

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

УДК

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Декан факультету
тваринництва та водних
біоресурсів**

Завідувач кафедри аквакультури

_____ **Р. В. КОНОНЕНКО**

_____ **В. В. БЕХ**

« _____ » _____ 2024 р.

« _____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Рибоводно-біологічне обґрунтування до проекту рециркуляційної
аквасистеми для повноциклічного культивування сибірського осетра
Acipenser baerii stenorhynchus»**

Спеціальність 207 - «Водні біоресурси та аквакультура»

Освітня програма «Водні біоресурси та аквакультура»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

к.б.н., доцент

_____ **РУДИК-ЛЕУСЬКА Н. Я.**

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.с.-г.н., доцент

_____ **КОВАЛЕНКО В. О.**

Виконав

_____ **ПИЛИПЕНКО Д. В.**

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри аквакультури

д.с.-г.н., професор _____ Бех В. В.

“20” листопада 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Пилипенку Денису Володимировичу

Спеціальність	<u>207 «Водні біоресурси та аквакультура»</u>
Освітня програма	<u>Водні біоресурси та аквакультура</u>
Орієнтація освітньої програми	<u>освітньо-професійна</u>

Тема магістерської роботи: «Рибоводно-біологічне обґрунтування до проекту рециркуляційної аквасистеми для повноциклічного культивування сибірського осетра *Acipenser baerii stenorrhynchus*»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 31 жовтня 2023 р. № 1975
«С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.10.20

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

1. Об'єкт дослідження – технології товарного осетрівництва.

2. Предмет дослідження – теоретичне та технологічне обґрунтування до проекту рециркуляційної аквасистеми з виробництва товарної продукції ленського підвиду сибірського осетра.

3. Тип проектного господарства – індустріальний (рециркуляційна система аквакультури).

4. Технологічний цикл виробництва продукції – повний (від ікри до товарної риби).

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз сучасного стану і перспектив виробництва продукції осетрових риб в Україні і світі.
2. Аналіз літератури з теоретичних основ та практичних рішень щодо розробки проектів сучасних рециркуляційних аквасистем.
3. Вибір оптимальної конфігурації рециркуляційної аквасистеми для вирощування сибірського осетра, механізмів та облаштування для блоку регенерації води.
4. Технологія товарного вирощування сибірського осетра в рециркуляційній аквасистемі за повноцикловою схемою.
5. Розрахунки потреби проектного аквасистеми у біологічному матеріалі, кормах, технологічному устаткуванні, енерго- і водопостачанні.
6. Оцінка очікуваного економічного ефекту від вирощування сибірського осетра в рециркуляційній аквасистемі.
7. Охорона праці та безпека життєдіяльності на підприємствах аквакультури.

Перелік графічних матеріалів:

1. Фотографії і рисунки: «Складові рециркуляційної аквасистеми», «Технологічна схема виробництва продукції сибірського осетра», тощо.
2. Таблиці з результатами дослідження.
3. Презентація доповіді за темою випускної роботи у Microsoft Power Point

Дата видачі завдання

20 листопада 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Коваленко В. О.

Завдання прийняв до виконання _____ Пилипенко Д. В.

РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська робота на тему «Рибоводно-біологічне обґрунтування до проекту рециркуляційної аквасистеми для повноциклічного культивування сибірського осетра *Acipenser baerii stenorhynchus*» виконана на 102 аркушах комп'ютерного тексту, включає 11 рисунків і 3 таблиці. Текст роботи складається із Вступу, Огляду літератури за темою розробки, Матеріалів і методів дослідження, чотирьох розділів з результатами проектних розробок, розділу Охорона праці і Висновків. Список літературних джерел налічує 56 найменувань.

Мета роботи – розробити рибницько-біологічне обґрунтування до проекту рибного господарства індустріального типу з виробництва товарної продукції сибірського осетра.

Об'єкт дослідження – сибірський осетер як об'єкт товарної аквакультури.

Предмет дослідження – технологія культивування сибірського осетра в рибному господарстві індустріального типу.

Для досягнення мети проекту було поставлено наступні завдання:

- надати рибницько-біологічну характеристику сибірському осетру;
- проаналізувати джерела науково-технічної інформації щодо технологій товарного осетрівництва;
- оцінити стан і перспективи розвитку аквакультури осетрових в Україні;
- обґрунтувати вибір місця будівництва повносистемного осетрового підприємства індустріального типу;
- навести схему і детально описати технологію товарного осетрівництва на проектованому підприємстві;
- провести розрахунки потреби у виробничій площі, технологічному обладнанні, біологічному матеріалі, рибних кормах, водопостачанні під задану потужність;

- розрахувати основні планові економічні показники ефективності виробницт-ва товарної продукції сибірського осетра на спроектованому підприємстві.

При виконанні роботи було використано сучасні загальнонаукові методи досліджень та спеціальні розрахункові методи, якими користуються у рибництві. Оцінку ефективності риби на проектованому підприємстві проведено шляхом розрахунку і аналізу таких загальноовживаних економічних показників, як собівартість, прибуток і рентабельність виробництва товарної продукції рибництва.

Ключові слова: АКВАКУЛЬТУРА, РЕЦИРКУЛЯЦІЙНА АКВАСИСТЕМА, ТОВАРНЕ ОСЕТРІВНИЦТВО, СИБІРСЬКИЙ ОСЕТЕР, БАСЕЙН, БІОФІЛЬТР, ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, КОМБІКОРМ, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ.

Зміст

ВСТУП	9
РОЗДІЛ I. БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТОВАРНОГО	
ОСЕТРІВНИЦТВА (огляд літератури).....	14
1.1 Характеристики біологічних особливостей головних об'єктів індустріального осетрівництва.	14
1.1.1 Стерлядь	14
1.1.2 Білуга	15
1.1.3 Бестер	17
1.1.4 Руський осетер.....	18
1.1.5. Сибірський осетер.....	19
1.2. Огляд сибірського осетра як об'єкта індустріальної аквакультури: ..	21
1.3.1 Вирощування сибірського осетра на теплих водоймах	26
1.3.2 Садкове та ставове вирощування:	27
1.3.3 Вирощування сибірського осетра в рециркуляційних системах аквакультури:.....	29
1.5. Характеристика рециркуляційних систем аквакультури.....	29
1.6. Сучасний стан і перспективи вирощування сибірського осетра в Україні	32
РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
2.1. Методи дослідження.....	36
2.2. Рибоводно-біологічні нормативи вирощування	37
РОЗДІЛ III. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ	
ГОСПОДАРСТВА.....	39
3.1. Географічна характеристика місця будівництва	39
3.2. Проектування системи рециркуляції води	41
3.3. Складові компоненти рециркуляційної аквакультурної системи.....	43

3.3.1 Рибницькі басейни	43
3.3.2. Механічний фільтр.....	46
3.3.3. Біологічна фільтрація	47
3.3.4. Басейн-відстійник	50
РОЗДІЛ IV. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СИБІРСЬКОГО ОСЕТРА.	54
4.1. Схема технологічного процесу вирощування сибірського осетра	54
4.2. Основні технологічні операції.....	57
4.2.1 Робота з маточним поголів'ям ленського осетра.....	57
4.2.2. Отримання зрілих статевих продуктів.....	61
4.2.3. Запліднення ікри	64
4.2.4. Знеклеєння	64
4.2.5. Інкубація ікри в умовах інкубцеху:.....	67
4.2.6 Викльов:	67
4.2.7. Етап витримування передличинок	68
4.2.8 Перехід на зовнішнє живлення.....	72
4.2.9. Вирощування малька до дорослої стадії	72
РОЗДІЛ V. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	76
4.1 Рибоводно-біологічні нормативи розведення і вирощування сибірського осетра.....	76
5.2. Розрахунки потреб у біологічному матеріалі різновікових груп.....	77
5.3. Розрахунки потреб в основних засобах виробництва	79
5.4. Розрахунки потреб в комбікормах для годівлі риби	79
5.5 Розрахунки потреб у басейнах.....	80
5.6. Водогосподарські розрахунки для проектування господарства	80
РОЗДІЛ VI . ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПРОЕКТОВАНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	84
6.1. Матеріальні витрати проектного підприємства	84
6.2. Витрати на оплату праці.....	85
6.3. Витрати на амортизацію.....	86

6.4. Витрати на охорону праці	86
6.5. Інші операційні витрати	86
6.6. Загальні витрати на виробництво продукції	86
6.7. Економічні показники проектного підприємства	87
РОЗДІЛ VII. ОХОРОНА ПРАЦІ	88
ВИСНОВКИ.....	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	99

ВСТУП

Осетрові риби представляють собою унікальне явище з біологічної точки зору. Вони належать до найдавніших видів, які існують на Землі ще з часів динозаврів. Незважаючи на свій древній еволюційний вік і примітивну морфологію, ці риби змогли не лише вижити, але й поширитися на великі території Північної півкулі.

Осетрові риби мають високу стійкість до різноманітних природних чинників, таких як зміни температури, солоності та рівня кисню у воді. Вони добре захищені від хижаків вже з ранніх стадій розвитку завдяки кістковим фулькрам і специфічній поведінці в дитячому віці, а у дорослому віці їхній захист посилюється завдяки значним розмірам. Крім того, осетрові вирізняються такими властивостями, як евртермність (здатність витримувати різні температури), евригалінність (здатність жити в водах різної солоності) та еврифагія (різноманітність в харчуванні), що робить їх особливими серед інших риб [1].

Проте, незважаючи на природні адаптації, людська діяльність стала головною загрозою для існування осетрових риб. У великих природних водоймах, таких як океани, моря, річки, озера та лимани, вплив людини залишається мінімальним. Однак, чим менші акваторії, тим сильніший вплив антропогенних факторів на екосистему, що впливає на стан кормової бази і життєдіяльність осетрових риб.

Надмірний вилов риби, зокрема браконьєрство, забруднення річкових систем і нагульних територій промисловими, сільськогосподарськими та побутовими відходами, а також блокування шляхів міграції осетрових риб значно знизили їхню чисельність до критично низьких рівнів. Це стосується більшості видів осетрових риб, які нині є рідкісними або зникаючими, що, в свою чергу, негативно позначається на їх промисловому значенні [34].

Протягом кількох десятиліть людська діяльність завдала серйозної шкоди біологічному прогресу осетрових риб, який вони досягали протягом мільйонів років еволюції. В умовах рециркуляційних аквакультурних систем (РАС) вирощування сибірського осетра дозволяє не лише зберегти цей вид, але й уникнути впливу шкідливих чинників, створюючи стабільні та контрольовані умови для його розвитку та розмноження [4].

Осетрові риби, відомі своєю стійкістю до екстремальних природних факторів, виявилися вразливими до антропогенного впливу. Надмірний вилов, включаючи браконьєрську діяльність, забруднення нерестовищ та нагульних територій промисловими, сільськогосподарськими і побутовими відходами, а також перекриття шляхів міграції греблями ГЕС призвели до суттєвої втрати біологічного прогресу, якого осетрові досягали протягом мільйонів років еволюції. Всього за кілька десятиліть багато видів осетрових стали рідкісними та зникаючими, а чисельність видів, які мають промислове значення, знизилася до критичних рівнів [38].

У 1960-х роках постала необхідність у терміновому проведенні заходів з охорони та відновлення популяцій осетрових риб. Завдяки зусиллям вчених було розроблено технології штучного відтворення осетрових, запроваджено квоти на вилов цінних видів риб та заборонено промисловий вилов осетрових у морях, де в сітки часто потрапляли нестатевозрілі особини, що виключало їх з процесу природного розмноження [1].

Вирощування сибірського осетра в рециркуляційних аквакультурних системах (РАС) стало ключовим інструментом для збереження цього виду. Завдяки контролю за умовами вирощування, включаючи регулювання температури, якості води та харчування, системи РАС дозволяють вирощувати осетрів без впливу негативних зовнішніх факторів. Це сприяє збереженню популяцій осетрових риб і забезпечує стабільне отримання рибної продукції без шкоди для природного середовища.

Крім того, було проведено ряд заходів для підвищення продуктивності Каспійського моря, включаючи введення цінних кормових об'єктів та інші ініціативи. Однак, незважаючи на ці дії, запаси осетрових риб продовжували знижуватися, і цей процес різко прискорився після розпаду СРСР. Новоутворені держави Прикаспійського регіону почали неконтрольований вилов осетрових як у річках, так і в морі, що не регулювалося жодними угодами. За даними ФАО, браконьєрський вилов у Каспійському басейні досяг близько 90% порівняно з державним, фактично подвоюючи безповоротне вилучення осетрових з природних популяцій [24].

Забруднення навколишнього середовища продовжує залишатися серйозною проблемою. Системи очищувальних споруд, які раніше були встановлені на промислових підприємствах, поступово виходять з ладу, що збільшує потрапляння забруднюючих речовин у водойми. Крім того, в річки потрапляють мінеральні добрива, пестициди та гербіциди, які змиваються з полів під час дощів і танення снігу, що отруює водні екосистеми.

Сибірський осетер, хоч і демонструє відносну стійкість до екстремальних природних факторів, виявився надзвичайно вразливим до антропогенного впливу. Саме тому вирощування цього виду в рециркуляційних аквакультурних системах (РАС) набуває особливої важливості. Контрольоване середовище, яке забезпечують РАС, дозволяє мінімізувати вплив шкідливих факторів і створювати сприятливі умови для зростання та розмноження осетра, знижуючи ризик забруднення і забезпечуючи стабільне вирощування цього виду [37].

