарств

Басейни можуть бути дерев'яними, металевими, зі скловолокна, пластмаси, бетонними або земляними. Бетонні і земляні басейни використовуються в основному в господарствах, створених на базі водойм – охолоджувачів або скидних каналів ГРЕС, АЕС.

В басейнових господарствах широко використовують басейни зі скловолокна і полімерних смол. Такі ємкості дуже міцні, стійкі до негативного впливу зовнішнього середовища і зручні в експлуатації. Мала вага і нестационарне встановлення дозволяють легко переміщувати пластикові басейни, змінювати композицію і конфігурацію вирощувальних ліній, що дуже важливо при зміні технологій, об'єктів вирощування, тощо.

Останнім часом у деяких Європейських країнах (Франція, Італія, Німеччина та ін.) почали широко застосовуватися басейни, вироблені з водостійкої фанери і вкриті поліетиленовою плівкою. Такі конструкції легкі і дешеві при виготовленні і здатні служити декілька років. Ще одна сучасна і перспективна конструкція – каркасні басейни з вкладишем з гуми, поліетилену або інших водонепроникних матеріалів, рис. 7.1.



Рисунок 7.1 – Каркасні басейни з вкладишем з водонепроникного матеріалу.

Форма басейнів також сильно варіює. Сьогодні, в основному, використовуються прямокутні басейни різної площі із співвідношенням сторін 1 : 4 і глибиною 0,5-0,7 м, рис. 7.2.



Рисунок 7.2 – Басейнове господарство обладнане пластиковими басейнами прямокутної форми

Для вирощування личинок і мальків часто використовуються круглі або квадратні басейни з закругленими кряями, рис. 7.3.



Рисунок 7.3 – Пластикові басейни круглої і квадратної форми

Кожен тип басейнів має свої переваги і недоліки. Так, круглі ємкості кращі від прямокутних, тому що в них немає мертвих зон, в яких скупчуються продукти обміну і не з'їдений корм. Перевага прямокутних басейнів полягає в ефективному використанні корисної площі рибоводних цехів.

В індустріальному басейновому рибництві Росії і деяких Європейських країн (Німеччина, Польща, Угорщина та ін.) для вирощування молоді йтоварного рибництва широко застосовуються «силоси», рис. 7.4. Це рибницькі басейни, діаметр яких менший від їх

висоти, тобто це місткості, в яких об'єм води збільшується за рахунок стовпа (шару) води, що забезпечує вирощування підвищеної кількості риби на одиниці площі.



Рисунок 7.4 – Рибоводні басейни типу «силоси».

Така конструкція має деякі переваги перед рибницькими ємкостями традиційної форми. Мала поверхня дна дозволяє значно економити площі при розміщенні господарств такого типу. Разом з тим за рахунок тримірності водного простору (об'єму) «силоси» мають більшу корисну площу для вирощування риби ніж басейни звичайної конструкції.

Експлуатуються «силоси» різних типів, форм, розмірів. Найефективнішими вважаються «силоси» з м'якої, міцної тканини – полівінілхлоридної плівки, армованої поліамідним або поліефірним волокном. Такі басейни вмонтовують в спеціальні каркаси. Вони експлуатуються до 10 років.

«Силоси» великого розміру виготовляють з твердого пластику або металу. Діаметр їх зазвичай перевищує 2-4 м, а висота 6-8 м, рис. 7.4. Бажано виготовляти їх з напівпрозорого склопластику (поліестру), що створює умови рівномірного розсіяного освітлення всього об'єму води.

Рівень води підтримують шлангом, який проходить із зовнішньої сторони. Водоподачу здійснюють лотком або трубопроводом. Обслуговування здійснюється з містків. Застосовуються «силоси» об'ємом 1,1-1,8 м³ (для молоді), 10-20 м³ і більше (нагульні).

Використання «силосів» у рибництві разом з економією і більш раціональним використанням площі для розміщення господарства, зменшує експлуатаційні витрати, підвищує продуктивність праці. Їх легко монтувати, вони мають можливість самоочищення від седиментів (їх каналізаційне устаткування розташоване вище за рівень підлоги).

Для басейнових рибницьких підприємств індустріального типу в СРСР був розроблений рибницький басейн у вигляді вертикальної циліндричної установки (ІУФ). В такому басейні на 1 м² площі можна було вирощувати до 200 кг форелі при витраті води 0,014 дм³/с на 1 кг маси риби. На жаль така конструкція не знайшла значного поширення у практиці рибництва.

Останніми роками з'явилися нові конструкції басейнів для культивування різних видів риб і безхребетних. Разом з тим, силоси придатні тільки для вирощування риб, які живуть і харчуються в товщі води (лососеві). Для вирощування донних риб (осетрові) басейни такої конструкції малопридатні.

В Європі на сучасних рибницьких підприємствах, що використовують теплу воду, широко використовують пластикові басейни різної форми, конструкції й розміру. Площа басейнів коливається від 10 до 100 м², але оптимальною для товарного вирощування більшості тепловодних риб – об'єктів культивування вважають ємкості площею до 50 м², а для

вирощування личинок і мальків – від 5 до 50 м².

У вітчизняних басейнових індустріальних господарствах в залежності від типу господарства, об'єктів вирощування, їхнього віку та фізіологічного стану використовують басейні площею від 1-1,5 до 50-100 м² і об'ємом від 0,5 до 18-20 м³.

В холодноводому рибництві (при вирощуванні лососевих риб) зазвичай використовують басейни площею від 100 до 500 м² і більше і об'ємом від 100-150 до 500-1000 м³.

Годівля риб в умовах басейнового вирощування – одна з найважливіших складових біотехнології. Раціональні витрати кормів, швидке зростання і значне зменшення частки ручної праці і відповідно підвищення рентабельності товарного вирощування риб забезпечує використання автоматичних годівниць.

Автоматичні годівниці для риб поділяються на два основні типи: – годівниці "Рефлекс", робота яких базується на рефлексах риби; – автоматичні годівниці, оснащені таймером часу, який пов'язаний зі спеціальним механізмом, що відповідає за дозовану роздачу корму в точно встановлений (запрограмований) час.

Годівниці "Рефлекс" широко застосовуються в усіх типах індустріальних рибних господарств, для годування риб різних видів, і віку різними типами гранульованих кормів.

Рыба швидко звикає до них, привчається користуватися і отримувати порції кормів, коли зголодніє.

Багаторічною практикою рибництва в садках, басейнах СОВ і УЗВ доведено, що годівниці типу "Рефлекс" заощаджують до 50% кормів. Принцип дії таких годівниць базується на природних рефлексах риби, яка зголоднівши сама тисне на маятник і одержує порцію корму.

Автоматичні годівниці обладнані таймером часу і спеціальним пристроєм, що розкидає корм. Такі годівниці спрацьовують точно у встановлений час.

Для зберігання запасу корму автоматичні годівниці обладнані спеціальними бункерами. В залежності від умов застосування автоматичні годівниці мають ємкість бункера від 10 кг до 1,5 т, рис. 7.5.



Рисунок 7.5 – Автоматичні годівниці типу «Рефлекс» з ємкістю бункера від 10 кг до 1,5 т) виробництва фірми «Bester»

Вони випускаються промисловою встановленими на спеціальних понтонах або без них і можуть кріпитися безпосередньо на басейнах або інших вирощувальних ємкостях.

7.3 Типи і принцип роботи індустриальних басейнових господарств

Басейнові господарства бувають холодноводними і тепловодними, нагульними або повносистемними. Басейни можуть розміщуватися на відкритому повітрі, під дахом (навіси), в легко каркасних або капітальних рибоводних цехах і в приміщеннях оранжерейного типу. Відтворювальні комплекси розміщуються тільки в закритих приміщеннях.

Як об'єкт вирощування в холодноводних господарствах найчастіше використовують веселкову форель, в тепловодних господарствах – корошових, осетрових, кларієвого сома, тилапію та інші види риб.

При басейновому вирощуванні риби застосовують високу щільність посадки (до 400 екз/м³ для товарного коропа і до 150 екз/м³ для товарної форелі).

Максимальній розмір риби, наприклад форелі, якого вона може досягти, не обмежується розмірами рибницьких ємкостей. Досвід вирощування форелі Дональдсона в басейнах розміром 2 x 2 x 0,5 м (при щільності посадки 40-60 екз. на басейн), рівні води 0,3 м і зміні води за 10 хвилин показав, що за три роки форель може досягти маси 3,2-4,3 кг. Таким чином, простір, принаймні при вирощуванні форелі, як правило, не є лімітуючим чинником. Проте при басейновому вирощуванні можна досягти такої щільності посадки, що будь-який з показників якості води стане лімітуючим для подальшого зростання риби.

Застосування високої щільності посадки і водообміну різко знижує потребу в площах і об'ємах для вирощування риби, а також скорочує протяжність водоплавних і водоскидальних мереж, але підвищує вимоги до рибницького устаткування, якості води, часто потребує проведення водопідготовки.

Годівля риби ведеться штучними повноцінними гранульованими кормами. Видалення продуктів життєдіяльності риби і залишків корму здійснюється шляхом інтенсивного водообміну.

Ефективність вирощування риби в басейнах багато в чому визначається інтенсивністю водообміну і якістю води. Водообмін забезпечується механічною подачею води, що пов'язано із значними витратами електроенергії. При цьому потрібно будівництво дорогих водозабірних споруд з насосною станцією, водопостачальних і скидних мереж, а також очисних споруд для очищення використаної у рибництві води перед скиданням у природні водойми.

Враховуючи це, найбільш актуальна задача всіх басейнових господарств – зниження об'ємів і вартості водоспоживання.

Зниження загального водоспоживання може забезпечуватись шляхом повторного використання води в циркуляційних рибницьких системах. В Німеччині були створені рибницькі промислові підприємства, в технологічній схемі яких вода використовується до 10 разів (надходження свіжої води складає всього 10% від загального водообміну).

Циркуляція води здійснюється одночасно із збагаченням її киснем. В найбільш сучасних і досконалих господарствах кожен басейн (або група басейнів) має самостійну, незалежну циркуляційну систему. Такий підхід значно покращує санітарні норми вирощування риби при високої щільності посадки і перешкоджає розповсюдженню епізоотії в разі її виникнення.

Середня норма водоспоживання в сучасних басейнових господарствах Європи складає $2,0 \text{ дм}^3/\text{с}$ на 1 ц вирощеної риби.

Результати вирощування риби в басейнах визначаються не тільки кількістю води, що надходить, але і гідравлічним режимом басейнів. Їх конструкція і система водоподачі повинні забезпечувати ламінарність потоку по всьому перерізу басейну. Час перебування забрудненої води в басейні і траєкторія її винесення повинні скорочуватись до мінімуму.

Інститутом «Гідропроєкт» була розроблена конструкція басейну, яка певною мірою задовольняє перераховані вимоги. Його розмір становить 6 х 3 м, ухил дна 1:100, глибина – 60-65 см. На дні басейну на відстані 3 см від

дна закріплені жалюзійні ґрати (на шталт другого дна). Відстань між окремими елементами жалюзі – 6-7 см. Ламінарність потоку води, що поступає, забезпечується перфорованою стінкою в головній частині басейну. Злив відпрацьованої води з басейну здійснюється через низову стінку шириною 2,5 м по всьому фронту. Донний збірник бруду обладнаний засувками, що працюють в автоматичному режимі.

Басейни такої конструкції використовувались в багатьох господарствах для вирощування форелі і деяких видів тепловодних риб, але значного поширення такі системи в індустріальному рибництві не знайшли. Причиною стала їх значна вартість, складність в обслуговування і низька надійність конструкції.

Теоретичною основою технології промислового виробництва риби є розробка методів оптимізації основних параметрів водного середовища – температурного і гідрохімічного режимів, водообміну, умов годівлі риби.

Одним з різновидів басейнового господарства є рибницьких господарства з регульованим температурним і гідрохімічним режимами. Технологія таких підприємств базується на оптимізації умов вирощування і цілорічній схемі відтворення і вирощування об'єктів культивування, що забезпечує рівномірне завантаження і постійну експлуатацію всього технологічного устаткування.

При визначенні оптимального температурного режиму як біотехнічних нормативів промислового вирощування риб необхідно враховувати не тільки вплив температури на рівень біологічних процесів в організмі риб і використання ними поживних речовин кормів, але і можливе погіршення гідрохімічного режиму, наприклад зниження вмісту розчиненого у воді кисню.

При оптимізації температурного режиму необхідно враховувати зв'язок температури води, кількості і якості кормів. Так, при вирощуванні цьоголіток коропа максимальний приріст спостерігається

при температурі води 30-32°C, використанні повноцінних кормових сумішей з високим вмістом протеїну (35-40%) і годівлі риб за поїданням (з надлишком).

При застосуванні для годівлі кормів з більш низьким вмістом протеїну, а також при недостатці кормів оптимальною буде нижча температура – 27-29°C. Встановлено також, що переважне накопичення протеїну в тканинах риби під час вирощування, відбувається при нижчій температурі, а жиру – при більш високому температурному режимі культивування.

Таким чином, регулюючи температурний режим в басейнах, можна створювати умови для інтенсивного зростання риб, формування біохімічного складу їх тканин і якості м'яса.

Останніми роками в багатьох країнах пострадянського простору при промислових підприємствах створюються рибницькі господарства з регульованим температурним режимом. Широкої популярності набули повносистемні басейнові господарства, на базі яких проводиться весь комплекс рибницьких робіт від вирощування рибопосадкового матеріалу до товарної риби. Такі індустріальні господарства працюють і виробляють товарну продукцію протягом всього року. В них широко використовується як проточна, так і напівпроточна або замкнена технологія. Такий підхід дозволяє збільшити обсяги товарного виробництва риби з одиниці площі басейнів в 3-8 разів і значно знизити собівартість продукції.

7.4 Інтенсивне рибництво на прикладі форелевого басейнового господарства

Сучасне форелевництво – високоінтенсивне господарство з концентрованим вирощуванням риби при забезпеченні оптимальних умов навколишнього середовища. Рівень інтенсифікації визначається: кратністю обміну води у вирощувальних басейнах, якістю і збалансованістю кормів, методами годівлі, ступенем механізації всіх технологічних процесів,

досконалістю біотехніки вирощування.