Для вирішення вищезазначених проблем необхідні спеціалісти міжнародного рівня в галузі осетрівництва, які мають глибокі знання про біологію та екологію осетрових риб, їх особливості розмноження, розвитку, фізіології, генетики, поведінки та захворювань. Такі фахівці повинні володіти поглибленими знаннями в сфері новітніх наукових розробок у галузі штучного розмноження осетрових, товарного вирощування, створення

маткових стад і генетичних колекцій, а також мати навички у вирішенні проблем охорони водойм і розробці прогресивних технологій для поповнення природних популяцій та розведення осетрових у аквакультурі. Крім того, вони повинні вміти організовувати заповідники для збереження генофонду цих цінних видів риби.

З 1985 року в Україні, поряд із роботами зі штучного відтворення осетрових, було розпочато товарне вирощування цих риби, зокрема на теплих водах електростанцій. За даними І.О. Баранникової (1995), загальна річна продукція осетрових, вирощених у ставах, становила близько 200 тонн в Україні. Це стосується таких видів, як сибірський осетер, білуга, російський осетер, стерлядь, а також шести різних гібридів [4].

Вирощені в штучних умовах осетрові риби здебільшого використовуються для задоволення місцевих потреб у рибній продукції. Товарне осетрівництво швидко розвивається в таких країнах, як США, Італія, Норвегія, Угорщина та Франція, де воно набуло значного успіху завдяки впровадженню сучасних технологій у рециркуляційних аквакультурних системах.

Зростання товарного осетрівництва неминуче пов'язане з численними міжнародними перевезеннями, зокрема ікри, личинок та молоді риби. Це свідчить про те, що товарне вирощування осетрів має не лише регіональне або загальнодержавне, але й значне міжнародне значення.

Розвиток рибного господарства є важливою складовою сталого розвитку будь-якої країни. Одним із перспективних напрямків є вирощування сибірського осетра (*Acipenser baeri*), який має високу комерційну цінність і вважається одним з найцінніших видів для аквакультури. У зв'язку з цим, проведення досліджень з рибоводно-біологічного обґрунтування виробництва сибірського осетра в умовах рециркуляційних аквакультурних систем (РАС) є актуальним та перспективним завданням [39].

Метою даного дослідження є розробка рибоводно-біологічного обґрунтування для проекту товарного господарства з вирощування сибірського осетра в умовах РАС. Для досягнення цієї мети необхідно дослідити різні аспекти виробництва сибірського осетра, включаючи особливості біології, розведення та утримання цього виду, а також економічні й екологічні аспекти організації такого господарства.

РОЗДІЛ І. БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТОВАРНОГО ОСЕТРІВНИЦТВА (огляд літератури)

1.1 Характеристики біологічних особливостей головних об'єктів індустріального осетрівництва

1.1.1 Стерлядь. Стерлядь (*Acipenser ruthenus*) (рис 1.1) населяє водойми річкових систем Чорного, Каспійського та Балтійського морів.



Рис 1.1 Стерлядь (*Acipenser ruthenus*)

Стерлядь є прісноводною рибою і постійно мешкає у руслах річок. Максимальна довжина риби становить близько 80 см. Самці досягають статевої зрілості за 4-5 років, а самки - за 7-9 років. Плодючість може варіюватися від 10 до 140 тисяч ікринок. Нерест відбувається у травні-червні при температурі води 10-12 °С на швидкій течії річки на гальковому дні. Стерлядь дозріває з інтервалом в 1-2 роки.

Стерлядь веде донний спосіб життя і переважно харчується личинками комах та червами. Розміри цієї риби зазвичай невеликі, і вона значно менша за інших осетрових. Промислові розміри стерляді становлять 30-65 см (0,5-2 кг), іноді зустрічаються особини довжиною 80-120 см (3-4 кг, іноді - до 8 кг). Стерлядь, як і інші осетрові види, досить вимоглива до умов середовища, зокрема, вмісту розчиненого у воді кисню, який повинен складати не менше 6 мг/л [2].

Цю рибу використовують у промисловому осетрівництві як чисту форму, а також для гібридизації з білугою, осетром, шипом та іншими видами риб. Стерлядь занесена до Червоної книги України і потребує проведення робіт з її реакліматизації.

Стерлядь має потенціал для успішного вирощування в індустріальній аквакультурі, особливо з урахуванням її швидкої досягнення статевої зрілості та високої плодючості. Головною слабкою стороною даного виду являється її відносно малий розмір, що в подальшому може негативно вплинути на розвиток господарства.

1.1.2 Білуга. Білуга - (*Huso huso*) (рис 1.2) є найбільшою з осетрових риб. У минулому столітті були випадки вилову окремих особин віком більше 100 років і масою близько півтори тонни. В середньому, самки білуги, які раніше заходили в річки на нерест, мали довжину тіла від 210 до 280 см і масу від 85 до 130 кг, а самці - від 160 до 230 см і від 55 до 90 кг. Наразі білуга практично зникла з уловів, навіть осетрові рибоводні заводи мають лише декілька одиниць даного виду у ремонтно-маточному стаді. Відомо, що в річці Дон самки білуги дозрівали в 16-17 років, а самці - в 14-15 років; у річках, самки - в 18-20, а самці - в 14-15 років. Плодючість самок білуги (абсолютна) становить приблизно 800 тисяч ікринок (від 200 тисяч до 7000 тисяч ікринок) [2].



Рис 1.2 Білуга (*Huso huso*)

На сьогоднішній день білуга є рідкісним і зникаючим видом. Раніше ця риба мешкала в Каспійському, Чорному, Азовському та Адріатичному морях.

Білуга здійснювала анадромні міграції, заходила на нерест у річки, що впадають у відповідні моря. У Каспійському морі основною річкою для нересту була Волга, частково Урал і Кура. Цю рибу також зустрічали в річках Сефідруд і Горган на південному побережжі Каспійського моря (Іран). У Чорному морі вона заходила на нерест у річки Кавказького узбережжя, зокрема в Ріоні, Дунаї, Дністері, Південному Бузі, Дніпрі та річки східного узбережжя морів [13].

Анадромні міграції білуги були схожими в усіх частинах колишнього їх ареалу. Вони мали яру (весняну) і озиму (зимову) раси. У ярої раси нерестовий хід в річки починався рано навесні, досягав піку в середині і кінці літа, і завершувався пізно восени. Озима раса не розмножувалася в той же рік, коли заходила в річки. Ці білуги зимували в річках і розмножувалися наступного року. Наявність озимих і ярих рас у осетрових риб була пов'язана з доцільністю повного використання нерестових місць, а також збільшувала внутрішньопопуляційну гетерогенність і збільшувала життєздатність виду.

Нерест у білуги спостерігався за температури води 7-15°C, ембріогенез за температури 7-17°C тривав 8 днів.

Після вилуплення молодь білуги починала міграцію до моря. У Каспійському морі основні нагульні поля білуги розташовані у північній акваторії. У прилеглий зоні молодь харчувалася безхребетними, а зростанням переходила на рибу. В межах Каспійського моря були сезонні міграції: навесні і влітку більшість особин концентрувалася у північній частині моря на основних нагульних полях, а восени і взимку вони мігрували у середню і південну частину моря [4].

Білуга, як найбільша серед осетрових риб, має потенціал для індустріального вирощування, проте, враховуючи її рідкісний статус та пізне дозрівання виду, робить даний вид досить складним для індустріального вирощування.

1.1.3 Бестер. Бестер - це гібрид білуги (*Huso huso*) і стерляді (*Acipenser ruthenus*), який успішно поєднує в собі господарські якості обох батьківських видів. Він успадковує від білуги високий темп росту та характер хижака, а від стерляді - здатність жити у прісній воді та раннє статеве дозрівання. Цей міжродовий гібрид проявив здатність до відтворення (рис 1.3).



Рис 1.3 Бестер

Бестер має широкий діапазон екологічної пластичності і добре переносить умови як прісноводних, так і солонуватоводних водойм. Він вимагає певних умов середовища, зокрема, оптимальний вміст кисню у воді складає 6-12 мг/л. Бестер віддає перевагу воді з реакцією слабколужною та лужною, з рН від 7,3 до 8,4. Риба чутлива до органічного забруднення води, тому перманганатна окислюваність не повинна перевищувати 10 мгО/л [2].

Найбільш сприятлива температура води для вирощування бестера знаходиться у межах 20-25°C. Підвищення або зниження температури води може призвести до послаблення активності живлення та затримки у рості.

Темп росту гібридів бестера залежить від складу їхньої крові, де більший внесок швидкоростучої білуги може призвести до швидшого росту. Це вказує на можливість створення різних порід бестера з різними характеристиками.

Бестера можна вирощувати як у басейнах, так і у садках. Відомі такі породи бестера, як "Вніровський", "Бурцевський" та "Аксаїський". Вирощування осетрових у полікультурі з рослиноїдними рибами також є

ефективним методом, а підсадка певних видів риб може сприяти їхньому розвитку. Бестер легко приймає штучні комбікорми, що спрощує процес годівлі [4].

Бестер, як гібрид білуги та стерляді, має значний потенціал для вирощування в індустріальній аквакультурі. Його екологічна пластичність та стійкість до забруднення води роблять його привабливим варіантом для вирощування в товарній аквакультурі. Потреба у дотриманні оптимальних умов середовища та дбайливе управління вимагають відповідних ресурсів та експертизи. Загальна ефективність вирощування бестера може бути забезпечена за умови забезпечення необхідних умов середовища та дотримання правильних управлінських практик.

1.1.4 Руський осетер. Руський осетер - (*Acipenser güeldenstäedtii* Brandt et Ratzeburg) (рис 1.3) є мешканцем басейнів Азовського, Чорного і Каспійського морів, формуючи окремі місцеві популяції. Статеву зрілість досягає у віці 8-15 років. За проходженням віку він переходить від споживання переважно нектобентосу до типових донних водних організмів. Однак запаси цього виду у морях Азовському, Каспійському і Чорному значно зменшені.

Руський осетер добре пристосований до умов штучного вирощування. Його легко перевести до споживання штучних комбікормів від личинкового віку. Вироблення умовного рефлексу на годівлю відбувається легко. Умови утримання в садках і басейнах сприятливі, і риба переважно концентрується біля дна ємностей [13].



Рис 1.3 Руський осетер (*Acipenser güeldenstäedtii* Brandt et Ratzeburg)

Оптимальна температура для вирощування становить 20-24°C, але він може добре рости при нижчих температурах. Проте, цей вид погано переносить високі температури води до 30°C. У разі зимівлі в садках, що розташовані у замерзаючих водоймах, осетер може втратити значну частину маси. Погіршення умов середовища через біологічне забруднення садків та накопичення продуктів обміну призводить до сповільнення росту руського осетра.

1.1.5. Сибірський осетер. Сибірський осетер (*Acipenser baerii*) (рис 1.4) - в природних умовах досягає довжини 2 м і живої маси близько 200 кг. Росте повільно. Самці дозрівають у віці 11-13 років, самки - 17-18 років.



Рис 1.4 Сибірський осетер (*Acipenser baerii*)

Даний вид осетра мешкає у всіх басейнах річок Сибіру. Весь життєвий цикл сибірського осетра пов'язаний з прісними водами; його популяції, що населяють пониззя річок, не виходять за межі прісних або слабо солоних вод, на нерест піднімається у верхів'я річок. Виділяють такі основні популяції сибірського осетра: обська, енісейська, байкальська, ленська [2].

Розмноження сибірського осетра, як і більшості осетрових, в природних умовах відбувається не щорічно, періодичність повторних нересту у самок складає в середньому близько 5 років, а самців 3 років.

Нерест сибірського осетра відбувається наприкінці травня-червні при температурі води від 12 до 18°C на піщано-галечникових і галечникових ґрунтах на глибині 4-8 м при швидкості течії 2-4 км/год.

Сибірський осетер є надзвичайно пластичним видом щодо харчування. Склад його їжі істотно змінюється в межах ареалу, в різних вікових групах і протягом року. Сибірський осетер є типовим бентофагом, основу харчування складають личинки хірономід, гаммарід, молюсків, бокоплавів та ін. Вікові зміни розміру і складу харчових організмів осетра виражаються в розширенні спектру харчування і збільшенні ролі більших форм зі збільшенням розмірів риб. Починаючи з віку 3-5 років, особини більшості популяцій осетра, за винятком єнісейської, частково переходять на хиже харчування, а в окремих випадках (оз. Байкал) дорослі особини харчуються переважно рибою. На більшій частині ареалу сибірський осетер не припиняє харчуватися взимку [2].

Інтенсивне зростання осетра відбувається при температурі 15-25°C, однак продовжується і в холодну половину року (10-11°C), на яку припадає 20-30% річного приросту. На теплих водах Ленський осетер зростає в 7-9 разів швидше, ніж у природі. Трилітки, вирощені в тепловодному господарстві, важать в середньому 1,5-2 кг (максимальна маса риби 3,6 кг) і мають приблизно таку ж масу, як одинадцятилітні осетри в Лені. Шестирічки в теплій воді досягають середньої маси 5,5 кг (максимальна-9,1 кг), що вище аналогічного показника для риб віком 21 рік в Олені (5 кг). Товарної маси 1 кг досягає на другому році життя[4].

Сибірський осетер не має складнощів із проживанням в прісній воді та не вибагливий до їжі. Він живиться цілий рік, включаючи зиму та льодостав. Крім того, він стійкий до паразитарних захворювань. Хоча ріст ленського осетра повільний, він має величезний потенціал для зростання при більш сприятливих умовах.

Досить високі результати росту проявляються у сибірського осетра при вирощуванні в аквакультурі: даний вид може витримувати температуру води до 30°C, найбільш інтенсивний ріст проявляється при температурі води 15-25°C.

Хоча сибірський осетер не показує високі результати набору маси у природних умовах, за вирощування даного виду в штучних умовах аквакультури, таких як РАС, швидкість росту зростає щонайменше в 7-9 разів у порівнянні зі природним середовищем, що робить даний вид цікавим для індустріальної аквакультури.

1.2. Огляд сибірського осетра як об'єкта індустріальної аквакультури

Сибірський осетер (*Acipenser baerii*) є великою рибою, що зазвичай досягає довжини до 2 метрів і ваги близько 200 кг. Цей вид росте дуже повільно в природних умовах середовища.

Дозрівання самців відбувається у віці 11-13 років, а самки - у віці 17-18 років.

Цей вид родини осетрових зустрічається у всіх басейнах річок Сибіру. Весь його життєвий цикл пов'язаний з прісними водами; популяції, що мешкають у нижній течії річок, не відходять від прісних або слабосолоних вод, для нересту вони піднімаються до верхів'я річок. Зазначаються такі основні популяції сибірського осетра: обська, енісейська, байкальська, ленська.

Розмноження сибірського осетра, як і інших представників осетрових риб, в природних умовах не відбувається щорічно. Середня періодичність повторних нерестів у самок становить близько 5 років, у самців - 3 роки. Нерест сибірського осетра припадає на кінець травня-червень і відбувається при температурі води від 12 до 18°C. Цей процес відбувається на піщано-

галечникових і галечникових ґрунтах на глибині 4-8 м при швидкості течії 2-4 км/год.

Абсолютна плодючість сибірського осетра варіює від 16 тис. (Ріка Олена) до 3,5 млн. ікринок (річка Об), що зумовлено різницею у розмірі самок. Відносна плодючість самок коливається від 6 до 33 тис. ікринок на кг живої маси [4].

Харчовий режим сибірського осетра є дуже адаптивним. Склад його живлення значно варіюється залежно від місця проживання, віку та сезону. Цей вид риби в основному споживає різноманітних безхребетних, таких як личинки хірономід, гаммаріди, молюски і бокоплати. У різні вікові періоди осетри розширюють свій раціон та починають полювати на рибу. Починаючи з 3-5 років, багато особин цього виду починають споживати хижу їжу, іноді навіть переважно рибу, особливо в деяких регіонах, таких як озеро Байкал. На більшості території свого ареалу осетер продовжує шукати їжу і взимку. Незважаючи на повільний ріст, особливо в річці Лені, де він досягає довжини 80-100 см та маси 3-4 кг до 15-20 років, цей вид має значний потенціал для росту, особливо в сприятливих умовах [2].

Раціон живлення є початковим етапом у господарському використанні осетра. Це включає розробку методів отримання заплідненої ікри в умовах Ленського озера і її транспортування на великі відстані у пінопластових ящиках з льодом. З 1973 року ведуться дослідження щодо формування стад маточних осетрів у рибництвах у європейській частині країни.

Осетер інтенсивно росте при температурі 15-25°C, але також збільшує свою масу протягом холодної частини року (10-11°C), коли припадає 20-30% річного приросту. В теплих водах ріст Ленського осетра відбувається в 7-9 разів швидше, ніж у природних умовах. Трирічні осетри, вирощені в тепловодному господарстві, в середньому важать 1,5-2 кг (максимальна маса 3,6 кг) і мають майже таку ж масу, як одинадцятирічні осетри з Ленського озера. Шестирічні особини в теплих водах досягають середньої маси 5,5 кг

(максимальна - 9,1 кг), що перевищує аналогічний показник для риби віком 21 рік у природних умовах (5 кг). Товарної маси 1 кг досягають на другому році життя [13].

Одним з важливих досягнень в рибному господарстві стало створення маточного стада Ленського осетра в умовах штучного вирощування та отримання від нього високоякісного потомства. Плідність статевозрілих самок і самців демонструє швидше досягнення статевої зрілості, порівняно з осетром Лені: самці стають готовими для розпліду у віці 3-4 роки, а самки - у 6-7 років. У 1981 році на Конаковському рибного заводу ВНПО було вперше отримано ікру і молодь від особин, вирощених у басейнах. Робоча плодючість самок, які мають масу 5 - 10 кг, склала 50-100 тисяч ікринок (у середньому 10 тисяч ікринок на 1 кг маси). Змінюючи температурний режим, можна отримувати зрілі статеві продукти у різний час року. Самці статевозрілі регулярно, щорічно, але самки дозрівають повторно з інтервалом 1,5-3 роки [2].

На сьогоднішній день сибірський осетер знаходиться на межі вимирання через кілька факторів, таких як надмірний вилов, забруднення водойм та зміни в природних умовах для розмноження. Згідно з даними Міжнародного Союзу охорони природи, близько 85% осетрових риб знаходяться на межі зникнення. Особливо складна ситуація із ленським осетром, який зникає у природних водоймах через деградацію природного середовища та браконьєрство.

Хоча запаси сибірського осетра залишаються досить стабільними, але вони значно зменшилися за останні роки через порушення екологічної рівноваги та вплив людської діяльності на водні екосистеми. Також відсутність чітко визначеної системи захисту та контролю за запасами може призвести до його виходу з експлуатації. Тому необхідно вжити заходів для захисту та відновлення запасів ленського осетра, включаючи узгодження мережі захисту водних екосистем.

Більшість річок, де зустрічався сибірський осетер, були зарегульовані з 50-х років минулого століття, що призвело до втрати багатьох місць для мешкання цього виду риб. Особливо постраждали його мігруючі форми через перервання тривалих міграцій до місць нересту непрохідними бар'єрами гребель гідроелектростанцій.

Сучасний стан різних популяцій і форм сибірського осетра оцінюється як "уразливий" і "загрожуючий". Чисельність сибірського осетра дуже низька. Відомостей про загальний розмір виду та його субпопуляцій немає в літературі. Також невідомий стан популяцій сибірського осетра у водоймах, де він був інтродукований[24].

Проте припускається, що всі популяції сибірського осетра перебувають у депресивному стані, їх розмір та ареал постійно зменшуються з кінця 30-х років. Це зменшення може бути відображене у рибальській статистиці для найбільш численної популяції, що забезпечувала 80% загальних виловів сибірського осетра: у 1932-1938 роках щорічний вилов становив понад 1400 тонн, поступово знизився до 152 тонн у 1979 році, а у 1994 році було виловлено близько 9,2 тонн [2].

Сибірський осетер легко пристосовується до життя в прісній воді і не вимагає особливих умов щодо харчування. Він активно шукає їжу протягом усього року, включаючи зиму та період льодоутворення. Крім того, він має високий ступінь стійкості до паразитарних захворювань. Хоча зріст сибірського осетра може бути повільним, при наявності сприятливих умов він має великий потенціал для зростання.

Дозріваючи у мінімальних розмірах для свого виду та на відносно ранньому етапі, самці можуть досягати статевої зрілості від 9 до 10 років і досягати розмірів у 65-70 см та ваги від 1,5 до 2 кг, тоді як самки дозрівають у віці від 12 до 13 років і досягають довжини у 70-75 см та ваги від 2 до 2,5 кг. Хоча природні річки можуть сповільнити набір маси сибірського осетра, він має великий потенціал для росту в більш сприятливих умовах.

Вирощування сибірського осетра в аквакультурі показує значні результати росту, з особливо високими темпами при температурі води від 15 до 25°C. У теплих водах індустріальних господарств, ріст може бути у 7-9 разів швидшим, ніж в природних водоймах [4].

Одним з ключових досягнень у сфері аквакультури осетрових є створення високоякісного маточного стада, що сприяє ефективному відтворенню. Цікаво, що статева зрілість настає в цьому виді риб швидше, ніж у більшості інших осетрових видів: самці можуть дозрівати від 3 до 4 років, а самки - від 6 до 7 років. Революційним визнано отримання ікри та мальків від нерестовиків, вирощених на риборозпліднику, що відбулося в 1984 році, що стало важливим кроком у сфері рибництва.

У теплих водах спостерігаються помітні зміни у фенотипі сибірського осетра, зі значними змінами у 21 з 27 пластичних характеристик порівняно з вихідною популяцією з річки Лена. Ці зміни охоплюють різноманітність розміру голови, морфології спинного плавника та інших зовнішніх особливостей.

1.3 Огляд технологій товарного осетрівництва

Сибірський осетер, комерційно вигідний об'єкт вирощування через високий ринковий попит на цінну ікру та м'ясо. Хоча традиційно вирощують у ставах і садках у природних теплових умовах, цей метод часто призводить до повільніших темпів росту, коли осетри зазвичай досягають маси 1-2 кг до 4-5 років. Проте з розвитком технологій, особливо в системах аквакультури, з'явилися більш ефективні методи вирощування.

Рециркуляційні системи аквакультури (RAS) стали одним з найбільш перспективних методів вирощування осетрових видів риб, в тому числі і сибірського осетра. Ці системи пропонують ряд переваг перед традиційними методами, зокрема можливість повністю контролювати умови вирощування.

У РАС вода постійно переробляється та очищується, мінімізуючи використання води та вплив на навколишнє середовище, забезпечуючи оптимальні умови для росту осетрових[9].

Контрольоване середовище РАС дозволяє точно регулювати температуру води, рівень кисню та концентрацію поживних речовин, забезпечуючи оптимальні умови. Крім того, РАС можна впроваджувати в різних умовах, у тому числі на наземних об'єктах, що робить його придатним для комерційних операцій у регіонах, де природні умови можуть бути не ідеальними для вирощування осетрових.

Технологічний прогрес дозволяє адаптувати системи автоматизації та моніторингу в рециркуляційних системах аквакультури, дозволяючи дистанційно контролювати найважливіші параметри. Це не тільки підвищує ефективність роботи, але й дозволяє швидко реагувати на будь-які відхилення від оптимальних умов, тим самим мінімізуючи ризик виникнення нештатних ситуацій і забезпечуючи постійний ріст і якість вирощеної риби [14].

1.3.1 Вирощування сибірського осетра на теплих водоймах.

Сибірський осетер, як важливий вид у сфері аквакультури, демонструє чудову пристосованість до змін умов навколишнього середовища, особливо добре адаптується до теплих вод. Ця адаптивність викликала значний інтерес до його вирощування в комерційних цілях.

Здатність сибірського осетра розвиватися при високій температурі води, до 30°C, стала ключовим фактором його успішного вирощування. Оптимальний температурний діапазон для росту становить 15-25°C, даний вид може рости в сім-дев'ять разів швидше на тепловодних водоймах порівняно з природним середовищем існування, при зниженні температури води (10-11°C) даний об'єкт продовжує досить активно рости [27].

Дослідження показують, що культивування в теплій воді викликає швидкі та виражені зміни зовнішнього вигляду, що перевершує відмінності

на рівні підвидів. Варіації в пропорціях тіла, включаючи морфологію розщілини нижньої губи та відстані між дорсальним і черевним аспектами, очевидні [31].

Спостережувані зміни в позиціонуванні плавників, які потенційно пояснюються просторовими обмеженнями, збігаються з прискореним темпом росту, який спостерігається на тепловодних фермах. Також фіксують зміну кількості плавних променів і кількість щитків, вони підкреслюють здатність виду пристосовуватися до нових навантажень навколишнього середовища [4].

Перспективи культивування ленського осетра в теплих водах вважаються перспективними, оскільки він пропонує універсальність географічного розміщення незалежно від кліматичних обмежень.

1.3.2 Садкове та ставове вирощування. Сибірського осетра вирощують також в ставах і садках в умовах природного термічного режиму. Темп зростання при цьому нижче, ніж на теплих водах, маса 1 - 2 кг осетра досягають на 4 - 5 році життя.

Ставове рибицтво — це вид господарської діяльності з використанням високопродуктивних видів риби, які вирощуються в спеціально обладнаних природних і штучних водоймах. Мета — отримання рибної продукції. Ця практика передбачає цілий спектр заходів, включаючи облаштування водойм. Такі завдання, як копання котлованів, будівництво дамб і насипів, встановлення систем водопостачання та водовідведення, а також встановлення пасток для риби є невід'ємними. Крім того, це передбачає застосування науково розроблених методів розведення, штучного відтворення, годівлі та підтримки оптимальних умов для досягнення високої продуктивності [11].

В одній водоймі можуть співіснувати один або декілька видів риби. Однак необхідно враховувати особливі вимоги та сумісність кожного виду. Деякі види риби процвітають у холодній проточній воді, багатій киснем, тоді

як інші віддають перевагу теплій стоячій воді, багатій органічними речовинами, але з низьким вмістом кисню. Крім того, деякі види живуть виключно в прісноводному середовищі, інші – в солоній воді, тоді як деякі виявляють пристосованість до обох середовищ існування.

Годівля риби може проводитися як вручну, так і автоматично, за допомогою автоматичних годівниць. Годівля здійснюється в одних і тих же ділянках водойми з однаковою періодичністю, зазвичай 2-3 рази на добу. Дозування корму повинно враховувати потреби риби, уникати перегодовування або недостатньої годівлі. Обсяг добової дози корму коливається в залежності від живої маси риби [2].

Раціон розробляється з урахуванням видових переваг риби, враховується інтенсивність або напівінтенсивність методики годівлі, а також оптимальне співвідношення протеїну, жирів і рослинних компонентів [7].

Садкове рибництво має свої переваги в порівнянні з вирощуванням в ставах. Головною перевагою є те, що садки можуть розташовуватися безпосередньо на водоймах, у тому числі комплексного призначення, і займати лише їх частину, що дає можливість використовувати водні ресурси не лише для рибництва, а й для інших галузей.

Ще однією перевагою є те, що садковим господарствам не потрібно вилучати значні площі землі із сільськогосподарського обороту, як для ставових господарств, а капітальні витрати на будівництво берегових будівель і споруд приблизно порівнянні з такими ж витратами як у ставових господарствах.