Найвищий рівень інтенсифікації забезпечує 10-кратний водообмін протягом години при максимальному розмірі вирощувальних басейнів до 500 м². Існують повносистемні і неповносистемні форелеві господарства.

Повносистемні господарства включають всі категорії ставів-басейнів (маточні, нагульні, вирощувальні), інкубаційний цех та інші споруди, що забезпечують весь цикл виробництва від ікри до товарної продукції.

Неповносистемними господарствами можуть бути відтворювальні комплекси, розплідники або нагульні господарства.

Основною продукцією відтворювального комплексу є запліднена ікра, підрощена личинка, рибопосадковий матеріал (цьоголітки або річники).

Залежно від кінцевої продукції та її обсягу змінюється структура господарства. До його складу включаються стави-басейни, призначені для вирощування ремонтно-маточного стада, рибопосадкового матеріалу, проведення селекційно-племінної роботи. До складу повносистемного господарства входить також інкубаційний цех, потужність якого розраховується таким чином щоб задовольняти тільки власні потреби в рибопосадковому матеріалі для подальшого вирощування товарної риби, або задовольняти ще і попит інших рибницьких господарств в заплідненій ікрі, личинці або підрощеному рибопосадковому матеріалі.

В розплідниках для вирощування рибопосадкового матеріалу використовують або привезену запліднену ікру, або ікру, отриману від власних плідників. Основну площу в таких господарствах займають вирощувальні стави-басейни або садки для вирощування рибопосадкового матеріалу. Відтворювальні комплекси і розплідники не пристосовані для вирощування товарної форелі.

До складу нагульних басейнових господарств входять ставки-басейни або садкові комплекси для товарного вирощування риби, а також необхідне допоміжне устаткування, складські і житлові приміщення, кормоцех та ін.

Рибопосадковий матеріал (цьоголітки, річники, дворічки) для нагульних господарств купують у розплідниках або в повносистемних форелевих господарствах.

Потужність форелевих господарств визначається можливими об'ємами водопостачання. Збільшення потужності вирощувальних форелевих господарств можна досягти шляхом каскадного використання води, або оборотної системи водопостачання, аерації таї оксигенації води, її часткового очищення від органічних речовин і механічного забруднення.

Виробничі процеси, які включає технологія розведення і вирощування форелі в повносистемному індустріальному форелевому господарстві, представлені на рис. 7.5.

Для безаварійної роботи господарства необхідна самотічна система водоподачі і незалежне водопостачання всіх вирощувальних басейнів. Виконання таких умов не завжди можливе у зв'язку з дефіцитом води необхідної рибницької якості і температури у великих об'ємах .

Вирішити ці проблеми дозволяє оборотне водопостачання. Його впровадження дозволяє будувати форелеві господарства використовуючи джерела малої потужності, оптимізувати параметри середовища, покращити якість води за рахунок її очищення.

При оборотному водопостачанні самотічне водопостачання частково замінюється механічним за допомогою насосів або ерліфтів. Попередня водопідготовка залежить від джерела водопостачання.

Серед різноманітних джерел можна виділити два основні типи: підземні (джерела, ґрунтові води, артезіанські свердловини) і поверхневі (річки, струмки, озера, водосховища, канали та ін.).

У форелевництві для забезпечення інкубаційних і малькових цехів зазвичай використовують переважно підземні джерела із стабільною температурою води. Проте вода в них бідна на кисень і містить велику кількість діоксиду вуглецю і заліза, тобто потребує перед використанням

попередньої водопідготовки.

Поверхневі джерела приносять велику кількість суспензій, мають значні добові і сезонні коливання температури. Містять велику кількість розчиненого кисню і діоксину вуглецю.

В період інкубації особливу увагу слід приділяти стабільності температурного режиму води. Часто для того, щоб утримати температурний режим на оптимальному рівні вдаються до підігріву, доводячи температуру води до оптимальних значень.

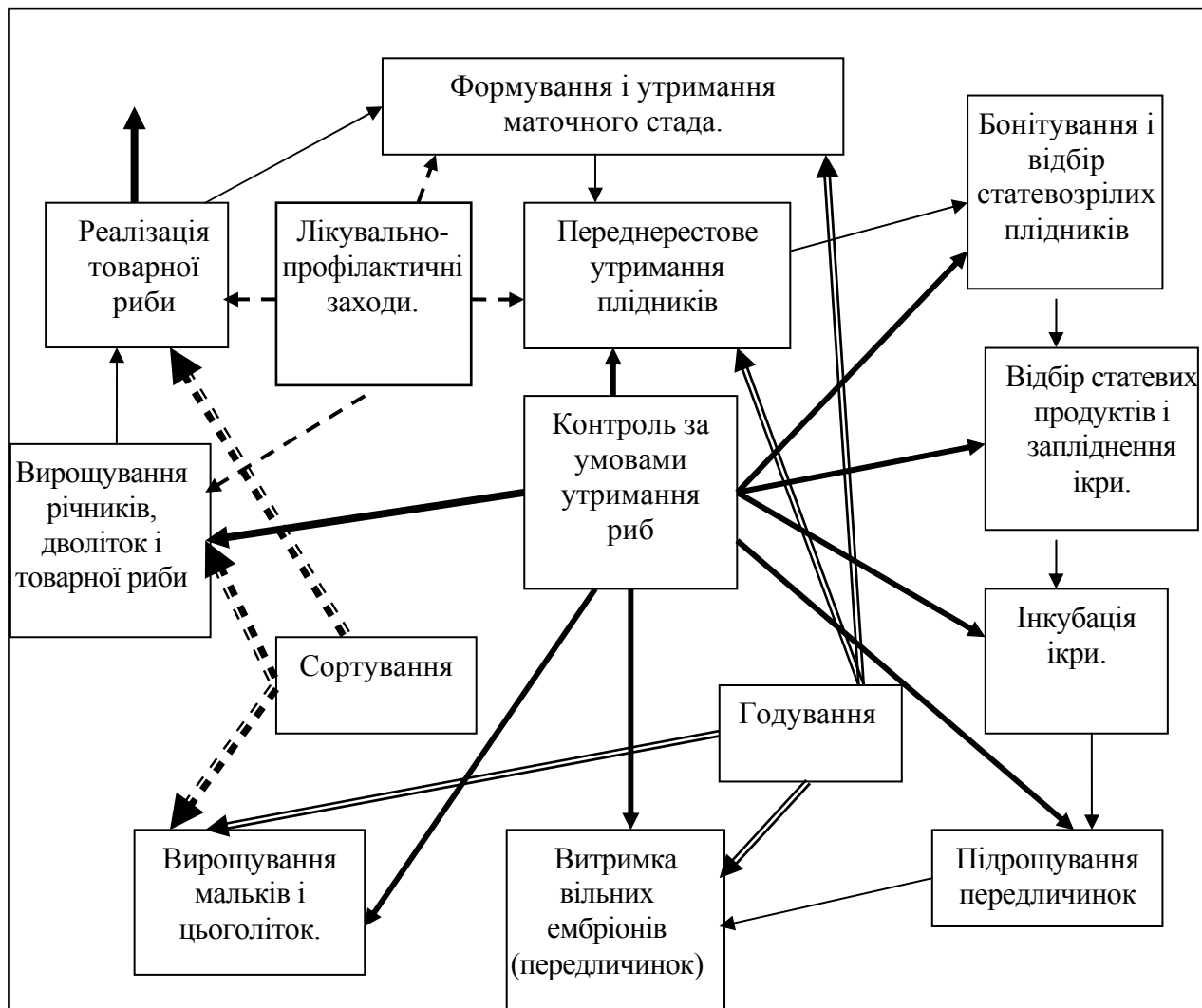


Рисунок 7.5 – Технологічна схема роботи повносистемного індустріального басейнового форелевого господарства

В умовах прямого водопостачання підігрів великої кількості води потребує значних витрат електроенергії і тому він економічно недоцільний. Тому підігрівають воду тільки для інкубаційного цеху. Постійно застосовують підігрів води лише при рециркуляційному водопостачанні.

Водопостачання форелевих господарств – один з найважливіших принципів інтенсифікації. За останні роки норми водопостачання форелевих господарств значно змінилися.

Якщо в діючих форелевих господарствах, побудованих до 1975 р. ще за часи Радянського Союзу, водообмін в басейнах здійснювався за 4-6 годин (4-6 разів на добу), то в кращих зарубіжних господарствах повна зміна води в вирощувальних басейнах сягала 72 і навіть 96 разів на добу, тобто кожні 20-30 хвилин. Такий рівень водозабезпечення став можливим при оборотному водопостачанні. Як правило, в сучасних індустриальних форелевих господарствах вода використовується від двох до чотирьох разів.

При однократному використанні на 1 $\text{дм}^3/\text{с}$ води в американських господарствах одержують 70 кг форелі, а при чотирикратному – 160 кг. При цьому інтенсивність водоподачі 1 $\text{дм}^3/\text{с}$ дозволяє довести щільність посадки форелі на товарне вирощування до 27,3 $\text{кг}/\text{м}^3$.

Товарна форель масою 200 г залежно від температури води споживає різну кількість розчиненого кисню і потребує різної витрати води. На основі аналізу прогресивних технологій форелевництва розроблені нормативи, що відповідають інтенсивним методам розведення і вирощування форелі. В них рекомендується зміна води у вирощувальних і нагульних ставах за 20-30 хв, а в малькових басейнах за 8-10 хв, що забезпечує отримання 50-60 кг рибпродукції з одного м^3 вирощувальної площі басейнів.

Максимальна щільність посадки цьоголіток форелі істотно змінюється в залежності від середньої маси, температури води і кратності водообміну.

В найкрупнішому форелевому господарстві (США) з площі ставів-басейнів 40000 м² одержують 600 т форелі або при загальній витраті води 4 м³/с, по 15 кг/м².

Рівень інтенсифікації у форелевництві разом з іншими чинниками, особливо годуванням, багато в чому визначається рівнем водопостачання або водообміном рибницьких ємкостей, і концентрацією розчиненого у воді кисню.

У сучасних ставових господарствах форель вирощують при відносно низькому рівні водообміну і низькій щільності посадки (навантаження) – 5-10 кг/м³ або 50-100 т/га.

Висока якість води, що використовується, може підвищити рівень інтенсифікації форелевництва в 10-15 разів. При водообміні 10-15 разів на годину реально отримати 150-160 кг форелі з 1 м³ вирощувальних басейнів. Це дозволяє вирощувати 100 т товарної форелі при навантаженні 10 кг/м³ на площі в 10000 м² або при навантаженні 150 кг/м³ на 700 м². Подальше підвищення рівня інтенсифікації форелевництва можливо при використанні технічного кисню. Оксигенація відкриває нові можливості інтенсифікації виробництва риби в індустріальному рибництві.

Якість води має важливе значення при вирощуванні форелі всіх вікових груп. Вода не повинна бути забрудненою хімічними речовинами, мати високу прозорість, помірну жорсткість.

Формування ремонтно-маточного стада починається з отримання та інкубації ікри, яку беруть у найкращих плідників з відмінним екстер'єром і чітко вираженими статевими ознаками. Вік плідників, використовуваних для відтворення, повинен складати для райдужної форелі 4-6 років (самиці), 3-4 роки (самці); для форелі камлоопс – 4-7 років (самиці), 3-4 роки (самці); для форелі Дональдсона – 3-4 роки (самиці), 2-3 роки (самці). В індустріальних басейнових тепловодних господарствах плідники можуть дозрівати на один рік раніше.

Як профілактичні заходи при підготовці води для інкубації використовують фільтри (вапняні, піщано-гравійні та ін.), а також для знезараження – ультрафіолетове опромінювання.

Маточне стадо комплектують з молодих особин першого нерестового періоду, оскільки в цей час майбутніх плідників можна оцінити не тільки за екстер'єрними ознаками, але і за якістю статевих продуктів. Маса відібраних риб повинна бути у райдужної форелі і форелі камлоопс не менша за 0,80-1,0 кг, у форелі Дональдсона – 1,5-2 кг.

При формуванні стада звертають увагу на темп зростання і плодючість риб, розмір ікринок і якість сперми. Співвідношення самиць і самців при переводі ремонту (молодих плідників) в маточне стадо в індустріальних басейнових господарствах повинно складати 1:5-1:10. Резерв самиць – 50, самців – 10 %.

Маточне стадо обновляють щорічно на 25-30 %. Для вирощування 100 т товарної форелі необхідно мати 1 т плідників.

Плідників вирощують в бетонних прямоточних ставах-басейнах площею 150-500 м² зі співвідношенням сторін 1:5-1:10. Середня глибина басейнів – 1,2 м, максимальна – 2 м, рівень води не нижчий ніж 1 м. Подача води повинна здійснюватися широким потоком з перепадом 20-40 см, що дозволяє достатньо насичувати воду киснем. При низькому вмісті кисню у воді, що надходить в басейни, на вході влаштовуються градильні або інші утворення, які істотно збільшують насичення киснем.

Щільність посадки плідників і старшої ремонтної групи залежить від умов вирощування і маси риб. Для риб масою 2-3 кг – 1 екз/м², масою 1-2 кг – 1-2 екз/м², для ремонту масою 400-600 г – до 10 екз/м².

Оптимальна температура води для утримання плідників та ремонту 12-16°C, насичення киснем повинно утримуватися на рівні 9-11 мг/дм³. Для ремонтних груп верхня межа температури протягом короткочасного періоду може сягати 22°C.

Для годування ремонтно-маточного стада використовують пастоподібні або гранульовані корми. Основу пастоподібного раціону може складати яловича селезінка або нежирна смітна риба з добавками продуктів тваринного і рослинного походження, вітамінів і антибіотиків. Добовий раціон пастоподібних кормів становить 2-4% від маси плідників.

Сьогодні пастоподібні корми в форелевництві використовуються не часто. Це пов'язано з дефіцитом складових для їх виготовлення (відходів з боєн, малоцінної риби та ін.), незбалансованістю за основними компонентами, трудомісткістю виробництва, високим кормовим коефіцієнтом, неможливістю застосування автоматичного годування, малим терміном придатності та ін.

Більш доцільно використовувати стандартні гранульовані корми. Низький кормовий коефіцієнт, збалансованість, високі поживні якості, тривалій термін зберігання, можливість використання автогодівниць, все це забезпечує швидке зростання риби і високу рентабельність виробництва.