При садковому вирощуванні риби не потрібно створювати примусовий водообмін і витрачати електроенергію на відкачування води, як, наприклад, на басейнових фермах. У садках весь водообмін відбувається пасивно, що не вимагає зусиль людини, водообмін, який створюється самими рибами під час руху в садках, також за рахунок хвильового перемішування. Завдяки цьому в

садах відбувається постійне оновлення води і її якість стабільна в межах рибальських норм навіть при значній щільності посадки риби [5].

1.3.3. Вирощування сибірського осетра в рециркуляційних системах аквакультури. Технологія вирощування осетрових у басейнах із зворотнім водопостачанням дозволяє не лише отримувати високоякісну товарну продукцію протягом коротшого періоду, але й забезпечує більший прибуток, що доводиться високим рівнем рентабельності [37].

Основними об'єктами в системі РАС є бестер, стербел, білуга, сибірський осетер, стерлядь та інші види. Головною умовою інтенсивного вирощування рибної продукції в установках замкнутого забезпечення є оптимізація температурного режиму. Оптимальний термічний режим для росту осетрових риб знаходиться в межах від 20°C до 22°C. При виборі оптимальної температури для вирощування осетрових риб в системах з замкнутим водопостачанням враховують забруднення води метаболітами риб, витрату кисню на насичення води, швидкість розпаду зважених речовин і умови існування мікроорганізмів у системі біофільтрації води [15].

1.5. Характеристика рециркуляційних систем аквакультури

Рециркуляційні системи аквакультури (RAS) — це об'єкти, розташовані як на відкритому повітрі, так і в приміщенні, призначені для мінімізації використання води шляхом фільтрації, регулювання та повторного використання води. На відміну від традиційної аквакультури у ставках або відкритих водоймах, RAS використовує процес рециркуляції води, що дозволяє контролювати умови вирощування та відводити відходи життєдіяльності водних організмів. Крім того, система рециркуляції знижує ризик передачі хвороб і паразитів [36].

RAS пропонує більш стабільне виробництво продуктів харчування шляхом вирощування більш витривалої риби, зменшення споживання прісної води та

скорочення транспортних відстаней, оскільки рибу можна вирощувати ближче до ринків. Здатність регулювати умови культивування дозволяє створювати установки RAS майже будь-де, незалежно від місцевих умов.

Однак створення установки RAS, як правило, є дорогим, з високими інвестиційними витратами та значним споживанням енергії, пов'язаним із технологією рециркуляції, що вимагає кваліфікованого управління [28].

Забезпечення добробуту риби в RAS не гарантується, з випадками масової смертності в результаті недоліків конструкції або технічних проблем у замкнутій системі. Крім того, неналежне управління системою може призвести до того, що у риби з'явиться небажаний смак при її споживанні.

У світі, який бореться зі зростаючим населенням, обмеженими рибними ресурсами, проблемами навколишнього середовища через традиційну аквакультуру та перевагою споживачів екологічно чистих продуктів місцевого виробництва, RAS набирає обертів. Численні компанії з ЄС очолюють технологічний прогрес у цій галузі [28].

Рециркуляційна система має містити необхідні компоненти, такі як:

Системи фільтрації. Технології очищення води гарантують, що вода залишається чистою та безпечною для об'єктів вирощування. Вони можуть включати механічну фільтрацію, біологічну фільтрацію, хімічну фільтрацію також такі методи очищення як УФ-стерилізація, обробка озonomом та інші.

Системи моніторингу та контролю. Ці системи допомагають підтримувати оптимальні умови в системі рециркуляції. Вони можуть містити датчики для моніторингу параметрів якості води, таких як рівень розчиненого кисню, рН і температура. Системи автоматизації регулюють таке обладнання, як насоси та клапани, а сигналізація сповіщає операторів про будь-які проблеми, які потребують уваги [38].

Параметри в системах рециркуляції аквакультури мають вирішальне значення для підтримки оптимальних умов для водних організмів. Вони включають:

Параметри якості води: Моніторинг таких параметрів, як рівень розчиненого кисню, концентрація аміаку, рівень рН і температура, щоб переконатися, що вони залишаються в діапазоні, прийнятному для видів, що вирощуються.

Швидкість водообміну в системі: керування швидкістю потоку води в системі та швидкістю обороту води. Це забезпечує достатній рівень кисню та розподіл поживних речовин, запобігаючи накопиченню відходів [38].

Енергоспоживання: моніторинг та керування споживанням енергії системою, зокрема від насосного та аераційного обладнання. Оптимізація використання енергії допомагає зменшити експлуатаційні витрати.

Переваги та проблеми систем рециркуляції аквакультури:

Переваги:

1. Збереження води: системи рециркуляції значно зменшують використання води порівняно з традиційними методами аквакультури. Завдяки безперервній фільтрації та повторному використанню води ці системи зводять до мінімуму потребу в прісній воді та пом'якшують вплив на навколишнє середовище.

2. Контроль захворювань: RAS пропонують кращий контроль захворювань порівняно з відкритими системами. Контролюючи якість води та обмежуючи вплив зовнішніх патогенів, системи рециркуляції допомагають мінімізувати ризик спалахів захворювань, зменшуючи потребу в методах лікування.

3. Підвищена ефективність виробництва: системи рециркуляції забезпечують більшу щільність посадки та цілорічне виробництво, що призводить до збільшення рибної продукції при меншій площі. Завдяки оптимальному контролю над параметрами навколишнього середовища, такими як температура та рівень кисню, можна максимізувати швидкість росту та ефективність виробництва [19].

Виклики:

1. Початкові інвестиції: Впровадження систем рециркуляції вимагає значних початкових інвестицій в інфраструктуру, обладнання та технології.

2. Технічна складність: Експлуатація та технічне обслуговування систем рециркуляції потребують спеціальних знань і досвіду. Управління параметрами якості води, усунення несправностей обладнання та попередження збоїв системи вимагають кваліфікованого персоналу та постійного навчання.

3. Вимоги до технічного обслуговування: RAS вимагають регулярного технічного обслуговування, щоб забезпечити належне функціонування та запобігти збоєм системи. Такі компоненти, як насоси, фільтри та датчики, необхідно обслуговувати, відкалібрувати та замінювати за потреби. Недбале обслуговування може призвести до погіршення якості води, зниження виробництва та збільшення ризику спалахів захворювань.

4. Енергоспоживання: системи рециркуляції покладаються на насоси, системи аерації та інше обладнання, яке споживає енергію. Високе споживання енергії не тільки сприяє збільшенню експлуатаційних витрат.

5. Ризик системних збоїв: незважаючи на прогрес у технології та можливостях моніторингу, системи рециркуляції залишаються вразливими до механічних збоїв, відключень електроенергії та людських помилок. Збої в системі можуть призвести до катастрофічних втрат водних популяцій і доходів, що підкреслює потребу в надійних резервних системах і планах на випадок непередбачених ситуацій.

Вирішення цих проблем вимагає постійних досліджень, інновацій та співпраці в галузі аквакультури для розробки економічніших, енергоефективних і стійких систем рециркуляції.

1.6. Сучасний стан і перспективи вирощування сибірського осетра в Україні

На сьогоднішній день сибірський осетер (*Acipenser baerii*) є одним із важливих об'єктів індустріальної аквакультури, зокрема в Україні. Його вирощування має велике значення через високий попит на рибу та ікру на міжнародному ринку, а також через те, що цей вид добре адаптується до умов штучних середовищ і технологічних систем, таких як рециркуляційні аквакультурні системи (RAS). Незважаючи на те, що сибірський осетер зазнав значних втрат внаслідок браконьєрства, деградації природних ареалів і забруднення вод, його популяція в аквакультурі продовжує зростати завдяки прогресу в технологіях вирощування та постійному збільшенню інтересу до комерційного рибництва в Україні [4].

Україна, маючи значний потенціал у сфері рибництва завдяки своїм водним ресурсам та історичним традиціям рибальства, поступово переймає міжнародний досвід у вирощуванні осетрових риб. Особливо популярним є вирощування сибірського осетра в умовах закритого водопостачання (RAS), що дозволяє контролювати параметри води та створювати оптимальні умови для інтенсивного росту риби. Вирощування в рециркуляційних системах має ряд переваг, включаючи зниження використання води, контроль за якістю води, а також мінімізацію впливу на довкілля. Це особливо важливо в умовах змін клімату та зростаючої конкуренції за водні ресурси.

У світі рециркуляційні системи аквакультури вважаються найбільш перспективними для вирощування осетрових видів, і Україна також робить кроки у цьому напрямку. Створення спеціалізованих комплексів із замкнутим водопостачанням дозволяє не тільки покращити ефективність вирощування, а й отримати продукцію високої якості. Такі системи дозволяють оптимально регулювати температуру води, її кисневий баланс та інші важливі параметри для росту осетра. Крім того, вони мінімізують ризик поширення хвороб, що є критично важливим у комерційному рибництві. Наразі в Україні вже функціонує кілька таких систем, що демонструють

позитивні результати в галузі вирощування осетрових, зокрема сибірського осетра [28].

Перспективи вирощування сибірського осетра в Україні багатообіцяючі. По-перше, є значний ринковий попит на ікру осетрових риб, особливо на міжнародному ринку, де ціна на цей продукт залишається високою. Це створює сприятливі економічні умови для розвитку індустрії аквакультури. По-друге, сибірський осетер добре адаптується до штучних умов, що робить його одним із найперспективніших об'єктів для вирощування в Україні. При правильному управлінні та дотриманні технологічних вимог риба швидко росте та демонструє високу рентабельність [23].

Однак є й виклики, з якими стикається галузь осетрівництва в Україні. Одним із ключових є потреба у значних початкових інвестиціях для створення рециркуляційних аквакультурних систем. Високі витрати на будівництво та експлуатацію таких систем, включаючи витрати на енергію та контроль параметрів води, є серйозним бар'єром для багатьох малих і середніх підприємств. Крім того, система управління такими комплексами вимагає висококваліфікованого персоналу, здатного оперативно реагувати на зміни у стані води, моніторити рівень кисню, рН, вміст аміаку та інші важливі параметри. Неправильне управління може призвести до значних втрат риби, що суттєво вплине на прибутковість підприємства [25].

Ще однією проблемою є брак чіткої державної стратегії підтримки розвитку аквакультури в Україні. Хоча уряд в останні роки зробив кілька кроків у напрямку підтримки рибництва, недостатнє фінансування, відсутність субсидій на інноваційні технології та обмеженість доступу до вигідних кредитів гальмують розвиток галузі. Необхідно розробити програми фінансової підтримки для підприємств, що займаються вирощуванням осетрових риб, а також забезпечити доступ до освітніх програм для підготовки кваліфікованих кадрів [10].

Попри ці виклики, Україна має всі необхідні передумови для подальшого успішного розвитку аквакультури сибірського осетра. На міжнародному рівні Україна може отримати доступ до нових ринків, де спостерігається високий попит на продукцію. Важливу роль відіграє і те, що технології вирощування сибірського осетра дозволяють створювати високоякісну продукцію, яка відповідає вимогам як внутрішнього, так і міжнародного ринку.

У перспективі варто очікувати, що вирощування сибірського осетра в Україні продовжить розвиватися завдяки впровадженню інновацій, зокрема автоматизованих систем моніторингу та управління, які дозволять ще більше підвищити ефективність роботи аквакультурних комплексів. Крім того, розвиток досліджень у сфері осетрівництва сприятиме вдосконаленню методів годівлі, профілактики захворювань та підвищенню продуктивності риби. Сибірський осетер залишається важливим об'єктом для індустріального вирощування, і Україна має всі шанси стати одним із ключових гравців на ринку осетрової продукції у Європі та за її межами.

РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методи дослідження

В якості об'єкта досліджень було обрано сибірського осетра (*Acipenser baerii*)

У процесі проектної роботи досліджувалися біологічні особливості та рибогосподарська цінність сибірського осетра, а також технологія повноциклічного вирощування в умовах рециркуляційних аквакультурних систем.

Під час виконання дослідження були застосовані як загальнонаукові, так і спеціалізовані методи, характерні для рибогосподарської галузі.

Для обґрунтування вибору об'єкта риборозведення і відповідної технології його вирощування використовувався метод аналізу науково-технічної інформації. Метод пошукових досліджень був застосований при виборі місця будівництва рибного господарства.

Оцінка потреб підприємства у сировині, матеріалах, технологічному обладнанні, механізмах і водопостачанні проводилася методом зворотних розрахунків, базованих на плановій потужності виробництва товарної продукції з використанням рибницько-біологічних нормативів.

Оцінювання планових результатів діяльності проектного підприємства з вирощування сибірського осетра здійснювалося за допомогою методу розрахунку основних техніко-економічних показників, загальноприйнятих в рибогосподарській галузі.

Для теоретичного обґрунтування проекту було використано ряд літературних джерел з товарного вирощування сибірського осетра.

Пошукові дослідження щодо вибору місця будівництва форелевого господарства враховували близькість до ринків збуту продукції, робочої

сили, районів закупівлі кормів, транспортних мереж, існуючих комунікацій та джерел водопостачання, а також вимог до якості води.