Приріст риб ремонтного стада за сезон повинен бути не менше 500 г, а 4-5-річних плідників – до 400 г.

При облові і пересадці плідників визначають фізіологічний стан форелі. Це дозволяє правильно утримувати риб в переднерестовий період, коли відбувається остаточне формування і дозрівання статевих продуктів. Ці роботи краще проводити при температурі води 5-10°C.

Період нагулу при оптимальній температурі закінчується за 1,5 місяці, а при низькій температурі – за 3-4 місяці до нересту. В господарствах, де нерест відбувається в грудні-лютому, нагул форелі закінчується в кінці жовтня. Ці терміни залежно від температури води і інших умов можуть змінюватися.

У переднерестовий період відбувається формування і дозрівання статевих продуктів. Їх якість можна значно поліпшити, якщо в цей період забезпечити сприятливі умови утримання риб, перш за все – добру проточність і повноцінне живлення.

В переднерестовий період плідників утримують в бетонних ставах або басейнах площею до 200 м² із співвідношенням сторін 1:10-1:20 і глибиною 0,8-1,0 м. Високий рівень проточності під час переднерестового утримання плідників забезпечує кращу якість ікри і раннє їх дозрівання. Водообмін здійснюється за 20-30 хв. Температура води підтримується на рівні 6-12°C, вміст розчиненого у воді кисню – 10-12 мг/дм³. Щільність посадки – 30 кг/м². Рацион 0,5-1,5% маси плідників або 2-3% маси особин ремонтної групи. Плідників, що дозрівають (самиць і самців), треба утримувати окремо.

Тривалість нерестового періоду складає 2-3 місяці і більше. В цей час плідників багаторазово сортують за ступенем зрілості, що навіть при найбільш ощадному режимі призводить до стресу, тому в нерестовий період зустрічається багато травмованих особин з великою кількістю порожнинної рідини і крові. Для того, щоб запобігти хендлінгу (маніпуляційний стрес) перед відбором статевих продуктів застосовують анестезуючі речовини.

Підбір плідників за віком і якістю статевих продуктів істотно впливає на ступінь запліднення ікри, життєстійкість нащадків. Особливо це помітно в ембріональній і постембріональній періоди життя. В індустріальному рибництві кращі результати дає поєднання 3-4 – річних самиць з самицями другого нересту (3 – річними), хоча можливо використання і вперше нерестуючих особин.

Ікру і сперму від плідників одержують шляхом зціджування із застосуванням анестезуючих речовин.

Окрім відціджування плідників вручну існують і інші способи отримання статевих продуктів, наприклад за допомогою повітря. Для цього гіподермічну голку сполучену з насосом вводять нижче черевних плавців у порожнину тіла самиці. Поступово нагнітають повітря, і доспіла ікра вільно виходить через генітальний отвір. Після звільнення порожнини від ікри повітря обережно видаляють з тіла через трубку шляхом відсмоктування. Таким же методом одержують і молочка, тільки трубку вводять в статевий

отвір і сперма надходить в пробірку.

Штучне запліднення та інкубацію ікри здійснюють за загальноприйнятими в форелевництві технологіями.

7.6 Вирощування риб в тепловодних басейнових господарствах

У басейнових господарствах при використанні теплої води окрім форелі успішно вирощують коропа, осетрових, тилапії, каналного сома та деякі інші види риб.

Такі тепловодні басейнові господарства дозволяють отримати за 6-8 місяців вирощування з 1 м² басейну до 200 кг товарної продукції коропа, 30-50 кг осетрових і 150 кг каналного сома, до 500 кг кларієвого сома і 150 кг тилапії.

Крім товарного вирощування тепловодні басейнові господарства успішно використовуються для вирощування личинок, цьоголіток, ремонту та плідників. Завдяки постійно високій температурі води тут утворюються умови, що дозволяють отримувати в стислі терміни крупних риб різного віку при високій загальній рибопродуктивності.

В зимовий період при температурі води нижчій за 13-18°C в басейнах тепловодних господарств вирощують форель. Якщо у холодноводних форелевих басейнових господарствах, що використовують природні джерела води, за 7-8 місяців отримують до 100 кг/м² веселкової форелі, то в тепловодних господарствах за 1,5-3 місяці з цьоголіток масою 100 г вирощують товарну рибу масою від 0.7 до 2,5 кг при виході товарної продукції 50-100 кг/м³.

Технологічні рибницькі нормативи вирощування коропа, форелі і осетра в басейнах на теплій воді представлені в табл. 7.1

Таблиця 7.1– Технологічні рибницькі норми вирощування риб в басейнах

Показники	Короп	Веселкова форель	Осетрові
1	2	3	4
Вирощування ремонтного молодняка і виробників			
Площа басейну, м ²	10-20	10-20	10-30
Глибина басейну, м	1	0,8	0,8
Водообмін, мін	20-25	10-20	25-30
Температура води оптимальна, °С	25	16	23-27
Щільність посадки, шт/м ² :			
ремонту	20-50	10-20	5-40
плідників	7-10	20-25	2-4
Вирощування молоді			
Площа лотка-басейну, м ²	1-3,2	1-28	1-15
Глибина лотка-басейну, м	0,2-0,5	0,2-0,4	0,2-0,3
Температура води, °С	25-30	15-18	17-25
Водообмін, хв.	10-30	10-20	20-30
Щільність посадки, тис. шт/м ² :			
личинок	25-50	10-12	3-5
мальків (масою 0,3-1,0 г)	10-25	8-10	1-3
Продовження таблиці 7.1			
1	2	3	4
Тривалість вирощування, діб:			
личинок	6-7	10-12	10-12
мальків	8-15	25-30	40-50
Вирощування цьоголіток			
Площа басейну, м ²	3,2-10	4-20	4-20
Водообмін, мін	20-30	10-20	20-30
Глибина басейну, м	1	0,8	1
Температура води, °С	17-19	16	20-25
Щільність посадки, тис. шт/м ²	1	0,5	0,4
Виживаність %	95	85	90
Тривалість вирощування, міс	3-4	4-8	4-5
Кінцева маса риб, г	30-50	30-50	100
Рибопродукція, кг/м ³	до 50	12-22	35-40

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4
Вирощування товарної продукції			
Площа басейну, м ²	10-200	50	10-15
Глибина басейну, м	1	0,3-0,8	1
Температура води, °С	25-18	14-18	20-25
Водообмін, хв.	15-20	10-20	20-30
Щільність посадки річників шт/м ²	250-300	250	40-50
Вихід %	90	90	90
Кінцева маса риби, кг	0,5	0,2	0,7-2,5
Тривалість вирощування, міс	6	6	1,5-3
Рибопродукція, кг/м ³	110-140	50-100	25-50

Контрольні питання

1. В чому полягають переваги басейнового методу вирощування риби?
2. Які басейни і «силоси» використовують для вирощування риби?
3. Назвіть методи оптимізації параметрів середовища при вирощуванні риби в басейнах.
4. Які причини, зумовлюють необхідність вирощування риб при оборотному водопостачанні?
5. В чому полягають переваги і недоліки вирощування риб в СОВ?
6. Перерахуйте принципи очищення відпрацьованої води в СОВ.

VIII РОЗВЕДЕННЯ І ВИРОЩУВАННЯ РИБИ В УСТАНОВКАХ З ЗАМКНУТИМ ЦИКЛОМ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ (УЗВ)

8.1 Переваги, будова і принцип роботи установок із замкнутим циклом водозабезпечення.

Вирощування риб та інших гідробіонтів в установках замкнутого водопостачання (УЗВ) базується на повторному використанні води із застосуванням механічного і біологічного очищення. Така технологія може використовуватися для утримання і вирощування будь-яких об'єктів аквакультури (водоростей, ракоподібних, молюсків і риб) на всіх стадіях онтогенезу (від заплідненої ікри до товарної риби і плідників).

Сьогодні УЗВ широко використовуються як крупними промисловими підприємствами, так і невеликими фермерськими господарствами. Циркуляція води в системах із замкнутим водопостачанням відбувається з різною інтенсивністю. Спеціалізовані УЗВ, розміщені в критих будівлях, використовують для виробництва 1 кг продукції до 0,2 м³ свіжої води. Традиційні проточні басейнові системи (наприклад для вирощування форелі) використовують близько 30 м³/кг риби, а при переобладнанні в УЗВ – до 3 м³ свіжої води.

З екологічного погляду УЗВ безумовно прогресивний напрямок рибництва, оскільки в багатьох регіонах вода – обмежений ресурс. Завдяки малим об'ємам споживаної води в УЗВ, видалення з неї продуктів життєдіяльності риб дешевше і легше, в порівнянні з рибницькими господарствами, які використовують традиційні технології (ставові, басейнові). Тому, аквакультура в УЗВ – найбільш ефективний і екологічний метод сучасного рибництва.

Традиційне рибництво повністю залежить від зовнішніх умов (температура, солоність, і чистота і якість води, наявність в ній суспензій та ін.). В рециркуляційних установках вплив зовнішніх чинників практично

повністю виключається. Замкнутий цикл водопостачання дозволяє повністю контролювати всі параметри вирощування і від рибовода потрібні, в основному, навички управління УЗВ. Стабільні умови культивування роблять процес вирощування прогнозованим, передбаченим, що дозволяє планувати результати виробництва.

Важлива перевага рециркуляційних установок – можливість значного зниження патогенів, оскільки попадання в установку інвазійних захворювань з навколишнього середовища зведене до мінімуму внаслідок обмеженого використання води та її знезараження.

По суті, УЗВ досить проста система. З рибоводного басейну, де утримується об'єкт вирощування, забруднена вода надходить в механічний фільтр, звідти в біологічний фільтр, потім очищена вода аерується, з неї видаляють вуглекислий газ, знезаражують, після чого вона знов подається у вирощувальні басейни, рис. 8.1.

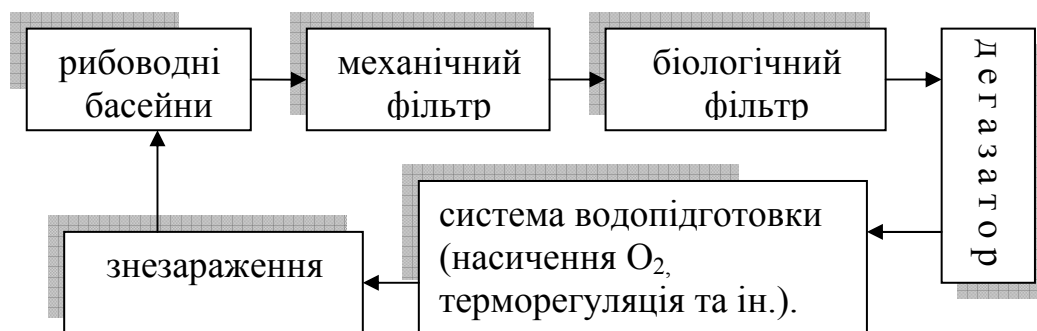


Рисунок 8.1 – Принципова схема рециркуляційної рибоводної установки.

Така рибницька система може включати ряд інших елементів, наприклад оксигенацію за допомогою чистого кисню, дезінфекцію за допомогою ультрафіолету або озону, автоматичну регуляцію рівня рН, температури (охолодження або підігрів), систему денітрифікації та інші додаткові опції, залежно від об'єкта вирощування і конкретних умов

біотехнології, що використовується.

8.1.1 Рибницькі басейни

Розміри, форма і глибина рибницьких (вирощувальних) басейнів, які використовуються в УЗВ, повинні відповідати біолого-фізіологічним потребам об'єктів вирощування. Басейни різної конструкції і форми мають різні властивості і переваги, табл. 8.1.

Правильний вибір розміру, форми, глибини і здатності басейнів до самоочищення мають вирішальне значення для ефективності вирощування. Якщо риба веде придонний спосіб життя, найбільш важливою є площа поверхні, а глибина води і швидкість течії можуть бути знижені (камбалові, морський язик та ін.). Для активних пелагічних видів переважне значення має великий об'єм води і високі швидкості течії.

Таблиця 8.1 – Оцінка якостей басейнів за п'ятибальною шкалою

Властивості басейнів	Форма басейнів		
	Кругла	Овальна	Прямокутна
Здатність до самоочищення*	5	4	3
Мінімальний час перебування твердих частинок	5	4	3
Контроль і регуляція насичення води киснем	5	5	4
Використання простору	2	4	5

* 5- Найвища оцінка

Використання круглих басейнів і басейнів із закругленими краями забезпечує активне винесення органічних частинок, а весь водяний стовп в

таких ємкостях обертається навколо центра. Ефективним засобом контролю течії в таких басейнах є вертикальний водозабір.

Прямокутні басейни мають меншу здатність до самоочищення, але більш компактні в порівнянні з круглими при розміщенні в цеху.

Овальні басейни – проміжний тип між круглими і прямокутними. Вони суміщають достатньо високу здатність до самоочищення і компактність, але на практиці використовуються рідко.

Контроль і регуляція вмісту розчиненого кисню у воді круглих басейнів або в інших подібних конструкціях здійснюються відносно просто, оскільки водяний стовп постійно перемішується, і концентрація кисню практично однакова у всьому об'ємі водної маси ємкості. Це дозволяє легко регулювати і контролювати вміст кисню у воді, що дуже важливо при використанні інтенсивних технологій і високій щільності посадки.

У прямокутних басейнах вміст кисню завжди вищий в місці водоподачі і нижчий у водостоку. Це створює різні умови для вирощування риби. Вимірювання концентрації кисню у воді таких басейнів завжди проводять в зоні його мінімальної концентрації, тобто поблизу водостоку. Градієнт концентрації кисню у воді таких басейнів утруднює регуляцію його насичення в системі.

Водостоки басейнів захищають спеціальними ґратами. Їх конструкція повинна забезпечувати якнайповніше видалення відходів і повністю виключати можливість виходу риби з системи. Вирощувальні басейни можуть забезпечуватись датчиками для контролю за зміною рівня і температури води, концентрацією розчиненого кисню й іншими гідрохімічними параметрами, системою аварійної сигналізації та оксигенації.

8.1.2 Відходи рибництва.