2.2. Рибоводно-біологічні нормативи вирощування

Нормативну базу осетрівництва, якою користувалися у розрахунках потреби підприємства у біологічній сировині та матеріалах, представлено у таблиці (див. табл. 2.1):

Таблиця 2.1

Рибоводно-біологічні нормативи вирощування сибірського осетра [4]

Показники	Од. виміру	Норматив
1	2	3
Вихід підрощеної молоді сибірського осетра масою 1,5 кг від 0,8 кг	%	95
Вихід молоді масою 0,2 кг від 0,8 кг	%	95
Вихід малька масою 3 г від 200 г	%	90
Вихід личинок після переходу на активне живлення до 3 г	%	50
Вихід личинок від вільних ембріонів	%	60
Вихід вільних ембріонів від кількості заплідненої ікри	%	80
Запліднення ікри	%	80
Робоча плодючість самок	тис. ікр	60
Дозрівання самок після ін'єкції	%	90
Резерв зрілих самок	%	30
Кількість самців за співвідношенням до самок	-	1:1
Середня маса самок	кг	22
Середня маса самців	кг	17
Витрати гіпофізів для самок	мг/кг	2
Витрати гіпофізів для самців	мг/кг	1

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Кормовий коефіцієнт зоопланктону	КК	5
Кормовий коефіцієнт стартових комбікормів	КК	0,8
Кормовий коефіцієнт продукційних комбікормів	КК	1
Вага заводських личинок	мг	140
Вага вільних ембріонів	мг	50
Площа личинкових ємкостей	М ²	4
Щільність посадки вільних ембріонів	тис екз м ²	5
Щільність посадки 3-5-грамової молоді у басейни	езм/м ²	400
Щільність посадки молоді	кг/м ²	30
Щільність посадки підрощеної молоді	кг/м ²	35
Щільність посадки товарної риб	кг/м ²	40

РОЗДІЛ III. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ГОСПОДАРСТВА

3.1. Географічна характеристика місця будівництва

Для успішного функціонування підприємства по вирощуванню сибірського осетра в рециркуляційній аквасистемі (РАС) необхідно врахувати кілька ключових факторів вибору географічного розташування, які безпосередньо впливатимуть на ефективність системи та стабільності виробництва:

1) доступ до якісної води: системою РАС передбачається використання виключно води з підземних водойм, що є важливою перевагою, оскільки така вода, зазвичай, має стабільний хімічний склад і менше схильна до забруднень у порівнянні з поверхневими водами;

2) стабільне електропостачання: є критично важливим для роботи всіх компонентів РАС, оскільки система повністю залежить від електроенергії для роботи насосів, фільтраційного обладнання, систем аерації та контролю водних параметрів. Безперебійне електропостачання гарантує, що всі системи працюватимуть належним чином, запобігаючи можливим аваріям і втратам риби через порушення в циркуляції води або недостатнє насичення киснем;

3) зручне транспортне сполучення: є важливим для стабільної роботи РАС, оскільки забезпечує ефективну логістику та постачання необхідних матеріалів. Близькість до основних транспортних вузлів сприяє зниженню витрат на транспортування та швидкій доставці рибної продукції, що підвищує її свіжість і конкурентоспроможність;

4) соціально-економічні фактори: місцеві фактори впливають на успіх аквакультурного господарства, зокрема через наявність кваліфікованого персоналу для роботи з РАС. Важливим є також доступ до

фінансової підтримки та створення робочих місць, що може отримати схвальну підтримку місцевих громад і сприяти розвитку підприємства;

5) технічне обслуговування та підтримка: є ключовим аспектом безперебійної роботи РАС, що включає регулярний ремонт і заміну обладнання, як-от фільтри, насоси та системи аерації. Доступність запасних частин і спеціалізованих сервісних служб для швидкого реагування на збої є критично важливою, оскільки неналежне обслуговування може призвести до зупинки системи, що загрожує риbam і підвищує операційні витрати.

Місце розташування підприємства – село Погреби, Київської області (рис 3.1) було вибрано завдяки кільком ключовим перевагам. Погреби безпосередньо межують із Києвом, що надає стратегічні переваги для аквакультурного підприємства. Така близькість значно скорочує відстань до основних ринків збуту, знижуючи витрати на транспортування готової продукції та забезпечуючи швидку доставку товарів кінцевому споживачу. Завдяки розвиненій транспортній інфраструктурі, зокрема близькості до основних автомобільних магістралей, забезпечується безперешкодний доступ до Києва та прилеглих регіонів, що полегшує як доставку матеріалів і ресурсів для виробництва, так і транспортування продукції до місць реалізації.

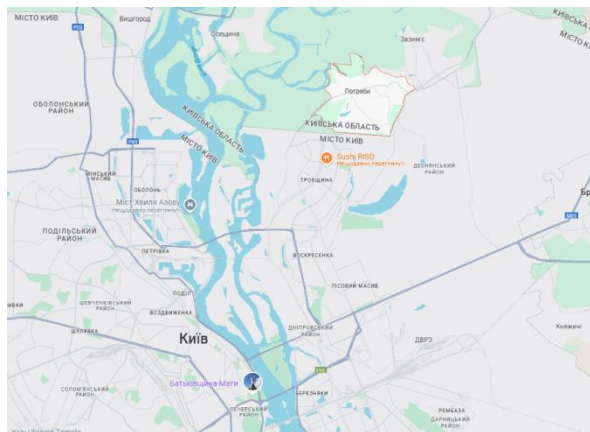


Рис 3.1. Місце розташування підприємства

Розташування підприємства також сприяє економічному розвитку регіону, створюючи нові робочі місця для місцевого населення. Наявність доступу до кадрів і кваліфікованої робочої сили є додатковою перевагою, яка забезпечує стабільність і ефективність роботи підприємства.

Також розвинена інфраструктура, яка включає доступ до постачальників необхідного обладнання, кормів, хімічних реагентів та інших матеріалів, що значно полегшує як запуск, так і подальше обслуговування підприємства. Це дозволяє мінімізувати додаткові витрати на доставку необхідних ресурсів з віддалених районів, що в цілому оптимізує виробничий процес. Створення підприємства з аквакультури в Погребах може позитивно вплинути на місцеву економіку, забезпечуючи мешканців новими робочими місцями, а також сприяючи розвитку суміжних галузей – транспорту, постачання матеріалів, логістики та сфери послуг.

Для водопостачання підприємства використовується вода зі свердловини. Це джерело забезпечує стабільний та якісний водозабір, що відповідає всім необхідним гідрохімічним нормам для вирощування риби. Вода зі свердловини має оптимальний рівень рН, розчиненого кисню, мінімальний вміст амонію та нітритів, що створює сприятливі умови для культивування риб у рециркуляційній системі аквакультури. Завдяки цьому вода не потребує значної додаткової обробки, що підвищує ефективність і екологічність процесу вирощування.

3.2 Проектування системи рециркуляції води

Рециркуляційні аквасистеми (РАС) використовують сучасну технологію, що передбачає наявність спеціалізованого обладнання для вирощування риби та інших водних організмів в умовах, повністю контрольованих людиною. В основі технології лежить принцип замкнутого водообігу: вода після використання в басейнах для вирощування проходить

через систему фільтрації та очищення, що дозволяє її повторне застосування. Така система забезпечує мінімальні втрати води та надає можливість постійного контролю якості середовища.

Завдяки РАС можна вирощувати водні організми протягом усього року, незалежно від кліматичних умов, що відкриває можливість культивування різних видів гідробіонтів у різних регіонах світу. Основною перевагою цих систем є повний контроль за такими параметрами, як температура води, рівень кисню, освітлення та хімічні показники, що є критичними для успішного вирощування риби. Управління абіотичними факторами в РАС дозволяє знизити стрес у риб, сприяючи їхньому швидшому росту, скороченню періоду вирощування та прискоренню дозрівання плідників, що, в свою чергу, забезпечує стабільне отримання молодняка і рибопосадкового матеріалу високої якості [12].

Також, на базі таких систем можна впроваджувати інтегровані аквапонічні установки, що поєднують вирощування риби та овочевих культур з використанням продуктів життєдіяльності гідробіонтів. В Україні РАС застосовуються для вирощування осетрових, лососевих та сомових видів риб.

Конструкція РАС може варіюватися в залежності від виду гідробіонтів, але всі системи об'єднують наявність блоків очищення води, що забезпечують ефективно її рециркулювання.

Основний принцип роботи рециркуляційної аквакультурної системи полягає в тому, що вода з рибницьких басейнів спочатку надходить у механічний фільтр, де відбувається очищення від твердих часток. Потім вона проходить через біологічний фільтр, де здійснюється процес нітрифікації для видалення аміаку та інших шкідливих сполук. Після цього вода піддається аерації, під час якої видаляється надлишковий вуглекислий газ і насичується киснем, схема основної складової системи РАС представлена на рисунку 3.2.

Очищена та насичена киснем вода повертається назад у рибницькі басейни, забезпечуючи безперервний цикл водообігу [37].

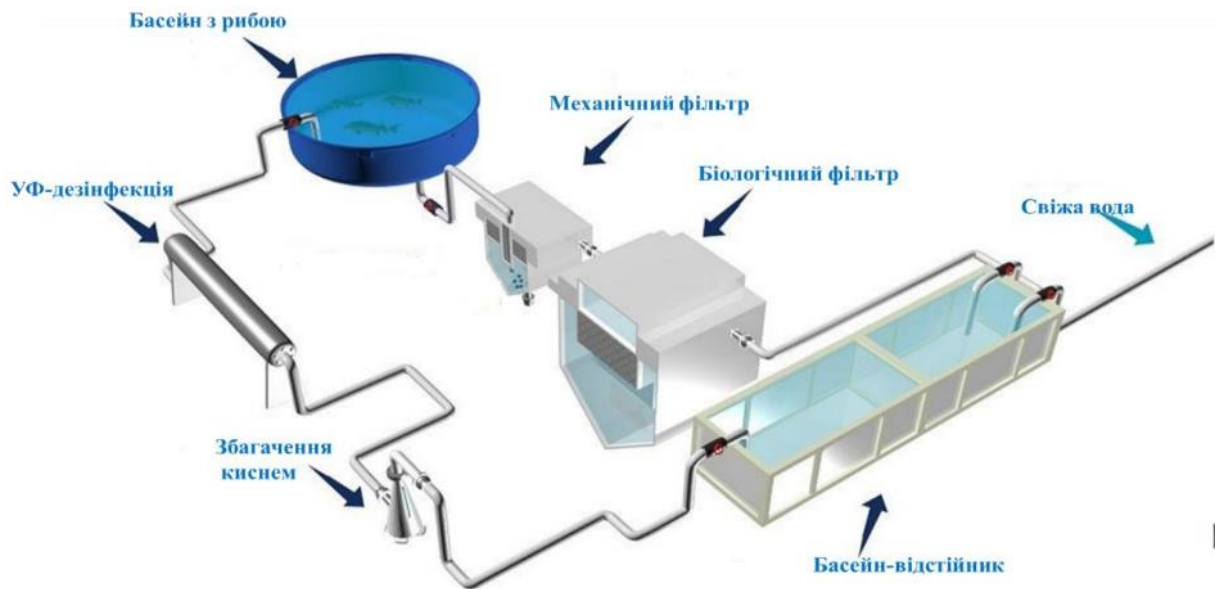


Рис. 3.2. Основні складові рециркуляційної аквакультурної системи (РАС)

3.3. Складові компоненти рециркуляційної аквакультурної системи

3.3.1 Рибницькі басейни отримують чисту воду, насичену киснем, яка підтримує життєдіяльність риби. Водночас з басейнів відводиться забруднена вода, що містить продукти життєдіяльності риб і має знижений рівень кисню через його споживання рибою. Ступінь забруднення води на виході з басейну залежить від кількості корму, що було використано для годування риб.

Вибір правильної конструкції басейнів, таких як їх розмір, форма, глибина та здатність до самоочищення, може суттєво вплинути на продуктивність вирощування аквакультурних об'єктів (див. таблицю 1).

Таблиця 3.1

Порівняльна характеристика властивостей різних конструкцій басейнів (шкала оцінок за п'ятибальною шкалою, де 5 – найкраще)

Властивості басейнів	Тип басейнів	
	Круглий	Прямокутний
Здатність до самоочищення	5	3
Малий час перебування твердих частинок	5	3
Контроль і регуляція кисню	5	4
Використання простору	2	5

Круглі або квадратні басейни зі зрізаними кутами, завдяки гідравлічним закономірностям та гравітаційним силам, забезпечують швидке видалення органічних частинок, причому цей процес залежить від розміру басейну [15].

У таких басейнах весь водяний стовп обертається навколо центру, сприяючи очищенню. Прямокутні басейни не мають такої ефективності самоочищення через відсутність гравітаційних сил, і тут основна роль у видаленні частинок належить активності риб, зображення видів басейнів на рисунку 3.3.

Ухил дна басейнів не впливає на самоочищення, але полегшує повний злив води. Круглі басейни є найміцнішими та економічними для будівництва, хоча займають більше місця, тоді як восьмикутні басейни краще використовують простір.



Рис 3.3 Види басейнів (квадратний, квадратний зі заокругленими кутами та круглий)

Проводячи аналіз переваг і недоліків форм басейну, підводиться висновок, що квадратні басейни з заокругленими кутами мають найбільше переваг, це ефективне використання площі підприємства, та ефективне самоочищення басейна від забруднюючих речовин.

Підготовка води: Перший етап очищення води починається з закачування води зі свердловини у спеціальні ємності для подальшої обробки. На цьому етапі важливо забезпечити відповідність параметрів води вимогам, необхідним для вирощування риби або інших гідробіонтів.

Основні процеси підготовки води включають:

Корекція рН. Вода, що надходить зі свердловини, може мати невідповідний рівень кислотності (рН), який потрібно регулювати для створення оптимальних умов для риби. Для цього використовують спеціальні реагенти, що підвищують або знижують рН води[16].

Регулювання температури. Температура води є одним із ключових факторів для вирощування водних організмів. Якщо вода зі свердловини надто холодна або тепла, її підігрівають або охолоджують до необхідних показників за допомогою нагрівальних або охолоджувальних систем.

Корекція солоності. Для вирощування різних видів гідробіонтів може знадобитися певний рівень солоності води. Якщо вода зі свердловини має занадто низьку або високу солоність, проводять її корекцію шляхом додавання мінеральних солей або розведення води[16].