Основне джерело забруднення системи УЗВ – відходи корму, метаболіти і екскременти, що потрапляють у воду в процесі вирощування риби. Для годування риб в рециркуляційних установках використовують високоенергетичні, збалансовані штучні корми, виготовлені спеціально для конкретних видів риб.

Для оцінки потужності блоку очищення і водопідготовки УЗВ необхідно знати, які відходи і в якій кількості виробляються в процесі культивування того або іншого об'єкта вирощування.

Органічне забруднення води в системах пов'язано з надходженням білків, жирів і вуглеводів. Його інтенсивність можна оцінити за рівнем біохімічного або хімічного споживання кисню (БПК і ХПК відповідно), а абсолютна величина при виробництві 1 кг риби визначиться з урахуванням кормового коефіцієнта. При цьому передбачається, що відносний вміст білків, жирів і фосфору у вирощуваній рибі і кормі не змінюються.

В УЗВ рекомендується використовувати тільки спеціалізовані, видоспецифічні сухі корми. Необхідно уникати застосування смітної риби в будь-якій формі, оскільки вона сильно забруднює систему і значно підвищує вірогідність зараження різними захворюваннями.

Використання сухих кормів є безпечним. Їх перевага також полягає в тому, що їх склад якнайбільше відповідає біологічним потребам конкретного виду риб, що вирощуються в системі, а незасвоєна частина раціону мінімальна. Сухі корми вносять у формі гранул, розмір і склад яких строго відповідає виду і етапу розвитку риби. На цій основі розробляються спеціалізовані корми: стартові, продукційні, для ремонтно-маточного стада та ін.

Висока ефективність використання штучних видоспецифічних кормів в УЗВ зводить до мінімуму кількість відходів, що виділяються у

навколишнє середовище. Це в свою чергу, знижує навантаження на водоочисні системи.

У професійно керованій, збалансованій системі весь корм, що задається, з'їдається рибою. Це мінімізує забруднення, знижує кормовий коефіцієнт (КК), підвищує рентабельність виробництва.

Розроблені спеціальні штучні корми, призначені для використання в УЗВ. Їх склад забезпечує максимізацію засвоєння протеїнів і зводить до мінімуму виділення аміаку у воду.

Як вже було відзначено вище, відповідно до балансової рівності Г.Г. Вінберга енергія раціону (Р) включає незасвоєну частину – екскременти і метаболіти (Н). Незасвоєна частина раціону становить близько 20%, яка разом з нез'їденим кормом і утворює навантаження органічних сполук на блок очищення – механічні і біологічні фільтри.

Значна частина енергії раціону може використовуватися на розвиток статевих продуктів (генеративний обмін Пг) і на рух (активний обмін А). Таким чином, для успішного функціонування системи і отримання максимально можливої продукції при мінімальних витратах, ці складові (Н, Пг і А) повинні бути зведені до мінімуму.

8.2 Очищення води в УЗВ

Це найважливіша частина установки зі зворотним водопостачанням. Блок очищення, який саме і відповідає за видалення з відпрацьованої, забрудненої води різноманітних забруднювальних речовин, складається з системи механічних і біологічних фільтрів, які видаляють з води механічні частинки і токсичні, розчинені у воді метаболіти. Іноді в такі блоки включається, також відстійник, де відбувається осадження зважених частинок органіки.

Принцип роботи всіх блоків очищення однаковий. Різняться вони тільки за конструктивними особливостями і відповідно за ефективністю очищення води.

8.2.1 Механічна фільтрація

Як показує досвід, механічна фільтрація води, що витікає з вирощувальних басейнів, є практично єдиним методом видалення органічних відходів. Сьогодні для механічної фільтрації в УЗВ широко використовуються так звані «мікросита», забезпечені фільтрувальною тканиною з розміром пор 40–100 мкм. Найбільш широко використовуваний тип мікросит – барабанний фільтр, конструкція якого забезпечує м'яке видалення частинок із забрудненої води.

Принцип дії барабанного механічного фільтра достатньо простий і високоефективний, рис. 8.2. Забруднена вода (1), що надходить в барабан, проходить крізь фільтрувальні елементи (2). Процес фільтрації забезпечує різниця рівнів води всередині і поза барабаном (3). Тверді частинки затримуються на фільтрувальних елементах і внаслідок обертання фільтра підіймаються до зони зворотної промивки. Промивальні форсунки, розташовані із зовнішнього боку фільтрувальних елементів, забезпечують розпилювання води і вимивання видаленої з води органічної речовини з фільтрувальних елементів в шламовий піддон (4). Шлам витікає самопливом разом з водою з фільтра і видаляється для зовнішнього очищення стічної води (5).

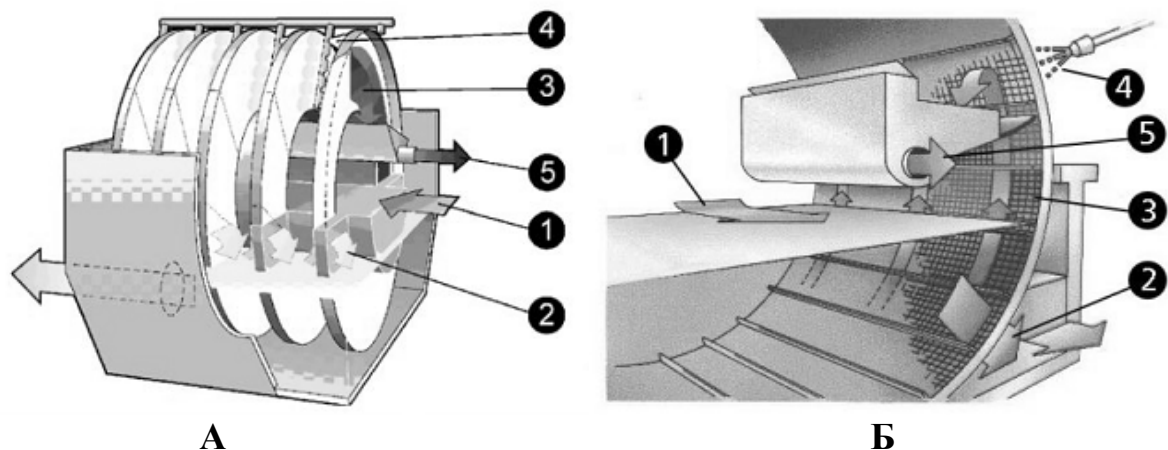


Рисунок 8.2 – Конструкція і принцип роботи дискових (А) і барабанних (Б) фільтрів для механічного очищення води

Фільтрація з використанням мікросит має наступні переваги:

- зниження органічного навантаження біофільтра;
- підвищення прозорості води внаслідок видалення з неї дрібних органічних частинок;
- поліпшення умов нітрифікації, оскільки біофільтр не забивається;
- стабілізуюча дія на процеси біофільтрації.

Органічні частинки – це нерозчинені залишки корму і екскременти, що надходять в систему в результаті годування риб і процесу їх життєдіяльності. Частинки повинні переміщатися швидко і обережно віддалятися з системи.

Ефективності фільтрації при використанні барабанних фільтрів Hydrotech Drumfilter з фільтрувальною тканиною 60 мкм для різних видів рибницьких господарств наведені в табл. 8.2

Вибір фільтрувальної тканини ґрунтується на даних про вміст частинок різних фракцій (різного діаметра) у воді, що очищується. Чим менші частинки, тим дрібніший розмір вічка фільтрувальної тканини.

Використання її в гравітаційних фільтрах забезпечує дуже тонке очищення води.

Таблиця 8.2 – Середня ефективність фільтрації.

Показники	Круглі басейни	Овальні	Ставові системи
Сумарний Р, %	70-80	50-70	30-50
БПК, %	70-80	60-70	40-60
Завислі речовини, %	80-90	60-80	40-60
Сумарний N, %	20-50	20-40	20-40
NH ₃ /NH ₄ ⁺ , %	–	–	–

Стандартний діапазон фільтрації для барабанних механічних фільтрів складає 20-100 мкм. Оскільки щільність завислих частинок в УЗВ зазвичай не перевищує 1,1-1,2 г/см³, осадження неефективне.

Єдине ефективне рішення – фільтрація. Система фільтрації достатньої потужності здатна видаляти близько 50% органіки, решта її розчиняється і повинна поглинатися і розкладатися на біологічному фільтрі.

Навантаження органічних сполук на біологічний фільтр призводить до зростання бактерій, а абразія, викликана інтенсивним наростанням біоплівки, знижує турбулентність води. За наявності в системі мікрофільтра більшість твердих частинок видаляється. Завислі частинки присутні у вигляді малих частинок мертвих бактерій, менших ніж 20 мкм, рис. 8.3.

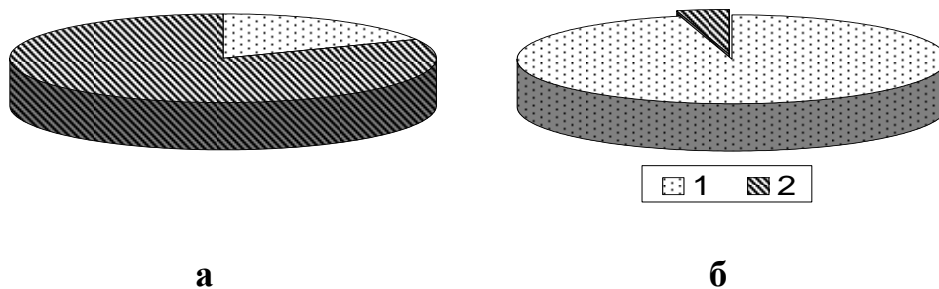


Рисунок 8.3 – Вміст мікрочастинок розміром < 20 мкм (1) і > 20 мкм (2) у воді при очищенні без мікрофільтра (а) і з мікрофільтром (б)

Осад, який збирається мікрофільтрами, виводиться з системи. При цьому витрата води на промивку сит залежить від розміру вічка фільтра, табл. 8.3.

Таблиця 8.3 – Відносна витрата води барабанним механічним фільтром в залежності від розмірів вічка

Розмір вічка фільтра, мкм	30 мкм	60 мкм	100 мкм
Подача води, $\text{дм}^3/\text{кг}$ корму	200	100	50
Частка оборотної води, %	0,23	0,11	0,06

Витрата води і частка рециркулюючої води, які використовуються для промивки, зменшуються із збільшенням розміру вічка, з 200 до 50 $\text{дм}^3/\text{кг}$ корму і з 0,23 до 0,06% внутрішнього потоку. Витрату води можна ще зменшити, якщо допустити деяку концентрацію осаду в системі.

У рециркуляційній установці мікрофільтрація є інтегрованою частиною всієї системи очищення, рис. 8.3.



Рисунок 8.3 – Механічний барабанний фільтр промислової УЗВ

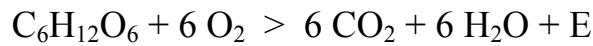


Рисунок 8.4 – Механічний барабанний фільтр встановлений на водоподавальному каналі рибницького господарства

Мікрофільтри можна також встановлювати на впускних каналах для підвищення якості води, що надходять, або на водовипуску індустриальних ставових і басейнових господарств для зменшення кількості твердих частинок, які потрапляють у водойми, рис. 8.4.

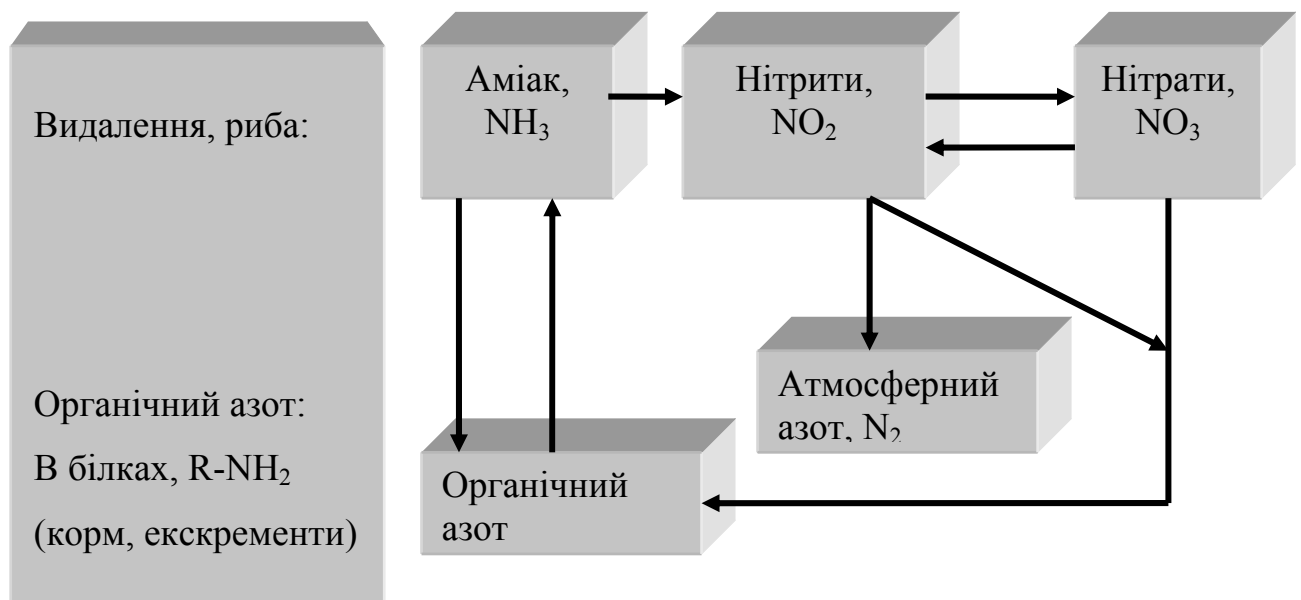
8.2.2. Біологічна фільтрація

Механічний фільтр не видаляє всі органічні речовини. Найдрібніші частинки і розчинені речовини (фосфати або нітрати) проходять крізь нього. Розкладання біологічних матеріалів – білків, жирів і вуглеводів позначається терміном біологічне споживання кисню (БПК)

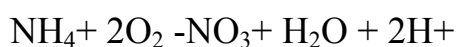
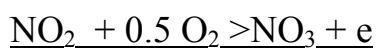


(глюкоза + кисень > вуглекислий газ > енергія)

Розкладання органічної речовини і аміаку – біологічний процес, що здійснюється бактеріями в біофільтрі. Гетеротрофні бактерії окисляють органічну речовину, споживаючи при цьому велику кількість кисню і виділяючи вуглекислий газ, фосфати, аміак і шлам.



1. Нітрифікація
2. Денітрифікування
3. Імобілізація азоту, рослинних бактерій і грибків
4. Амоніфікація



(для повного окислення 1 г NH₃ потрібно 4,6 г O₂)

Фосфати – інертні речовини без токсичного ефекту. Азот у формі вільного аміаку (NH₃) токсичний і повинен перетворюватися на

нешкідливий нітрат. Цей процес в біофільтрі забезпечують автотрофні нітрифікуючі бактерії. Як джерело енергії вони використовують неорганічний компонент – аміак, який шляхом окислення перетворюється на нітриту, а потім на нітрата. Процес нітрифікації також потребує великої кількості кисню.

Ефективність роботи біофільтра головним чином залежить від температури, табл. 8.5, і рН води в системі. Найефективніше нітрифікація протікає в діапазоні температури 10-35°C (оптимум близько 30°C).

У свою чергу, температуру води необхідно підтримувати на рівні який забезпечує високу швидкість росту об'єктів культивування. Цей діапазон видоспецифічний і часто не співпадає з оптимальними умовами нітрифікації.

Таблиця 8.5 – Залежність інтенсивності нітрифікації від температури води

Температура, ± °C	5	10	15	20	25
Нітрифікація (г NH ₄ – N/м ² д)	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0

**Дані наведені для оптимальних умов при заданій температурі.*

Рівень рН нижчий від 7 знижує ефективність роботи біофільтра, а вищий за 8 призводить до зростання кількості вільного аміаку (NH₃), що підвищує токсичний ефект. Рівновага між цими двома протилежними діями досягається при рівні рН в межах 7,0- 7,5.

Значення рН в рециркуляційних системах залежить від концентрації CO₂, який виділяється об'єктами вирощування і нітрифікуючими бактеріями в процесі роботи біофільтра. Вуглекислий газ (CO₂) видаляється за допомогою аерації води, одночасно відбувається дегазація.

В процесі нітрифікації також утворюється кислота (H^+), що знижує рівень рН. Тому, в промислових установках для стабілізації рН зазвичай використовують вапно (гідроксид натрію).

Риби виділяють суміш аміаку NH_3 з амонієм (NH_4^+). При температурі $20^\circ C$ і рН нижче 7 токсичний аміак відсутній, але, у міру збільшення рН, його рівень швидко росте.

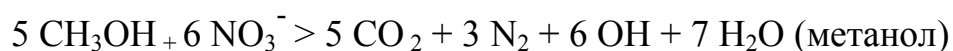
Як правило, аміак токсичний для риб при рівнях вищій за $0,02$ мг/дм³. Нітрити (NO_2^-), що утворюються як проміжний продукт в процесі нітрифікації токсичні для риб при рівнях вищій за 2 мг/дм³.

Якщо риби, що утримуються в УЗВ, хапають повітря з поверхні води при високій концентрації кисню, причиною може бути підвищений вміст нітритів. При високій концентрації у воді нітрити потрапляють через зябра в кров риб, де перешкоджають поглинанню кисню. Додавання у воду солі, навіть при мізерній концентрації ($0,3\%$) блокує поглинання нітритів.

Нітрати – кінцевий продукт нітрифікації, вважаються нешкідливими для гідробіонтів, але при високій концентрації (понад 90 мг/дм³) уповільнюють зростання і знижують ефективність годування риб. Високого рівня накопичення нітратів може досягати при тривалій роботі і малому об'ємі підживлення системи свіжою водою. Додавання свіжій води в систему знижує концентрацію нітратів до нешкідливого рівня.

Споживання води в об'ємі більшому за 300 дм³ на 1 кг використаного корму, є достатнім, щоб розбавити нітрати до безпечної концентрації.

У випадках необхідності жорсткої економії чистої води концентрація нітратів може знижуватись шляхом денітрифікування. Найпоширеніший денітрифікуючі бактерії називаються *Pseudomonas*. Денітрифікування – анаеробний процес, поновлення нітратів до атмосферного азоту.



Для інтенсифікації процесу необхідне джерело органіки (вуглецю), наприклад деревинний спирт (метанол), який можна додавати в

денітрифікаційну камеру. Денітрифікування 1 кг нітрату ($\text{NO}_3\text{-N}$) потребує 2,5 кг метанолу. Денітрифікувальна камера найчастіше буває забезпечена заповнювачем для біофільтрації з проектним часом перебування 2-4 години.

Денітрифікування повинно протікати в режимі «обходу», щоб не допустити скупчення органічного матеріалу у фільтрах, призначених для нітрифікації. Для цього використовуються баки для денітрифікування особливої конструкції, рис. 8.5.

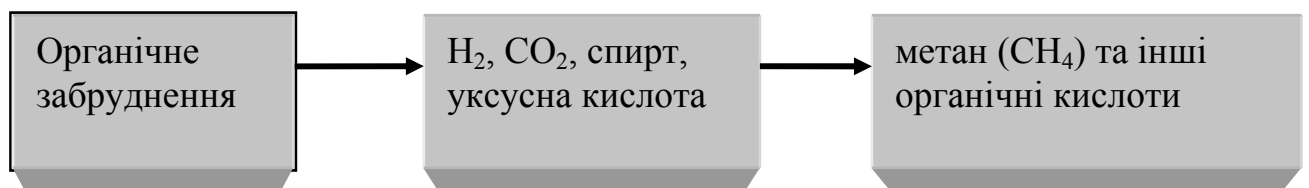
Рівень проточності денітрифікаційної камери повинен забезпечувати концентрацію кисню у випуску не нижчу ніж 1 мг/дм^3 . При нижчій концентрації утворюється сірководень (H_2S), виключно токсичний для риб, і накопичується великий об'єм шламу, що вимагає частоті зворотної промивки блока.



Рисунок – 8.5 Типова конструкція бака для нітрифікування із завантаженням фільтра $100 \text{ м}^2/\text{м}^3$.

У сучасних біофільтрах часто використовують пластиковий субстрат–заповнювач, з великою площею поверхні, на якій наростає бактерійна плівка, яка і забезпечує процес нітрифікації. Площа поверхні біофільтра на одиницю об'єму повинна бути якомога більше, проте, біофільтр не повинен заповнюватись субстратом–заповнювачем дуже щільно, щоб не забитися органічною речовиною в процесі експлуатації.

Органічні забруднювальні речовини можуть розкладатися без присутності кисню за допомогою ферментації.



Ця реакція складається з декількох етапів, і вона дуже чутлива до змін параметрів середовища, особливо її другий етап. Навіть незначна зміна рН може істотно вплинути на перетворення спиртів, органічних кислот та ін., що призводить до скупчення в завантаженні біофільтру матеріалу, який легко розкладається.

При різкій зміні фізичних властивостей можливий викид накопиченої органіки, у вирощувальні басейни, де при контакті з киснем вона швидко розкладеться гетеротрофними бактеріями. Іноді процес окислення проходить так інтенсивно, що кисню, який подається з водою, не вистачає для забезпечення життєдіяльності гідробіонтів. Цей процес називають «органічною бомбою», і його слід уникати.

Для запобігання такій ситуації необхідно постійно контролювати роботу фільтра і мати високий відсоток вільного простору, через який циркулює вода в процесі очищення і зворотної промивки. Зворотна промивка проводиться щотижня або щомісячно залежно від навантаження на фільтр.

Для створення турбулентності, яка відриває органічний матеріал від наповнювача, в біофільтр подають стисле повітря. При зворотній промивці біофільтра подача води відключається і брудну воду зливають.

У сучасних УЗВ використовують біофільтри з плаваючим або нерухомим завантаженням. Всі біофільтри, що використовують сьогодні в рециркуляційних системах, при експлуатації повністю занурені у воду. У фільтрах з нерухомим завантаженням пластмасовий заповнювач закріплений і не рухається. Вода протікає крізь нього ламінарним потоком і стикається з бактерійною плівкою.

У фільтрах з плаваючим завантаженням пластмасовий заповнювач рухається у воді, яка заповнює біофільтр за рахунок течії, створеної повітрям, що нагнітається всередину.

Через постійний рух заповнювача фільтри з плаваючим завантаженням можуть наповнюватись швидше, ніж фільтри з нерухомим завантаженням, завдяки чому досягається вища швидкість обороту води на одиницю об'єму біофільтра. Проте в швидкості обороту води на одиницю площі фільтра немає істотних відмінностей, оскільки ефективність бактерійної плівки у двох типах фільтрів більш-менш однакова.

З іншого боку, фільтри з нерухомим завантаженням видаляють також дрібні органічні частинки, оскільки ті прилипають до бактерійної плівки. Тому фільтри з нерухомим завантаженням також функціонують як блоки для тонкої механічної фільтрації, що видаляють органічний матеріал мікроскопічного розміру і очищують воду дуже ефективно.

У фільтрах з плаваючим завантаженням неможливо досягти подібного ефекту, оскільки постійна турбулентність води не дозволяє органічним частинкам затримуватися на поверхні.

В УЗВ можуть використовуватися обидва типи фільтрації. Вони можуть комбінуватися, використовуючи плаваюче завантаження для

економії місця, а нерухоме – для додаткового затримання органічних частинок на поверхні.

Існують різні інженерні рішення конструкції систем біофільтрації, залежно від розміру господарства, об'єктів рибництва, розміру риб та ін.

8.3 Типи і конструкція біофільтрів

Основна і найбільш важлива частина установки замкнутого водозабезпечення – блок очищення води. Він служить для видалення з води залишків корму, екскрементів, мулу, метаболітів та інших токсичних речовин.

Принцип дії блоків очищення та їхні конструктивні особливості залежать від покладених в їх основу методів очищення, які умовно можна поділити на чотири основні групи: 1) фізичні; 2) хімічні; 3) фізико-хімічні; 4) біологічні. Найбільш ефективний метод очищення – біологічний.

Принципово цей метод реалізується в двох напрямках: як блок біологічного очищення використовуються аеротенки або біофільтри, де робочим елементом є відповідно завислий мул або прикріплена біоплівка. Основний недолік аеротенків – їх великі габарити і необхідність постійного навантаження.

З вирощувальних басейнів УЗВ вода виходить умовно чистою. Тому отримати необхідну концентрацію активного мулу в аеротенках складно. Для нормальної роботи установки на базі аеротенка його об'єм повинен перевищувати об'єм вирощувальних басейнів у 7-10 разів. Тому, аеротенки використовуються, в основному, для очищення сильно забруднених стічних вод у великому об'ємі. У рибництві такі системи успішно використовуються для очищення забруднених вод, що скидаються в природні водойми із ставових або басейнових господарств при оборотному водозабезпеченні.

Біофільтри в комбінації з механічними фільтрами є невід'ємною частиною будь-якої системи очищення. Їх конструкція і комбінація в системі можуть істотно розрізнятися в залежності від об'єкта вирощування і його вимог до якості середовища.

Наприклад при вирощуванні тилапії допустима досить висока концентрація завислих частинок. У той же час при вирощуванні лососевих риб або для розплідників концентрація завислих частинок вкрай важлива, і доведеться вибирати комбінацію біологічних і механічних фільтрів, які забезпечують високий ступінь очищення від суспензій.

Істотна частина сумарного азоту в рециркуляційних системах перетворюється на нітрати, що може обмежити можливість вирощування певних видів риб. Тому, стандартна практика – це використання у складі системи денітрифікуючих установок що знижує вміст нітратів до прийняттого рівня.

У рециркуляційних рибницьких установках замкнутого циклу, в основному, використовуються біологічні фільтри різної конструкції, пристосовані для багаторазового, тривалого біологічного очищення забрудненої води, яка постійно циркулює в системі.

Широко відомі такі типи біофільтрів: 1) заглиблені; 2) краплинні; 3) вертикальні і 4) заглиблені обертові – дискові або барабанні з різноманітним завантаженням (гранули або інші субстрати).

Заглиблені біофільтри за конструкцією схожі з фільтрами грубого очищення, проте, в них є середовище-субстрат, на якому розвиваються бактерії. Вода входить з одного кінця фільтра, проходить крізь наповнювач і виходить з протилежного боку.

У **вертикальних фільтрах** вода надходить в нижню частину, проходить вгору крізь наповнювач і виходить з верхньої частини. У такий біофільтр іноді вбудовують фільтр грубого (механічного) очищення, який розташовується нижче від рівня надходження води.

В усіх біофільтрах спостерігається тенденція до накопичення завислоїречовини у міру того, як маса бактерій відділяється від стінок і наповнювача. У зв'язку з цим у дні фільтра влаштовують зливний клапан, крізь який у міру необхідності видаляється накопичений облог (шлам).

У **обертових заглиблених біофільтрах (біореакторах)**, наповнювач (диски або барабан з гранулами чи іншим субстратом) переміщується крізь воду, тоді як в занурених, краплинних і вертикальних фільтрах він залишається нерухомим. Фільтр складається з великої кількості пластин, насаджених на загальний вал, що обертається, або з обтягнутого сіткою барабана, який містить гранули або інший субстрат і обертається навколо осі.

На субстраті (пластини, гранули та ін.), наростає бактеріальна плівка. Забруднена розчиненими продуктами обміну вода з вирощувальних басейнів надходить у ємкість, у якій знаходиться напівзанурений барабан фільтра. При кожному оберті пластини або субстрат (гранули та ін.) барабана фільтра раз по раз виходять на поверхню і знов занурюються в забруднену воду. За рахунок цього бактеріальна плівка, що вкриває субстрат барабана, постійно збагачується живильними речовинами і киснем.

8.3.1 Заглиблені фільтри

Залежно від конструкції фільтра бак з поміщенням усередину фільтруючим матеріалом (субстратом) може знаходитися у вертикальному або горизонтальному положенні. Забруднена вода, що поступає на фільтр для очищення, може створювати висхідний (подача знизу), низхідний (подача зверху) або горизонтальний потік, рис. 8.6; 8.7.



Рисунок 8.6 – Схема вертикального заглибленого біофільтра з нижньою подачею води.