Дегазація. Вода зі свердловини може містити надмірну кількість розчинених газів, таких як азот або вуглекислий газ, які можуть негативно впливати на рибу. Тому важливим кроком є дегазація – видалення зайвих газів за допомогою спеціальних дегазаторів або аераційних систем.

Очищення від механічних домішок. У свердловинній воді можуть бути присутні механічні частки або домішки, що можуть забруднювати систему. Для їх видалення воду пропускають через механічні фільтри або відстійники, що забезпечує очистку від твердих частинок[4].

Після завершення цього етапу водопідготовки, вода набуває необхідних параметрів і стає придатною для подальшого використання в рециркуляційній аквакультурній системі.

У процесі споживання рибами кормів і кисню вода в системі забруднюється екскрементами, вуглекислим газом та аміаком. Тому важливо організувати ефективну систему очищення, яка включає:

3.3.2. Механічний фільтр (рис 3.4) є основним засобом для видалення органічних відходів у РАС. Більшість господарств використовують механічні фільтри з фільтрувальною тканиною, пори якої мають розмір 40-100 мікрон, для очищення води з рибоводних басейнів. Найпоширенішим типом такого фільтру є барабанний фільтр [16].

Основні переваги такої фільтрації включають:

- Зменшення органічного навантаження на біофільтр.

- Підвищення прозорості води завдяки видаленню органічних часток.
- Поліпшення умов для нітрифікації.
- Стабілізація процесів біофільтрації.

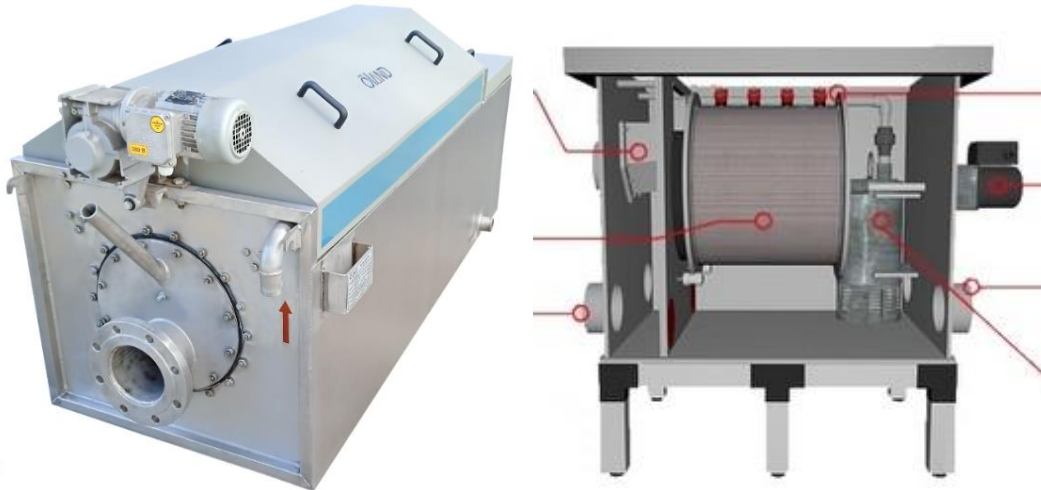


Рис 3.4 Зовнішній і внутрішній вигляд механічного фільтра

3.3.3. Біологічна фільтрація — це складний багатоступінчастий процес, під час якого органічні сполуки перетворюються на безпечні продукти для риби. Цей процес виконується аеробними бактеріями, які поглинають кисень і супроводжується утворенням бактеріальної біомаси та зміною рівня рН води. Механічний фільтр не здатен видалити всі органічні частинки і розчинені речовини, такі як фосфати та азотисті сполуки. Фосфати є інертними і не становлять небезпеки, тоді як азот у формі аміаку (NH_3) є токсичним і потребує перетворення в біофільтрі на нешкідливий нітрат.

У біофільтрі гетеротрофні бактерії розкладають органічні речовини, виробляючи вуглекислий газ, аміак і шлам, тоді як нітрифікуючі бактерії перетворюють аміак на нітрит, а потім на нітрат. Ефективність біофільтрації залежить від температури води і рівня рН. Оптимальний рівень рН для процесу нітрифікації знаходиться в межах 7-7,5, оскільки при вищих значеннях збільшується концентрація токсичного аміаку. Через нітрифікацію

рівень рН може знижуватися, тому для його стабілізації рекомендується додавати вапно або гідроксид натрію [36].

Нітрат є кінцевим продуктом нітрифікації і, хоча він вважається відносно безпечним, високі концентрації (понад 100 мг/л) можуть негативно вплинути на ріст риби та ефективність годівлі. При недостатньому підживленні системи свіжою водою нітрат може накопичуватися, досягаючи небезпечних рівнів. Один із методів запобігання цьому — збільшення обміну свіжою водою, що дозволяє розбавити високі концентрації нітрату до безпечних значень.

Основною метою рециркуляційної системи є мінімізація витрат води. У багатьох випадках економія води стає ключовим пріоритетом. За таких умов, для зниження концентрації нітратів можна застосовувати процес денітрифікації. При звичайних умовах, якщо витрата води перевищує 300 літрів на кожен кілограм використаного корму, цього достатньо для розбавлення нітратів. Однак, якщо витрата води є меншою за 300 літрів на кілограм корму, варто розглянути можливість впровадження денітрифікації для ефективного зменшення рівня нітратів [33].

Денітрифікація – це анаеробний процес, під час якого нітрати перетворюються на атмосферний азот, фактично видаляючи азот із води і знижуючи його вплив на навколишнє середовище. Для цього процесу потрібне джерело органічної речовини, наприклад, метанол, який додається в денітрифікаційну камеру.

У біофільтрах зазвичай використовують пластмасовий заповнювач з великою площею поверхні для збільшення ефективності (рис 3.5). Бактерії, які виконують очищення, осідають на цьому заповнювачі, утворюючи тонку біоплівку. Для оптимальної роботи біофільтра площа поверхні на одиницю об'єму має бути якомога більшою, однак при цьому важливо забезпечити достатньо вільного простору для вільного проходження води. Для уникнення забивання органічними речовинами необхідна регулярна циркуляція води та

зворотне промивання фільтра, яке проводиться раз на тиждень або місяць, залежно від інтенсивності його використання [37].



Рис 3.5. Зовнішній вигляд біофільтра та пластмасового заповнювача

Під час промивання біофільтра водопостачання тимчасово відключається, і забруднена вода видаляється до повторного підключення до системи. Біофільтри можуть бути виконані з плаваючим або нерухомим завантаженням. У фільтрах з нерухомим завантаженням пластмасовий заповнювач залишається на місці, а вода протікає через нього, взаємодіючи з бактеріальною плівкою. У фільтрах з плаваючим завантаженням заповнювач рухається разом з потоком води, що дозволяє щільніше наповнювати такі фільтри, підвищуючи швидкість циркуляції води на одиницю об'єму [17].

Хоча ефективність бактеріальної плівки в обох типах фільтрів є подібною, фільтри з нерухомим завантаженням мають додаткову перевагу – вони здатні утримувати дрібні органічні частинки, виконуючи функцію тонкої механічної фільтрації. Це дозволяє їм ефективніше очищати воду від мікроскопічних органічних матеріалів. У фільтрах з плаваючим завантаженням через постійне перемішування води такий ефект не досягається, оскільки частинки не затримуються на поверхні.

Обидві системи фільтрації можуть використовуватися разом в одній системі для покращення загальної ефективності очищення води.

3.3.4. Басейн-відстійник виконує ключову роль у підтримці роботи системи, зокрема забезпечуючи подачу води до насосу та відведення надлишкової води через перелив. Він також використовується для підживлення системи свіжою водою, дегазації після біологічного очищення, додавання реагентів і коригування гідрохімічних параметрів води, таких як рН [4].

3.3.5. Дегазація та аерація є важливими процесами перед поверненням води до басейнів, оскільки необхідно видалити з неї надлишкові гази, такі як вуглекислий газ і вільний азот, які можуть негативно впливати на здоров'я та ріст риб. В анаеробних умовах може утворюватися сірководень, особливо в солоноводних системах, який є вкрай токсичним для риб навіть у невеликих концентраціях. Аерація проводиться шляхом нагнітання повітря у воду, де турбулентний рух бульбашок сприяє видаленню небажаних газів[36].

3.3.6. Оксигінація є одним із ключових елементів рециркуляційної аквакультурної системи (РАС), оскільки всі біологічні процеси в системі потребують значної кількості кисню. Кисень використовується як для дихання риб, так і для окислювальних процесів біологічної очистки. У стані рівноваги вода насичується киснем до 100%. Проте, коли вода проходить через рибницькі басейни, рівень кисню знижується до приблизно 70%, а після проходження біофільтра – ще більше. Аерація зазвичай дозволяє підвищити рівень насичення до 90%, а в деяких системах – до 100%. Однак, для досягнення більш високого рівня насиченості, що може перевищувати 200-300%, використовуються системи оксигенації, які працюють на чистому кисні. Для цього застосовують кисневі конуси (рис 3.6) або оксигенатори шахтного типу, які забезпечують перенасичення води киснем [37].



Рис 3.6. Конусний оксигенатор

3.3.7. УФ-стерилізатор використовується для боротьби з патогенними бактеріями та одноклітинними організмами. Для досягнення максимальної ефективності УФ-випромінювання повинно діяти безпосередньо під водою. Якщо лампи встановлені над водою, їх ефективність знижується через відбивання світла від водної поверхні, що значно послаблює або взагалі нейтралізує антибактеріальний ефект.

Регуляція рівня рН є важливим процесом у РАС, оскільки під час нітрифікації в біофільтрі утворюється кислота, що знижує рН води. Для підтримання стабільного рівня рН необхідно додавати до води основу. У деяких системах використовуються установки для вапнування, які поступово додають вапняну воду, стабілізуючи таким чином рН. Також можливе застосування автоматичних систем дозування, де рН-метр контролює рівень рН і передає імпульс насос-дозатору для додавання необхідної кількості основи [37].

3.3.8. Температурна корекція забезпечує оптимальні умови для вирощування риби. Температура регулюється шляхом зміни кількості

прохолодної свіжої води, що надходить у систему. В холодних кліматах взимку зазвичай достатньо обігрівати приміщення за допомогою котла, який підключений до теплообмінника для підігріву води. Витрати енергії на обігрів залежать переважно від кількості свіжої прохолодної води та її температури, а також від теплових втрат будівлі [35].

У деяких випадках доцільно встановити тепловий рекуператор з титановим пластинчастим теплообмінником. Відпрацьована вода РАС використовується для підігріву або охолодження води, що надходить у систему. Температуру в системі контролює датчик, підключений до блока управління, який регулює роботу теплообмінника.

3.3.8. Насоси є ключовими елементами для забезпечення безперервної циркуляції води в системі. Вони забезпечують рух води через всі елементи системи, які мають гідравлічний опір. Для циркуляції виробничої води використовуються різні типи насосів. Найчастіше насоси розташовуються перед системами біофільтрації та дегазації, оскільки процес підготовки води починається саме тут. Важливо встановлювати насоси після механічного фільтра, щоб уникнути подрібнення твердих частинок, які потрапляють у воду з рибоводних басейнів [37].

3.3.9. Моніторинг, контроль і сигналізація необхідні для підтримання оптимальних умов вирощування риби в РАС. Постійний контроль виробничих процесів дозволяє запобігти технічним несправностям, які можуть призвести до значних втрат. Система сигналізації відіграє критичну роль у забезпеченні безпеки функціонування. На сучасних господарствах використовуються центральні системи контролю, що моніторять і регулюють такі параметри, як рівень кисню, температура, рН, і рівень води. Якщо якийсь параметр виходить за межі встановлених значень, система намагається вирішити проблему шляхом автоматичного пуску або зупинки процесів. У разі невдачі активується сигналізація.

Автоматична годівля може бути інтегрована в систему, дозволяючи узгодити час годування з підвищенням рівня кисню, оскільки під час годування споживання кисню зростає. У менш складних системах моніторинг і регулювання виконуються вручну персоналом. Незалежно від ступеня автоматизації, система потребує людського нагляду, тому сигналізація є важливим інструментом для виклику персоналу у разі необхідності втручання [4].

Аварійні системи є критично важливими для забезпечення безпеки риб у РАС. Одним із найефективніших заходів є використання резерву чистого кисню. Ця система досить проста в установці і складається з бака для зберігання чистого кисню та розподільчої системи з розпилювачами, встановленими в кожному басейні. У випадку зупинки електропостачання електромагнітний клапан автоматично відкривається, і стиснений кисень подається в басейни, підтримуючи життя риб. Для забезпечення резервного електроживлення необхідно мати генератор, який забезпечить безперервну роботу систем у разі відключення електроенергії [41].

РОЗДІЛ IV. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СИБІРСЬКОГО ОСЕТРА

4.1. Схема технологічного процесу вирощування сибірського осетра

Життєвий цикл осетрів (див. рис. 4.1), включає процеси:

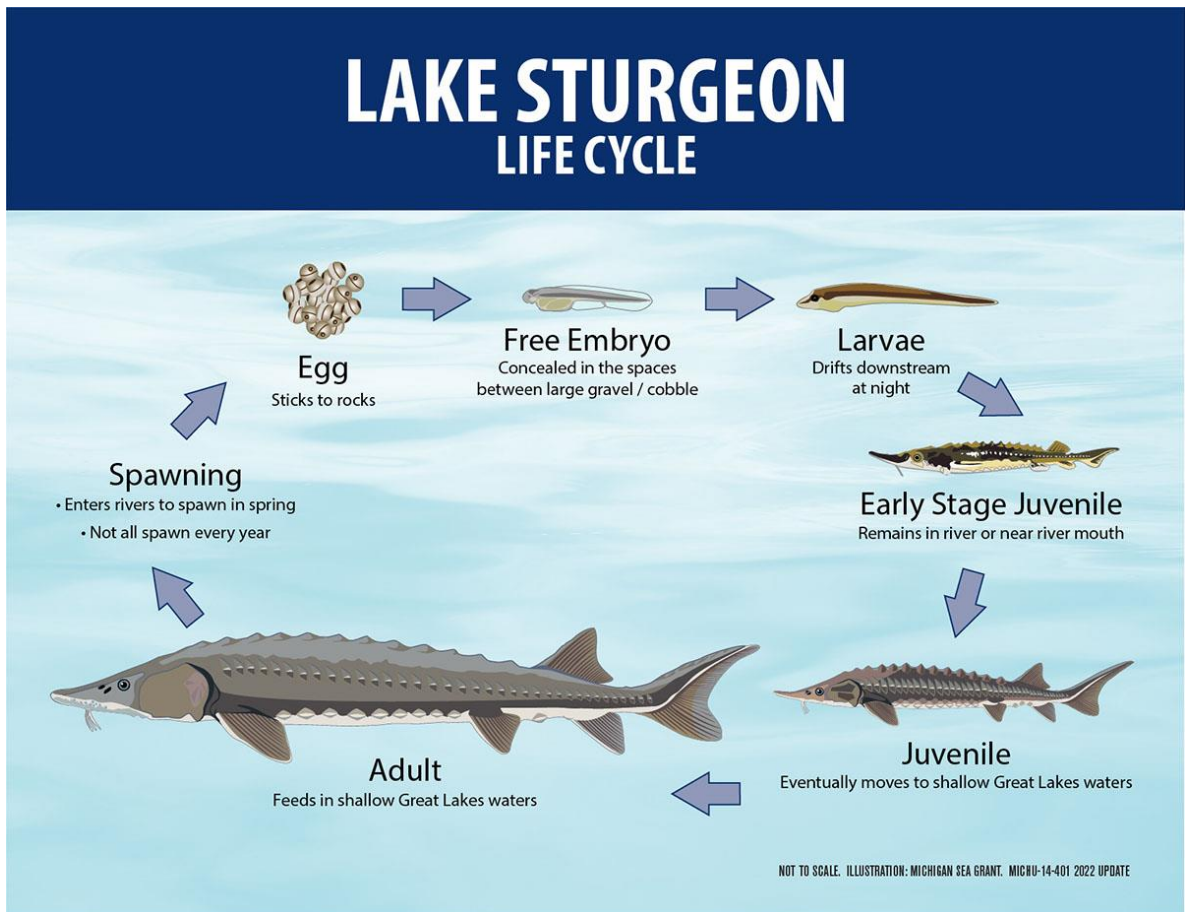


Рис 4.1 Життєвий цикл сибірського осетра

1. **Нерест.** Відбувається, коли самка осетра відкладає ікру, а самець запліднює її. Для успішного нересту осетрові повинні знайти частину річки з оптимальною глибиною, швидкістю течії та температурою води, яка має бути в межах оптимуму для конкретного виду для нересту. Без належних умов глибини, течії або температури ймовірність успішного нересту значно знижується.

Самка осетра можуть відкласти від 5 тисяч ікринок до 4 мільйонів. На відміну від більшості видів лососевих, осетри не створюють гнізда чи нерестові ями в гравії. Ікра та молоки випускаються безпосередньо в швидку течію річки. Під час нересту один або кілька самців плывуть поруч із самкою, випускаючи молоки, коли самка відкладає ікру. Запліднення відбувається, коли сперматозоїд зустрічається з яйцеклітиною, проникає через зовнішню оболонку і входить в ікринку [40].

Навіть за ідеальних умов лише невеликий відсоток ікри може бути запліднений. Після того, як ікринки випускаються, вони спливають вниз за течією, поступово осідаючи на дно, коли на їхню поверхню прикріплюються частинки піску та осаду. Зрештою, ікра прилипає до твердих об'єктів, таких як камені, колоди, палиці або гравій на дні річки.

2. Розвиток ембріонів. Період між заплідненням і вилупленням називається ембріональним (в умовах аквакультури – інкубацією). Інкубація ікри осетра за оптимальних температур триває близько 7 днів; у холоднішій воді цей період може бути довшим. Під час інкубації багато ікринок не доживають до стадії вилуплення через несприятливі умови води, задушення піском або мулом на дні річки, відсутність кам'янистого дна або іншої поверхні для прикріплення ікри, а також через хижаків — представників різних видів риб. Ікра, що вижила, проходить процес клітинного поділу, який приводить до формування личинок осетра. Вилуплення відбувається, коли маленькі личинки осетра виходять з ікри та починають вільно плавати[3].

3. Личинка, вільна, або "мобільна". Ця стадія життя осетра називається личинковою. Коли передличинки вилуплюються з ікри, їх довжина становить менше 1 см, рухаються лише у вертикальній площині (роблять «свічки») і мають жовтковий мішок, забезпечує маленького осетра харчуванням у перші 12-14 днів життя. Личинки вже вміють вільно плавати, але є слабкими. Протягом цього часу личинки піднімаються з дна річки, а вода відносить їх вниз за течією, що допомагає рівномірно розподілити

личинок по великій площі річки [30]. Це підвищує їхні шанси на виживання двома способами:

- коли личинки осетра починають рости і харчуватися, зменшується конкуренція за їжу;
- зростає ймовірність, що деякі з маленьких риб потраплять у оптимальні місця проживання.

Личинки можуть продовжувати таку поведінку кілька днів і врешті-решт опинитися за багато кілометрів від місця вилуплення. Однак, через таке розповсюдження вони стають більш вразливими до хижаків. Як тільки личинки повністю засвоюють жовтковий мішок, вони починають харчуватися дрібними водними тваринами та рослинами [25].

4. Мальок: приблизно через 20-30 днів після вилуплення личинки осетра проходять метаморфоз і перетворюються на мальків, або молодь першого року життя. Мальки осетра виглядають як мініатюрні копії дорослих осетрів: у них уже є голова, плавники та хвіст. Приблизно через 50 днів після вилуплення мальки досягають довжини 3-5 см і набувають характерних рис, таких як вусики (схожі на вуса сенсори перед ротом) та щитки (кісткові пластини) вздовж спини і боків[8].

З ростом і зміцненням мальки стають більш рухливими, плывуть проти течії й шукають здобич. Вдень вони зазвичай ховаються в тріщинах та укриттях на дні річки, щоб уникнути хижаків, а вночі піднімаються у водну товщу, де їх важче помітити, і течії переносять їх на нові місця. У деяких місцях мальків осетра може віднести вниз за течією аж до естуарію — зони, де прісна вода річки змішується з солоною водою океану. Не всі мальки потрапляють до естуарію, але ті, що опиняються там, здатні виживати в умовах змінної солоності, що дає осетрам екологічну перевагу, оскільки небагато водних видів можуть переносити такі умови[26].

5. Молодь: Молоді осетри — це осетри, які ще не досягли стадії, коли можуть нереститися. Молодіжна стадія осетра починається в перший

рік життя, після стадії малька, коли осетр досягає приблизно 10 см у довжину. У цьому віці молодий осетр вже добре плаває і активно харчується різноманітною дрібною здобиччю. Наприкінці першого року життя довжина молодих осетрів становить від 15 до 30 см. Більші річні осетри могли мати кращі умови для харчування, доступ до більшої кількості та поживнішої здобичі або провести перший рік у теплішій воді. Молоді осетри дуже рухливі і можуть мігрувати на великі відстані як у межах нижньої течії річки так і за її межі. Деякі з них можуть входити в морські води протоки[29].

6. Доросла стадія: Осетрів вважають дорослими (або "зрілими"), коли вони здатні нереститися. Першими досягають зрілості самці осетра. Самки досягають зрілості пізніше, залишаючись молоддю до тих пір поки не настане статева зрілість. Нерест відбувається пізньою весною та на початку літа (зазвичай у червні). Осетри мігрують до верхніх місць нересту у роки, коли вони нерестяться. Самці можуть нереститися щороку, хоча про частоту нересту відомо небагато. Самки нерестяться рідше: перерва між зрілістю залежить від виду риби і може складати від 1 року до декількох років[6].

4.2. Основні технологічні операції

4.2.1 Робота з маточним поголів'ям ленського осетра. Важливий етап у сучасній аквакультурі, спрямований на забезпечення штучного відтворення та товарного вирощування осетрових риб. Формування ремонтно-маточного стада ленського осетра здійснюється кількома способами, кожен з яких має свої переваги та складнощі.

Перший спосіб полягає в одомашненні осетрових, виловлених у природних водоймах. Цей метод дозволяє інтегрувати в аквакультуру диких риб із збереженням генетичної різноманітності, але потребує часу на адаптацію таких особин до нових умов утримання. Другий підхід передбачає вирощування плідників від «ікри до ікри», тобто вирощування осетрових у

неволі від самого народження до здатності до нересту. Цей спосіб дає змогу краще контролювати умови росту та розвитку риби, що сприяє покращенню якості майбутніх плідників. Третій варіант полягає у формуванні стада шляхом завезення риби з інших господарств, що дозволяє швидко збільшити поголів'я, але може викликати ризики, пов'язані з акліматизацією та можливими захворюваннями [3].

У ремонтно-маточне стадо відбираються лише ті особини, які мають найкращий фізіологічний стан. Це гарантує, що в процесі розведення та подальшого вирощування будуть використовуватися найбільш життєздатні риби. Створення маточних стад осетрових риб є однією з найбільш трудомістких операцій у рибництві, оскільки цей процес вимагає ретельного догляду за плідниками, включаючи їх утримання та збалансовану годівлю [3].

Особливо важливою частиною технології розведення осетрових риб є підготовка плідників до нересту. За даними Гринжевського М.В., розроблена технологія реабілітаційних вітамінних ін'єкцій для плідників осетрових, що сприяє поліпшенню їхнього фізіологічного стану перед нерестом. Згідно з цією технологією, існує три основні схеми введення вітамінів:

Три- або чотириразове ін'єктування вітамінів протягом місяця перед отриманням статевих продуктів. Це дозволяє максимально підготувати організм риб до інтенсивного процесу нересту, підвищуючи їх стійкість до стресу та зміцнюючи імунітет.

Ін'єктування вітамінів перед зимівлею. Така схема допомагає плідникам краще пережити зимовий період, коли метаболізм риби уповільнюється, і важливо забезпечити їх необхідними речовинами для підтримання життєдіяльності.

Комбінована схема, що передбачає введення вітамінів самкам перед зимівлею та повторне ін'єктування за місяць до нересту. Цей підхід дозволяє забезпечити довготривалу підготовку організму самок, що особливо важливо

для великих особин, які вимагають більше ресурсів для продукування якісної ікри [4].

Застосування таких схем вітамінної підтримки підвищує ефективність нересту та збільшує кількість життєздатних личинок, що в подальшому сприяє успішному вирощуванню ленського осетра в умовах аквакультури.

Експлуатація маточного стада сибірського осетра є важливою частиною в управлінні процесами відтворення та збереження популяції цього виду риб. Восени, під час осіннього бонітування і паспортизації маточного та ремонтного стада, відбирають плідників, які будуть використовуватися для майбутнього нересту. Процес відбору плідників вимагає уважного огляду риб і оцінки їх фізіологічного стану.

Однією з важливих характеристик, що дозволяють відрізнити самців осетра, є так зване "шлюбне вбрання". Самці під час цього періоду мають сріблястий наліт на голові, а також рельєфне роговидне потовщення шкіри черепної коробки, яке забарвлене в матово-білий або сріблястий колір. Ці ознаки стають особливо помітними в осінній період і полегшують процес ідентифікації статі риб. У самок подібне забарвлення голови менш виражене, проте вони відрізняються наявністю опуклого черевця, на якому посередині може бути помітна чорна смужка ястика, що просвічується через шкіру. У деяких випадках можна помітити також гіперемований генітальний отвір, що вказує на статеву зрілість самки. Якщо виникають сумніви щодо стану яєчників, використовують метод біопсії для їх перевірки, що дозволяє точно оцінити готовність самки до нересту [3].

Після відбору плідників, риб відсаджують на зимівлю в окремий басейн. У басейнових господарствах рекомендується розміщувати плідників у басейни з регульованою температурою води. Контроль температури відіграє важливу роль, оскільки дозволяє впливати на фізіологічний стан риб і досягати їх готовності до нересту у найбільш зручний час. Це особливо

важливо для планування нерестових кампаній і забезпечення оптимальних умов для розмноження.

Переднерестовий період вимагає особливої уваги до режиму годівлі плідників. Збалансоване харчування допомагає риbam накопичити необхідні ресурси для успішного процесу розмноження. Якість корму та частота його подачі мають бути ретельно контролювані, щоб забезпечити плідникам всі необхідні поживні речовини для підтримання їхнього здоров'я та продуктивності [2].

Для поповнення маточних стад рекомендується використовувати потомство самок, яке отримане при другому і подальших нерестах. Це пояснюється тим, що такі самки вже проходили нерестовий цикл і мають більш стабільні показники плодючості, що підвищує шанси на отримання якісного потомства.

Ін'єктування плідників є важливим етапом у процесі стимулювання овуляції ікри у осетрових риб, зокрема сибірського осетра. Як і у інших видів осетрових, овуляція досягається за допомогою гормонального стимулювання спеціальними препаратами, такими як гіпофізарні препарати та синтетичні стимулятори. Ці препарати вводяться в організм плідників для прискорення процесу дозрівання ікри, що є критично важливим для контрольованого розведення осетрових в умовах аквакультури.