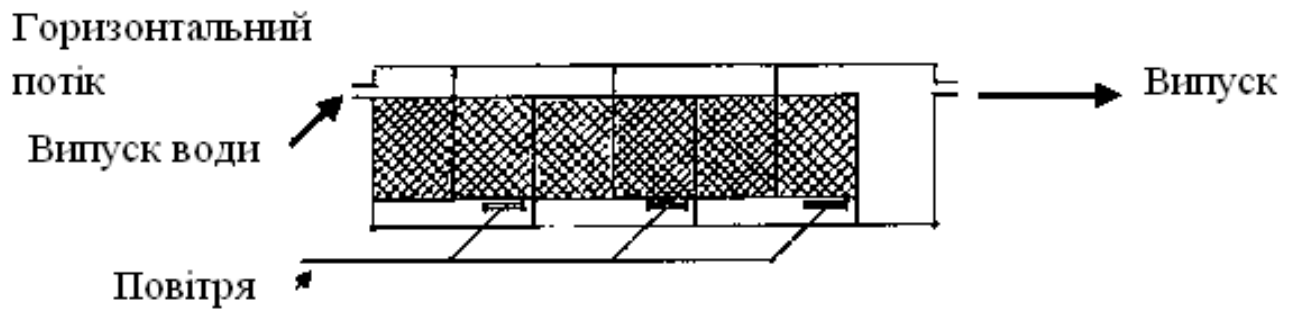


Рисунок 8.7 – Схема горизонтального заглибленого біофільтра з верхньою подачею води.

8.3.2 Краплинні фільтри

Дуже економічна конструкція, що не потребує компоновки в окремій ємкості. У біофільтрах такого типу вода надходить зверху і під дією сили тяжіння проходить крізь наповнювач (субстрат). Швидкість потоку вибирається таким чином, щоб не покривати повністю субстрат – наповнювач, а забезпечувати тільки постійне змочування всієї поверхні

фільтруючих елементів, рис 8.8.

Випуск води



Рисунок 8.7 – Схема краплинного біофільтра з верхньою подачею води.

Важлива умова ефективної роботи краплинних фільтрів – забезпечення рівномірного розподілу води у верхній частині. Для цього великі краплинні фільтри додатково обладнуються обертовими пристроями, що забезпечують рівномірний розподіл води над наповнювачем-субстратом в якості якого може використовуватися гравій, черепашник, гранули, спеціальні пластикові елементи та ін. Краплинні фільтри можуть розміщуватися в декілька ярусів (поличні біофільтри). Гідравлічне навантаження у краплинному біофільтрі повинно бути не менше $0,8 \text{ м}^3/\text{рік}$.

Фільтри такої конструкції найбільш ефективно застосовуються для дегазації, аерації та зачистки, тобто для насичення води киснем і видалення CO_2 . Ефект тяги зазвичай вентилює фільтр, повітряний потік спрямовується вгору або вниз в залежності від різниці температур між повітрям усередині фільтра і навколишнім середовищем.

8.3.3 Фільтр з рухомим завантаженням

У фільтрах такої конструкції наповнювач–субстрат знаходиться в зваженому стані. Це забезпечує можливість використання для біологічного очищення оборотної води великої площі поверхні. При цьому установка залишається дуже компактною, рис. 8.8.

Система працює при малому тиску насоса, але вимагає додаткової подачі повітря, або кисню. Такі установки широко застосовувалися в Північній Америці. Як завантажувач-субстрат в них використовувався пісок, пластикові гранули або інші наповнювачі.

Система високоефективна як нітрифікуючий біофільтр. При малих швидкостях потоку вона використовується як механічний фільтр для твердих і органічних частинок. Проте, при накопиченні мулу інтенсивність нітрифікації падає і відбувається зниження гідравлічної проникності, оскільки утримані тверді речовини і біологічні осіди забивають пори субстрату.

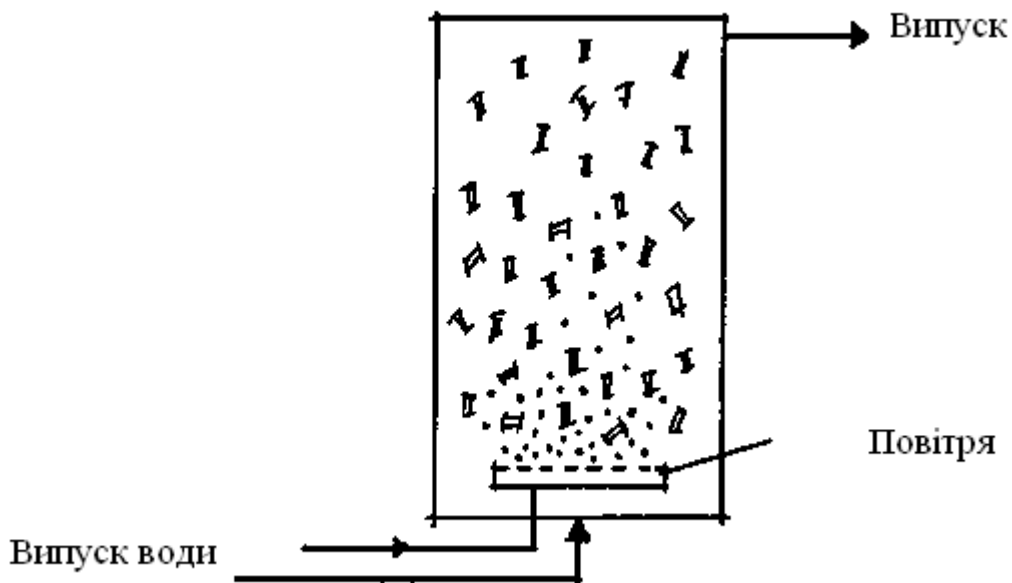


Рисунок 8.8 – Схема біофільтра з рухомим завантаженням.

Для запобігання скупченню мулу фільтри такої конструкції можна використовувати при високих швидкостях поверхневих потоків або у поєднанні з механічним мікрофільтром, який встановлюється перед біофільтром.

При роботі з високими гідравлічними навантаженнями (тобто при подачі повітря) поверхня елементів субстрату покривається мертвими бактеріями, на яких кріпиться «свіжа» біоплівка.

При використанні як загрузки-субстрату гранул з площею перерізу 1 x 0,5 см, їх ефективність складає до 40 м²/кг корму. Гранули частково працюють як передавальна поверхня для активованого мулу, проводячи більше живої біомаси на м² об'єму біофільтрів.

8.3.4 Обертний біореактор (ОБР)

У біологічних фільтрах такої конструкції (вони ще називаються барабанні обертні біофільтри) завантаження (наповнювач–субстрат) постійно обертається (рис. 8.9). Вони мають такі ж переваги, як і краплинні фільтри, але значно ефективніші і надійніші в роботі. Біофільтри такого типу підходять для істотних навантажень, тому як правило застосовуються тільки у великих індустріальних УЗВ.

Відмітною особливістю фільтрів цього типу є періодична зміна повітряного і водного середовища на поверхні субстрату біофільтра, рис. 8.10. Це дозволяє поліпшити кисневий режим системи і тим самим істотно збільшити її продуктивність.

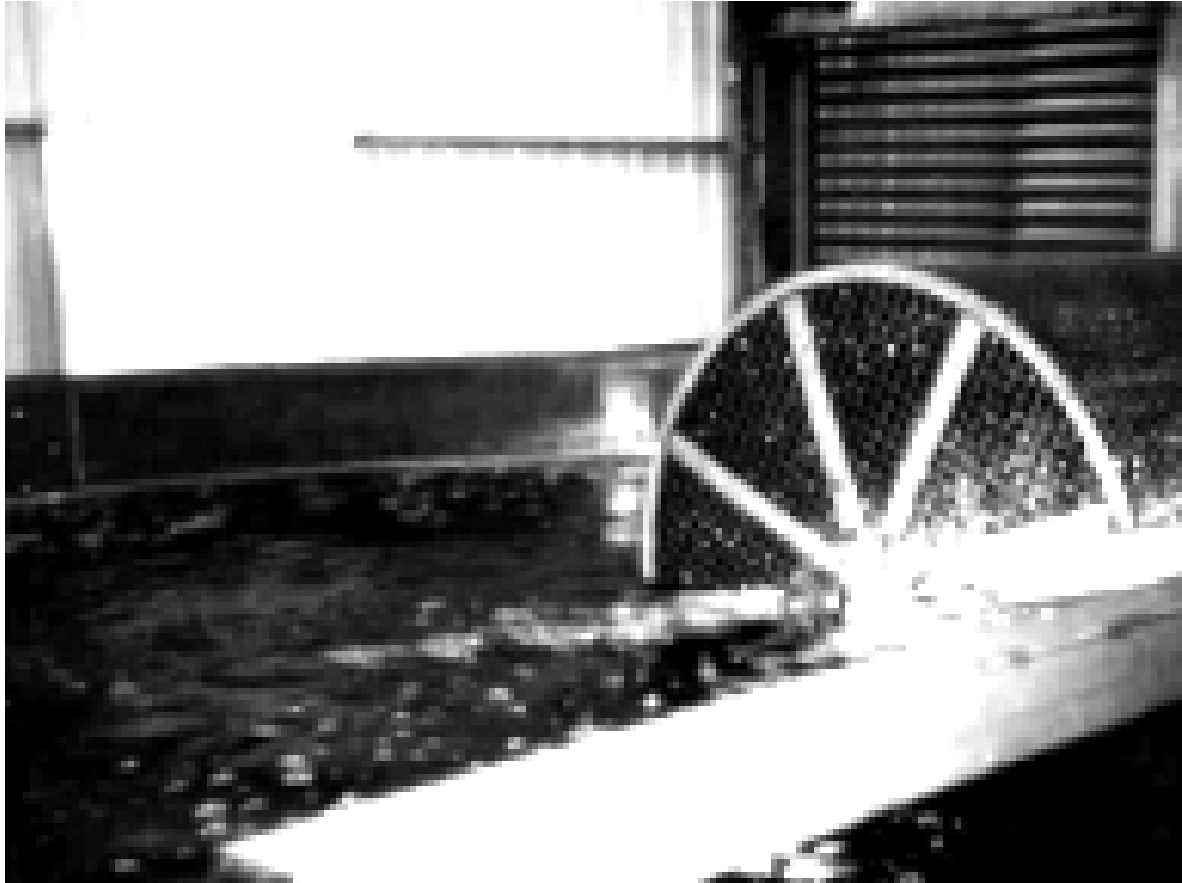


Рисунок 8.9 - Обертвий біореактор (ОБР)

Такі конструкції – біофільтри типу «Штеллерматік», «Євроматік» та ін., уявляють собою низку дисків, рис 8.10, сітчастий барабан з перегородками (рис 8.11), або пластикові перфоровані труби закріплені на валу і заповнені спеціальними пластиковими елементами (гранулами) з великою площею поверхні, які служать субстратом для наростання плівки з нітрифікуючих бактерій.

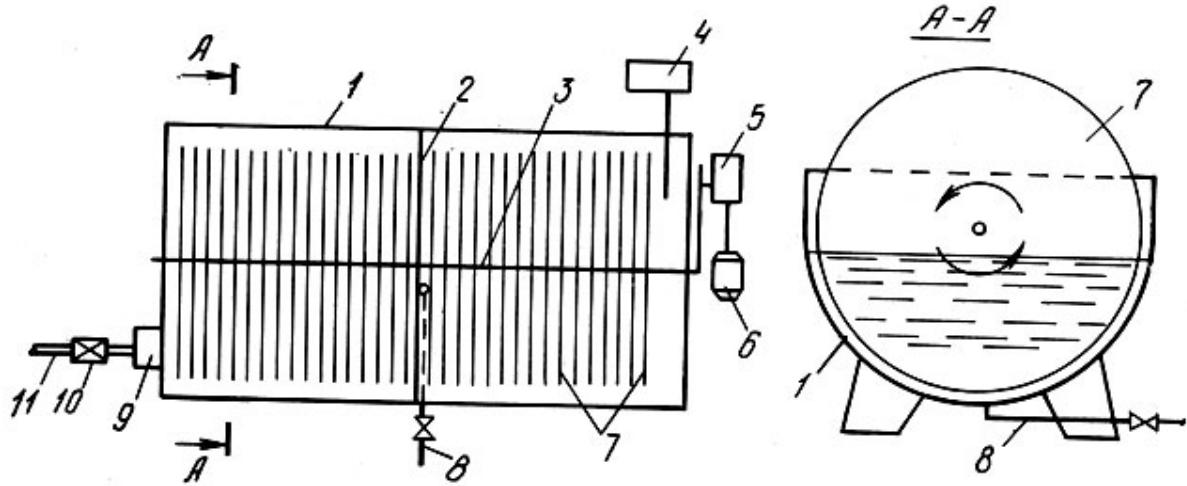


Рисунок 8.10 – Схема дискового обертового біореактора

1 - резервуар; 2 - перегородка з отворами; 3 - вал; 4 - водоподача; 5 - редуктор; 6 - електропривід; 7 - диски; 8 - злив; 9 - водовипуск; 10 - кран; 11 - патрубок

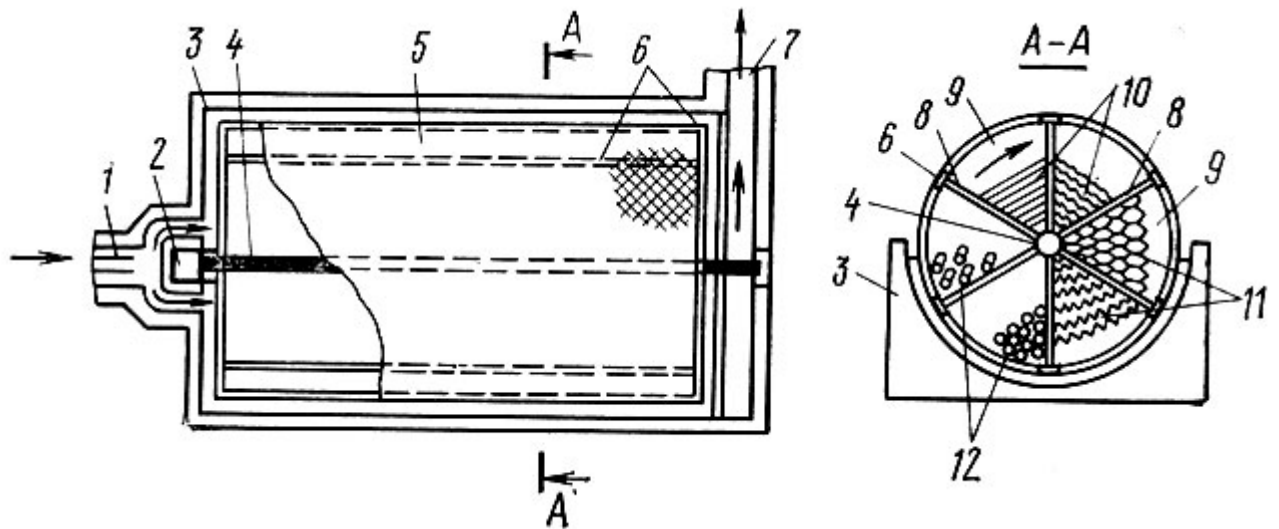


Рисунок 10.11 Схема барабанного обертового біореактора

1 - водоподача; 2 – електропривід з редуктором; 3 - резервуар; 4 - вал; 5 - барабан з металевої сітки; 6 - каркас жорсткості; 7 - випуск; 8 - перегородки; 9 - сектори барабану; 10 – субстрат – плоскі та гофровані листи; 11 – завантажувальні блоки; 12 - засипний матеріал (пластмасові шарики, гранули та ін.)

Біореактори не потребує створення в УЗВ великих перепадів рівнів води, мають високу окислювальну потужність, здатні ефективно очищати воду з незначною початковою концентрацією кисню.

До недоліків цих пристроїв відносяться складність і коштовність конструкції, наявність додаткового електроприводу і обмежений об'єм обертової частини фільтра. Незважаючи на це сьогодні в більшості індустріальних УЗВ використовуються біофільтри саме такої конструкції.

8.4. Система водопідготовки

Після проходження механічного і біологічного очищення оборотна вода підігрівається до необхідної температури, насичується киснем (оксигенація або аерація) і повертається у вирощувальні басейни. До складу деяких УЗВ додатково включають пристрої для регулювання рН і знезараження води (озонування або УФ-опромінювання).

8.4.1 Дегазація, аерація і зачистка.

Перед поверненням води у рибницькі басейни необхідно видалити з неї гази, що скупчилися. Цей процес називається дегазацією і здійснюється шляхом аерації води або методом зачистки.

У воді в найбільшій концентрації міститься вуглекислий газ (CO_2) і вільний азот (N_2), накопичення яких негативно впливає на фізіологічний стан і зростання риб.

У анаеробних умовах може утворюватися сірководень, особливо актуально це в системах з морською водою. Цей газ виключно токсичний для риб, навіть в малих концентраціях.

Аерація може здійснюватися шляхом нагнітання повітря у воду. При цьому турбулентне зіткнення повітряних бульбашок і води видаляє гази.

Аерація дозволяє створювати течію води при використанні системи з аераційним колодязем, але ефективніший при видаленні газів – краплинний фільтр.

В процесі аерації-зачистки (CO_2 -зачистки) гази «зачищаються» за допомогою фізичного контакту між водою і пластмасовим заповнювачем, укладеним в колону. Вода подається на верхню поверхню фільтра через спеціальний розподільник з отворами. Протікання крізь пластмасовий заповнювач забезпечує максимальну турбулентність і контакт води з поверхнею наповнювача – так званий процес зачистки. Тому краплинний фільтр часто називають «колоною для CO_2 -зачистки»

8.4.2 Оксигенація

В стані рівноваги насиченість води киснем складає 100%. Коли вода проходить через вирощувальні басейни, вміст кисню знижується до 70% і більше. У біофільтрі, в результаті інтенсивного окислення азотистих сполукконцентрація кисню у воді ще більше падає.

Процес аерації насичує воду киснем в результаті простого розпилювання атмосферного повітря в шарі води. Як правило, аерація підвищує насиченість приблизно до 90%, в деяких системах (при низькій температурі води) до 100%.

В індустріальних системах, при високій щільності посадки гідробіонтів, бажано, щоб концентрація кисню в воді, що надходить в рибницькі басейни, перевищувала 100%. Це повинно забезпечити високі і стабільний темп зростання об'єктів вирощування.

Для досягнення високого рівня насиченості киснем використовується оксигенація чистим киснем.

Чистий кисень часто подається в басейни у формі рідкого кисню, але також може вироблятися на господарстві за допомогою генератора кисню.

Є декілька методів отримання перенасиченої води із вмістом кисню, що перевищує 200-300%.

Зазвичай використовуються кисневі конуси або оксигенатори шахтного типу, де вода і чистий кисень змішуються під тиском, що забезпечує перехід кисню у воду.

У кисневому конусі тиск забезпечується насосом, що зазвичай створює тиск близько 1,4 атмосфери. Подача води в конус під тиском сприяє її перенасиченню киснем.

У оксигенаторах шахтного типу тиск досягається шляхом заглиблення в землю труби у формі петлі, наприклад на глибину 6 метрів, і подачі кисню в нижній точці цієї петлі. Тиск водяного стовпа, в цьому випадку 0,6 атмосфер, забезпечує перехід кисню у воду. Перевагою шахтних оксигенаторів є низькі витрати на перекачування води, але їх установка є більш складною і дорожчою.

8.4.3 Знезараження води ультрафіолетом і озоном

УФ-дезінфекція базується на застосуванні світла з такою довжиною хвиль, яка руйнує ДНК біологічних організмів. В аквакультурі вона спрямована проти патогенних бактерій і одноклітинних організмів.

Цей метод обробки широко використовується в медичних цілях і не впливає на рибу, оскільки УФ-обробка води відбувається не у вирощувальних басейнах, а в блоці водопідготовки.

Бактерії так швидко розмножуються на органічній речовині, що контроль за їх чисельністю в традиційних рибних господарствах має обмежений ефект. Якнайкращий результат досягається, коли органіка з відпрацьованої води видаляється за рахунок ефективної механічної фільтрації і ретельного біологічного очищення, з подальшою обробкою ультрафіолетом. УФ-обробка води в цьому випадку протікає найефективніше.

Доза УФ може виражатись в різних одиницях. Найширше використовується вимірювання в мкВт•с/см².

Ефективність залежить від розмірів і видів організмів, які потрібно знищити, а також від мутності води. Знищення 90% мікроорганізмів забезпечує обробка води Уф-опромінюванням потужністю 2–10, грибів – 10-100, а мікроскопічних паразитів – 50-200 тис. мкВт•с/см².

Максимальна ефективність УФ-обробки в аквакультури досягається при роботі ламп під водою, причому шар води що оточує лампу повинен бути мінімальним, рис. 8.12.



Рисунок 8.12 – Ультрафіолетовий опромінювач для знезараження води в рециркуляційних системах

При установці ламп над водою, через віддзеркалення з поверхні, ультрафіолетова обробка матиме незначний ефект або взагалі не матиме його.

Окрім ультрафіолету для знезараження води в рециркуляційних системах використовують озон.

Сьогодні озон (O₃) в риборівництві використовується досить рідко, оскільки при передозуванні може завдати риbam серйозної шкоди. У риборівницьких господарствах, розташованих в приміщенні озон також може

спричинити шкоду людям, які працюють в цій зоні і можуть вдихати дуже багато озону.

Проте обробка озоном є найбільш ефективним методом знищення небажаних організмів, яке досягається за допомогою інтенсивного окислення органічної речовини і біологічних організмів.

Обробці озоном віддається перевага, коли необхідно дезінфікувати воду з відкритих джерел, водойм і водотоків, яка надходить в УЗВ (попередня водопідготовка). Проте у багатьох випадках УФ-обробка є більш безпечною альтернативою.

8.4.4 Регуляція рівня рН і температурного режиму

В процесі нітрифікації в біофільтрі утворюється кислота, і значення рН знижуються. Для утримання рН на стабільному рівні, необхідному для ефективної роботи біофільтра, знижують кислотність води, додаючи вапно.

Деякі системи мають установки для вапнування, які по краплях додають в систему вапняну воду і, таким чином, стабілізують рН. Іншою можливістю є система автоматичного дозування, яка регулюється рН-метром з імпульсом зворотного зв'язку до насоса-дозатора. У таких системах зазвичай використовують гідроксиднатрія (NaOH), оскільки він простіший у використанні, що полегшує експлуатацію системи.

Підтримка оптимальної температури води в системах є найважливішим завданням, оскільки інтенсивність харчування і швидкість росту риб безпосередньо пов'язана з температурою води.

В УЗВ, встановлених в теплоізольованих приміщеннях, у воді поступово накопичується тепло. Завдяки метаболізму риб і бактеріальній активності біофільтра, звільняється енергія у формі тепла. Також накопичення тепла відбувається в результаті роботи механізмів системи (тертя, нагрівання двигунів насосів та інших механізмів). Високі температури є частою проблемою промислових УЗВ.

Знизити температуру в системі легко можна шляхом зміни кількості прохолодної свіжої води, що надходить в систему, або при використанні кондиціонерів чи холодильних агрегатів.

У холодних кліматичних умовах і взимку часто виникає потреба в підвищенні температури води в системах. Для цього найчастіше використовують просте опалювання приміщень, тенти або інше обладнання для обігріву, сполучене з теплообмінником для підігріву води, яка циркулює в системі.

Затрати енергії для опалювання, або охолодження, головним чином, залежать від типу обладнання, що використовується, ступеня теплоізоляції приміщень, де розташовані системи, початкової температури води і тієї, яку потрібно підтримувати в системі за відповідною технологією.

В деяких випадках встановлюється тепловий рекуператор, що містить пластинчастий теплообмінник. Відпрацьована вода УЗВ, проходячи через пластинчастий теплообмінник, використовується для нагрівання (або охолодження) води, яка надходить в систему.

Температура води в системі регулюється за допомогою термодатчика, сполученого з блоком контролю температури, який управляє роботою теплообмінника.

8.4.5 Насоси

Для циркуляції води використовуються різні типи насосів. Перекачування води потребує значних витрат електроенергії. Для мінімізації експлуатаційних витрат важливо, щоб висота подачі води була мінімальною, а насоси – ефективними і правильно встановленими.

По можливості, підйом води повинен відбуватися тільки один раз за рециркуляційний цикл, після чого вода тече самопливом через всю систему назад у напрямку насоса.

Насоси найчастіше розміщуються перед системою біологічного очищення і дегазації, оскільки процес водопідготовки починається тут. У будь-якому випадку вони повинні розташовуватися після механічного фільтра, щоб не розбивати тверді частинки, що скидаються з рибницьких басейнів.

Загальна висота подачі води насосом розраховується як сума фактичної висоти подачі і втрат натиску в прямих ділянках і вигинах труб, а також в інших частинах системи. Це також називається швидкісним натиском. Якщо, перед проходженням через дегазатор вода перекачується через заглибний біофільтр, слід також враховувати протитиск біофільтра.

Насоси високого тиску використовуються для подачі менших об'ємів води на велику висоту, а насоси низького тиску (осьові насоси) – для подачі великих об'ємів води на меншу висоту.

Для насичення води чистим киснем (оксигенації) використовуються відцентрові насоси, оскільки вони здатні створити необхідний високий тиск в конусах.

У деяких установках рух води забезпечує нагнітання повітря в аераційні колодязі. У таких системах дегазація і переміщення води здійснюються в одному процесі, за рахунок чого стає можливою мала висота подачі. Проте ефективність дегазації і переміщення води в таких системах не обов'язково вищі, ніж при подачі води насосом на дегазатор, оскільки з погляду використання енергії та ефективності дегазації ККД аераційних колодязів менший, ніж при використанні всмоктуючих насосів для зачистки води в краплинному фільтрі.

8.4.6 Моніторинг, контроль, сигналізація і аварійні системи

Для постійної підтримки оптимальних для об'єктів культивування умов інтенсивне рибництво потребує ретельного моніторингу і контролю всіх виробничих процесів. Технічні несправності легко можуть призвести до значних втрат, тому контроль і сигналізація є найважливішими складовими будь-якої сучасної рециркуляційної установки.

Контроль може бути комп'ютеризованим, з великою кількістю точок вимірювання і аварійною сигналізацією функціонування. На багатьох сучасних господарствах існує центральна система контролю, здатна забезпечити моніторинг і контроль рівнів кисню, температури, рН, рівня води, функціонування моторів та інших параметрів роботи системи. Якщо будь-який параметр виходить за межі, задані технологією, система регулювання параметрів вирішує проблему в автоматичному режимі. Якщо проблема не вирішується автоматично, включається сигналізація.

Автоматичне годування також може інтегруватись в центральну систему контролю. Це дозволяє точно погоджувати час годування з високим дозуванням кисню, оскільки під час їжі і травлення споживання кисню рибами підвищується.

У менш складних системах моніторинг і контроль не автоматизовані повністю, і персонал повинен встановлювати різні параметри вручну. Як би там не було, жодна система не працює без нагляду людей. Тому система контролю повинна забезпечуватись системою сигналізації, яка оповіщає персонал про серйозні неполадки, що відбуваються.

Одним з найважливіших заходів обережності є використання як резерву чистого кисню. Така аварійна система складається з бака (балона) для зберігання чистого кисню і системи розподілу з розпилювачами, встановленими в кожному басейні. У разі припинення електропостачання, або серйозної аварії, відкривається електромагнітний клапан і стислий кисень надходить в усі басейни, зберігаючи життя риbam.

Як аварійний резерв електропостачання використовуються генератори. У багатьох випадках, якщо вода не циркулює, в системі накопичується токсичний аміак. Ця проблема є другою за важливістю, яку слід вирішити негайно після забезпечення киснем за допомогою резервної системи його постачання. Рециркуляцію води в УЗВ важливо відновити в найстисліші терміни.

ІХ ВИКОРИСТАННІ УЗВ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РИБНИЦТВІ

Перше промислове рибницьке підприємство із замкнутою системою водозабезпечення було побудовано в Японії в 1951 р. В Європі перша УЗВ з'явилася в 1967 р., в Австрії, а в 1972 р. – у Федеративній республіці Німеччина.

У другій половині 70-х років ХХ ст. в СРСР запрацювала перша автоматизована установка «Біорічок» загальним об'ємом 40 м³. В наступні роки радянськими фахівцями були розроблені типові установки із замкнутим циклом водозабезпечення продуктивністю по коропу відповідно 10 і 40 т/рік, які за своїми технічними характеристиками відповідали кращим зразкам відомого в світі аналогічного устаткування.

Останніми роками цей напрям індустріального рибництва досяг величезного прогресу. З'явилися нові, досконалі системи очищення води, різко зріс рівень автоматизації і комп'ютеризації, розроблені технології вирощування в УЗВ для десятків видів риб і інших гідробіонтів, як прісноводних, так і морських.

Одна з найбільш відомих і досконалих УЗВ сучасного індустріального рибництва є установка, розроблена в 1977 р. Тео Штелером. Сьогодні індустріальні рециркуляційні установки типу «Штелерматік» виробляються

німецькою фірмою «Рейнтехнік» і широко застосовуються в усьому Світі.

Їх численні модифікації з успіхом використовуються для вирощування риб і безхребетних, прісноводних, і морських. УЗВ типу «Штелерматік» забезпечують очищення і біологічне відновлення води, систему водопідготовки при безперервній дії і широкому застосуванні найсучасніших методів контролю і управління процесом вирощування. Саме тому, сьогодні в усьому Світі широко використовуються установки «Штелерматік» різноманітної конструкції, конфігурації і потужності.

Класична установка, яка стала прототипом для більшості установок такого типу, складається з окислювального басейну, басейну-відстійника, 6-8 прямоточних басейнів для вирощування риби, циркуляційного насоса, компресора і пульта управління. Площа, яку займала така установка – 100-150 м², необхідна висота приміщення – 3,0 м, Об'єм циркулюючої води – 50 м³, поповнення – від 1 до 5% об'єму на день. Продуктивність установки (на рік) – 12 т веселкової форелі, або 10,2 т вугра, або 7,2 т каналного сома, або 12 т коропа. При аерації води чистим киснем продуктивність установки подвоюється.

Найперспективнішим вважається використання як блока біологічного очищення біофільтра «Штелерматік». Основною особливістю його є те, що його робоче тіло – біоплівка, прикріплена до наповнювача, завдяки чому об'єм біофільтру всього в 1,5-2 рази перевищує об'єм вирощувальних місткостей.

В залежності від необхідної продуктивності установки випускаються блоками, різними за розміром і кількістю секцій. Для вирощування риби, незалежно від її виду і віку, використовуються стандартні уніфіковані прямоточні басейни прямокутної форми, з майже вертикальними стінками, розміром 3,5 x 1,0 м і глибиною 1,0 м. Глибина наповнення басейну в залежності від маси і віку риби коливається від 0,4 до 0,6 м. Басейни встановлюють з незначним ухилом (падіння дна від місця подачі води до

зливного отвору всього 5 см).

Підтримка необхідного рівня води в басейнах здійснюється поворотними трубами, на яких передбачені затвори з пневматичними приводами, що забезпечує швидке скидання води з басейну без опускання самої поворотної труби. Управління затворами здійснюється автоматично, установка поворотних труб проводиться вручну.

Для виготовлення басейнів використовується склопластик, армований дерев'яними брусами і дошками. Окислювальній басейн являє собою прямокутну місткість з вертикальними стінками і увігнутим дном. Розмір басейну в плані складає 5,0 x 2,4 м, висота від рівня підлоги - 2,0 м, місткість 10 м³. В окислювальному басейні міститься обертовий барабан, з 16 (або більше) біофільтрами. Кожен з біофільтрів – це перфорована труба з пластика діаметром 250 мм, заповнена ребристими поліетиленовими дисками або гранулами. Барабан з фільтруючими елементами через одноступінчасту передачу приводиться в дію невеликим електродвигуном потужністю 0,37 кВт.

Басейн-відстійник – це місткість циліндричної форми з увігнутим дном. Зовнішній діаметр відстійника складає 2,7 м, висота близько 2,0 м, корисний об'єм понад 9 м³. Верхня кромка опоясана кільцевим лотком. Для концентрації осаду в нижній частині конічного дна відстійника передбачено скребок, що обертається і збирає шлам.

Система автоматичної регуляції забезпечує задані стабільні умови середовища при вирощуванні гідробіонтів. У басейни безперервно подається біологічно чиста регенована вода із заданою температурою і концентрацією кисню розчиненого у воді до 15 мг/дм³. Такий високий вміст кисню досягається завдяки використанню для аерації чистого кисню, а також завдяки простому і ефективному спеціальному пристосуванню, яке дозволяє забезпечити перенасичення води киснем при економному його використанні.

Пристосування являє собою короб з неіржавіючої сталі, перекинутий вверх дном. Нижня відкрита частина його занурена нижче за рівень води у водоподаючому лотку на глибину близько 0,4-0,6 м. Нижня кромка коробка не доходить до дна водоподавального лотка на 0,15-0,20 м. У цей короб випускається вода, яка пройшла очищення в окислювальному басейні і відстійнику. Туди ж подається кисень. Вода, насичена киснем, витікає з коробка. При цьому насичення відбувається без утворення бульбашок, що зазвичай буває при аерації за допомогою компресорів з перфорованими шлангами або пластинами-розпилювачами, зануреними у воду басейнів. Вважається, що пристосування забезпечує розчинення понад 90% кисню, який подається.

При проходженні через басейни з рибою вода втрачає частину кисню і забруднюється продуктами обміну. Вимірювання показують, що вміст кисню в басейні на половині довжини знижується на 3-5 мг/дм³, проте, навіть в кінці басейну залишається не менше 7-8 мг/дм³. На виході з басейну насичення киснем дещо перевищує нормальне при температурі 25°C.

Експерименти, проведені Тео Штелером, показали, що в басейнах при співвідношенні маси риби до маси води 1:4 і навіть 1:3 таке високе насичення киснем забезпечує нормальне зростання риби.

Забруднена продуктами обміну вода з басейнів самопливом надходить в приямок розташований під підлогою вирощувального цеху, а звідки за допомогою циркуляційного насоса в окислювальний басейн. Тут насичена органікою вода перемішується і аерується. Барабан з трубчастими фільтрами поволі обертається, труби по черзі занурюються у воду, захоплене ними повітря виривається через щілини в трубах, зумовлюючи додаткове перемішування води з одночасною аерацією. При цьому створюються сприятливі умови для життєдіяльності нітрифікуючих бактерій, які перетворюють солі амонію і нітриту на нітрати, не токсичні для риб. Величезна поверхня ребристих дисків-наповнювача біофільтра забезпечує

перемішування і аерацію практично всього об'єму води, яка заповнює окислювальний басейн.

З окислювального басейну вода подається в басейн-відстійник, в якому тверді частинки осідають на дно. Осад з найнижчих шарів можна скинути в спеціальну місткість або на муловий майданчик для просушування і подальшої утилізації. Вода з великим вмістом суспензії й органіки, яка не розклалася, з придонних шарів у відстійнику частково зливається в підпільний приямок-зумпф і вступає в повторний цикл окислення і очищення. Освітлена вода з верхньої частини відстійника збирається кільцевим лотком і самотоком рухається у вирощувальні басейни по трубопроводу.

Звертає на себе увагу дуже незначна витрата води в системі. У басейнах з об'ємом води не більше 2 м³ містили до 200 кг риби в кожному. При годинному водообміні питоме водоспоживання складало близько 0,3 дм³/с. на 1 ц риби.

Таке низьке питоме водоспоживання пояснюється перш за все високим вмістом у воді кисню. Аерація води в системі здійснюється постійно як в окислювальному басейні і водоподавальному лотку, так і в самих рибницьких басейнах, на дно яких укладені перфоровані повітроводи, сполучені з компресором.

Важливим чинником, який знижує питоме водоспоживання, є добрий санітарний стан басейнів, в яких практично відсутній твердий осад. Це пояснюється перш за все вживанням плаваючих гранульованих кормів високої якості, наявністю строгого контролю за їх поїданням і надвисокою щільністю посадки риби, яка своїм рухом перешкоджає осіданню екскрементів на дно басейну.

Періодичні промивки басейнів (1-2 рази на годину), пов'язані із зниженням рівня води в них до 10-20 см, також сприяють підтримці доброго санітарного стану. При вирощуванні риби рекомендується ротаційна

система, тобто система послідовного багатократного використання місткості у міру зростання риби і реалізації її частини, яка досягла товарної ваги.

Одночасно в установці міститься 2 т риби, якщо аерація води здійснюється повітрям, або 4 т риби, якщо аерація здійснюється чистим киснем. Протягом місяця маса риби в установці подвоюється. Тому на початок кожного місяця в басейнах повинно знаходитися не більше 1-2 т риби (відповідно до використовуваного способу аерації води повітрям або киснем), з тим, щоб до кінця місяця її було не більше 2-4 т. Отже, щомісячний приріст продукції складе 1-2 т або 12-24 т на рік.

Тривалість вирощування коропа до товарної маси на гранульованих кормах не перевищує 4 місяців, що дозволяє провести не менше 3 циклів на рік. Максимальна продуктивність басейну доходить до 500 кг товарного коропа на місяць. Оскільки установка розрахована на безперервний процес роботи, в басейнах повинна знаходитися одночасно риба різних розмірно-масових груп (від молоді до товарної риби).

Установка обладнана системами автоматичного контролю і управління температурним і кисневим режимами. Працюють, як правило, на водопровідній воді з мережі або з артезіанської свердловини. Зважаючи на незначне водоспоживання і обмежені розміри, установка може розміщуватись практично в будь-якому населеному пункті.

Циркуляційна система водопостачання дозволила різко знизити споживання тепла, тому підігрів води за допомогою невеликого бойлера виявився економічно доцільним. Встановлена потужність всіх електроагрегатів складає близько 8 кВт. Загальна вартість установки - близько 65 тис. євро. На думку Штелера, мінімальна кількість установок, експлуатація яких буде економічно доцільною, – 4 шт.

У місті Штульне таку кількість установок з 24 басейнами обслуговують троє робітників (поодинці за зміну) і один бригадир. Робітники роздають корми, стежать за роботою агрегатів, контролюють параметри середовища.

Вони досконально знають технологію, вміють поводитися зі всіма агрегатами і здатні ухвалювати рішення в критичних ситуаціях.

Експлуатаційні показники установок «Штелерматік» значною мірою залежать від якості кормів, які використовуються. Застосовуються збалансовані, видоспецифічні, гранульовані корми, які відрізняються високою поживною цінністю. Вугра годують тістоподібними кормами.

Собівартість вирощування риби в установках «Штелерматік» складає: товарного вугра – 4, коропа – 1,5, форель – 2,5 €/кг, зарибка форелі – 0,01€/см.

Найбільш вигідним в комерційному відношенні вважається вугор, який реалізується торговою мережею в копченому вигляді за ціною 30 €/кг. Система «Штелерматік» має низку позитивних властивостей: компактність; невеликі витрати електроенергії; висока надійність безперебійної експлуатації; наявність допоміжного аварійного устаткування; простота обслуговування, невеликий рівень шуму, відсутність специфічного запаху; висока ефективність очищення води.

Контрольні питання

1. Опишіть конструкцію і загальний принцип роботи рециркуляційної системи.
2. Які типи біофільтрів використовуються в УЗВ і їх конструктивні особливості?
3. Що таке попередня водопідготовка і для чого вона використовується?
4. Опишіть конструктивні особливості і принцип роботи системи УЗВ «Штелерматік».
5. Які переваги і недоліки має використання систем з оборотним водопостачанням?
6. Опишіть технологію вирощування райдужної форелі в системах з оборотним водопостачанням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Амбросимова Н.А., Васильева Л.М. Основные пути развития товарного осетроводства // Пробл. современного товарного осетроводства: Тез. докл. первой науч.-практ. конф. 24-25 марта 1999 г. - Астрахань, 1999. - С. 3-4.
2. Аси А. Экспериментальная рециркуляционная установка «Био-рек» для выращивания форели // Рыбное хоз-во. - 1980. - № 2. - С. 30-31.
3. Бардач Дж., Риттер Дж., Макларни У. Аквакультура. - М.: Пищ. пром-сть, 1978. - 291 с.
4. Богданова Л.К., Конрадт А.Г. Опыт многократного получения потомства от карпа за вегетационный период // Тр. ГосНИОРХ.-Л., 1979.-Вып. 143.- С. 11.
5. Бурцев И.А. и др. Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра. - М.: ВНИРО, 1984. - 22 с.
6. Бутусова Е.Н. Выращивание рыбы в замкнутых системах с очисткой воды погружными биофильтрами // Рыбное хоз-во. - 1985. - Вып. 5. - 13 с.
7. Галасун П.Т., Грусевич В.В. Биотехника выращивания канального сома во внутренних водоемах УССР. - М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1978. - 6 с.
8. Желтов Ю.А., Федоренко В.А. Экспериментальные кормосмеси для выращивания разновозрастных групп карпа на теплых водах // Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. - Киев: Выща шк., 1978. - С. 115-118.
9. Канидъев А.Н. и др. Основные направления и перспективы развития индустриального форелеводства // Биологические ресурсы развития водоемов СССР. - М.: Пищ. пром-сть, 1979. - С. 85-94.

10. Канидьев А.Н., Гриневский Э.В. Установка «Штелерматик» для непрерывного выращивания товарной рыбы // Рыбное хоз-во. - 1977. - Вып. 6. - С. 18-22.

11. Корнеев А.Н. Разведение карпа и других видов рыб на теплых водах. - М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. - 151 с.

12. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Петрова Т.Г. Первый опыт выращивания гибридов белуга х стерлядь в сетчатых садках на теплых водах ГРЭС // Рыбоводство на теплых водах СССР и за рубежом. - М.: Агропромиздат, 1969. - С. 115-124.

13. Лавровский В.В. Биологические основы механизации и автоматизации процессов кормления рыб в тепловодных хозяйствах // Сб. науч. тр. Вып. 175. - Л.: ГосНИОРХ, 1981. - 167 с.

14. Романенко В.Д. Эколого-физиологические проблемы тепловодного рыбоводства // Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. - Киев: Выща шк., 1978. - С. 6-13.

15. Титарев Е.Ф. Холодноводная аквакультура. Ч. 1-3. Холодноводное форелевое хозяйство: Учебное пособие // Рыбное хоз-во. - 2005. 238 с.