За інформацією авторів досліджень, дози препаратів, що вводяться самкам, залежать від температури води та маси риби. Оптимальна ефективна доза для самок становить 3-4 мг на кілограм маси тіла. Для самців дози, як правило, у два рази менші, оскільки їхня роль у процесі розмноження менш енергозатратна. Температура води є критичним фактором, який впливає на тривалість дозрівання плідників. Зокрема, вона не повинна перевищувати 20°C, оскільки більш висока температура може негативно позначитися на фізіологічному стані риб і зменшити ефективність ін'єкції [3].

На осетрових господарствах Європи практикується застосування комплексної ін'єкції гіпофізарних препаратів, що включає екстракти гіпофізів коропа та осетра. Це дозволяє досягти кращих результатів у стимулюванні процесу дозрівання ікри. У деяких випадках використовується лише гіпофіз коропа, але в таких випадках доза препарату повинна бути збільшена вдвічі, щоб досягти необхідного ефекту.

Цей процес вимагає ретельного контролю за дозуванням і умовами утримання плідників. Недотримання відповідних параметрів може призвести до неефективності стимулювання або погіршення здоров'я риб. Тому важливо проводити ін'єктування під наглядом фахівців, які мають достатній досвід у роботі з гормональними препаратами для осетрових риб [27].

Дозрівання маточного поголів'я після ін'єктування плідників є ключовим етапом у процесі підготовки риб до нересту. Після введення гормональних препаратів, плідники відправляються на дозрівання, тривалість якого варіюється від 21 до 51 години, залежно від температури води. Температура води є основним фактором, який впливає на швидкість цього процесу. Чим вища температура, тим швидше відбувається дозрівання маточного поголів'я. Співвідношення між температурою води і тривалістю дозрівання наведено у відповідних таблицях, що використовуються в господарствах для контролю цього процесу [4].

4.2.2. Отримання зрілих статевих продуктів. Після того, як маточне поголів'я дозріє, настає етап одержання зрілих статевих продуктів, зокрема ікри. Для того щоб можна було багаторазово використовувати самок для нересту, застосовується метод І.О. Бурцева, який передбачає прижиттєве взяття ікри. Цей метод дозволяє зберегти самку після вилучення ікри, що значно підвищує ефективність господарства.

Процедура взяття ікри проводиться наступним чином: самку, у якої відбулася овуляція, поміщають у спеціальний лоток для проведення операції. За допомогою скальпеля та ножиць здійснюється розтин черевної стінки.

Довжина розрізу зазвичай становить 10-13 см, і його роблять на відстані 1,5-2 см від середньої лінії черевця, паралельно їй. Операцію виконують навпроти 4-5 останніх черевних фулькр, що дозволяє мінімізувати травмування риби і забезпечити швидке загоєння після операції [2].

Цей метод дає змогу ефективно отримувати зрілі статеві продукти без необхідності вилучення самок із маточного поголів'я, що сприяє багаторазовому використанню риби для нересту і покращує загальну продуктивність господарства.

Під час другого і наступних нерестів, після попередньої операції, виникає необхідність обережно розрізати спайки, що утворилися внаслідок попередньої процедури. Ця операція потребує максимальної акуратності, щоб не пошкодити тканини самки. Після розтину спайок ікри акуратно витягують вручну. Після вилучення ікри на місце розрізу накладають шви, використовуючи нитки з хірургічного шовку або кетгута. Шви роблять із відстанню між стібками приблизно 1,5 см для забезпечення надійного загоєння [2].

Після операції самок бажано утримувати в окремому басейні протягом доби. Це дає можливість переконатися, що риба знаходиться у доброму стані після операції. Якщо протягом цього часу не виникає ускладнень, самок випускають у загальний басейн. Зазвичай шви загоюються через 20-30 діб, що забезпечує повне відновлення самки і дозволяє її подальше використання в нерестовій кампанії (за даними І.О. Бурцева, авт. свідоцтво 244793).

Що стосується менших за масою самок (приблизно 15-20 кг), то для отримання овульованої ікри може успішно застосовуватися метод відщіджування. Цей метод передбачає підрізання яйцеводів (метод С.Б. Подушки), що дозволяє витягнути ікру менш травматично для самки. Однак для більших самок, доцільніше застосовувати метод вилучення дозрілої ікри через бічний розріз черевця, запропонований І.О. Бурцевим. Такий підхід

знижує ризик ускладнень і забезпечує більш ефективний процес отримання ікри у великих особин [4].

М.С. Чебанов та інші (2004, 2010, 2013) запропонували сучасну методику відбору сперми у самців осетрових риб. Для проведення цієї процедури необхідно мати такі інструменти: рушники, набір уретральних катетерів для чоловіків різних розмірів, виготовлених із ПВХ або червоної гуми, пластикові одноразові шприци Жане. Кількість шприців повинна відповідати кількості самців, що беруть участь у відтворенні [3].

Для початку катетер приєднується до шприца, при цьому обидва інструменти повинні бути чистими та сухими. Самця фіксують на боці так, щоб його черево розташовувалося близько до краю столика, вкритого сухим рушником. Статевий отвір стискають для того, щоб уникнути втрат сперми, а також витирають насухо область навколо нього. Після цього вільний кінець катетера вводиться в статевий отвір на глибину 1-3 см, щоб досягти одного з сім'япроводів. Шприц опускають трохи нижче краю столу, забезпечуючи, щоб катетер розташовувався похило і не мав петель чи вигинів.

Далі повільно відтягують поршень шприца, збираючи сперму. Важливо слідкувати за тим, щоб катетер не присмокнувся до стінок сім'япровода, оскільки це може пошкодити тканини і призвести до потрапляння крові в сперму, що може погіршити її якість.

Після збору потрібної кількості сперми катетер обережно витягують зі статевого отвору і знімають зі шприца, який із вмістом поміщають у прохолодне темне місце. Сперму в шприці не потрібно переливати в інші ємності, що знижує ризик потрапляння сторонніх часток або води. Крім того, шприц дозволяє зручно відміряти потрібну кількість сперми без використання додаткових мірних інструментів [3].

Не рекомендується зберігати сперму від декількох самців в одній ємності, оскільки при змішуванні сперми з різних джерел запліднювальна здатність такої суміші значно знижується і може повністю втратитися

протягом 20-30 хвилин. Можливе змішування сперми дозволяється лише безпосередньо перед самим процесом запліднення.

4.2.3. Запліднення ікри є критичним процесом, який вимагає високої точності та уваги до деталей, щоб забезпечити успіх циклу розмноження. Процес починається відразу після збору ікри, з якою потрібно обережно поводитися, щоб зберегти її життєздатність. Після того, як ікра зібрана, її спочатку зважують, а загальну кількість яєць оцінюють методом відбору проб.

Кількість яєць визначається шляхом взяття кількох проб, як правило, двох або трьох, кожна вагою 1 грам. Підраховуючи кількість яєць у кожному 1-грамовому зразку, розраховують середню кількість яєць на грам. Це середнє значення потім використовують для оцінки загальної кількості ікри у повній партії ікри на основі її загальної ваги. Цей метод гарантує, що інкубаторії можуть точно контролювати кількість ікри і підтримувати належні коефіцієнти запліднення [4].

Запліднення ікри зазвичай виконується напівсухим методом, який довів свою високу ефективність у практиці аквакультури. Напівсухий метод передбачає розведення сперми водою для розбавлення сперматозоїдів і підвищення шансів на успішне запліднення. Зазвичай сперма розбавляється в 100-200 разів, залежно від концентрації сперматозоїдів (сперматозоїдів) в еякуляті.

Для запліднення 1 кг ікри використовується приблизно 2-3 л води. Вода разом зі спермою одночасно додається в ємність з ікрою. Таке одночасне додавання води та сперми є важливим, оскільки вода активує сперматозоїди, дозволяючи їм плисти до яйцеклітин і ініціювати процес запліднення. Процес запліднення триває близько двох хвилин. Після чого зливають рідину з ікринок і переходять на наступний етап, знеклеювання ікринок [4].

4.2.4. Знеклеєння. Після запліднення ікра осетрових природно липка завдяки наявності білкового слизового покриття, яке допомагає яйцям

прилипати до субстрату в природному середовищі. В аквакультурі ця липкість може спричинити злипання, перешкоджаючи правильному розвитку. Щоб запобігти цьому, проводять знеклеювання для видалення клейкості яєць.

Процес зазвичай включає занурення запліднених яєць у суспензію різних речовин, таких як дрібний мул, тальк, танін або розбавлене молоко. Ці речовини використовуються тому, що вони можуть ефективно нейтралізувати липкий наліт на яйцях, не завдаючи шкоди їх розвитку[7].

Загальні речовини, що використовуються для деглютинації

Мул. Суспензія дрібного мулу зазвичай використовується для знеклеювання. Дрібні частинки мулу покривають липкі яйця, не даючи їм злипатися. Процес знеклеєння даним методом триває близько години. Мул – це природний матеріал, який можна легко отримати та використовувати, не завдаючи шкоди яйцям.

Тальк. Цей порошок на мінеральній основі є ще одним популярним вибором для знеклеювання ікри. Він забезпечує гладке покриття яєць, запобігаючи їх злипанню одне з одним.

Розбавлене коров'яче молоко. Молоко часто використовують розбавленим у співвідношенні від 1:2 до 1:5 (молоко до води). Білки в молоці допомагають нейтралізувати липкість ікри. При використанні для ікри осетрових видів риб використання молока не є бажаним, так як він підвищує ризик грибкових хвороб у ікринці як сапролегніоз.

Танін. Розчин таніну, природної речовини рослинного походження, використовують для знеклеєння ікри. Танін має швидку дію пригнічуючи виділення клейкої речовини, середня тривалість знеклеєння становить дві хвилини, що дає змогу проводити знеклеєння ікри набагато швидше ніж методи що описані вище [4].

Процедура знеклеєння:

1) приготування суспензії. Залежно від обраної речовини (мул, тальк, молоко або танін) готують суспензію шляхом змішування субстанції з водою в необхідному співвідношенні. Суспензію необхідно готувати таким чином, щоб вона рівномірно покривала яйця під час процесу знеклеєння;

2) занурення заплідненої ікри у підготовлену суспензію. Цей етап зазвичай триває від 50 до 60 хвилин. Тривалість залежить від липкості яєць і ефективності суспензії щодо зниження адгезії.

Під час процесу знеклеєння часто використовуються пристрої які працюють шляхом обережного перемішування яєць у суспензії за допомогою подавання повітря, яке подається компресором. Бульбашки повітря допомагають яйцям рухатися, забезпечуючи їх рівномірне покриття речовиною та запобігаючи їх осіданню або злипанню [2].

Після знеклеєння яйця необхідно ретельно вимити, щоб видалити суспензію та будь-яку залишкову липкість. Зазвичай це робиться шляхом промивання яєць чистою водою.

Після завершення процесу знеклеювання яйця готові до стадії інкубації. Їх переносять в інкубаційні пристрої, де вони можуть розвиватися в контрольованому середовищі з високим вмістом кисню. Правильне знеклеювання гарантує, що яйця рівномірно розподіляються, знижуючи ризик розвитку бактерій або грибків і сприяючи здоровому розвитку.

Вибір агента для знеклеєння (мул, тальк, молоко, танін) залежить від наявності, простоти використання та конкретних потреб інкубаторію. Кожен засіб має свої переваги та недоліки щодо ефективності та впливу на яйцеклітини.

Тривалість: процес деглютинації має тривати достатньо довго, щоб ефективно зменшити клейкість, але не настільки довго, щоб пошкодити яйця. Рекомендована тривалість 50-60 хвилин була визнана оптимальною для більшості речовин [4].

Протягом усього процесу деглутинації слід уважно стежити за температурою води та рівнями кисню та підтримувати їх на оптимальному рівні.

4.2.5. Інкубація ікри в умовах інкубцеху. Для інкубації осетрової ікри існує багато різних апаратів, серед яких одним із найбільш поширених є апарат «Осетер». Цей інкубаційний пристрій має внутрішній і зовнішній ящики. Внутрішній ящик оснащений латунною сіткою з розміром отворів 0,8 мм. Під сіткою розташована лопать, яка за допомогою шарнірного механізму створює вихрові потоки води, що забезпечують перемішування ікри. Разова ємність апарата становить від 1,5 до 2,5 кг ікри. Ембріони після викльову виносяться через спеціальний отвір. Витрата води для інкубації 100 тисяч личинок становить від 1,2 до 5,5 л/хв [4].

Для забезпечення оптимальних умов розвитку ембріонів осетрових слід підтримувати високий рівень насичення води киснем. Для цього необхідно забезпечити витрату води на рівні 8-10 л/хв, що дозволяє підтримувати вміст кисню на рівні 90-100% від насичення. Перед тим як заповнювати інкубаційні апарати ікрою, їх дезінфікують за допомогою фіолетового «К», перманганату калію або формаліну.

Для інкубації використовують лише чисту, фільтровану воду, що запобігає розвитку інфекцій і сприяє здоровому розвитку ікри. Мертві ікринки видаляють за допомогою сифона, щоб запобігти їх розкладанню та можливому забрудненню інкубаційного середовища. Для боротьби з грибок сапролегнією застосовують малахітовий зелений (у концентрації 1:200000), фіолетовий «К» або розчин формаліну, що дозволяє знизити ризик інфекційних захворювань і підвищує шанси на успішне вилуплення личинок[8].

4.2.6 Викльов. Це завершальний етап інкубації осетрової ікри, який забезпечується в контрольованому середовищі інкубаторів. Протягом усього інкубаційного періоду за станом ікри пильно стежать, особливо звертаючи

увагу на можливі ознаки захворювань. Якщо виявляються уражені хворобою ікринки, їх негайно видаляють, оскільки без своєчасного видалення такі ікринки можуть завдати шкоди ембріонам, що розвиваються, і поширити інфекцію. Особливу увагу приділяють контролю температури води та рівня кисню, які регулюються за потреби для забезпечення оптимальних умов для розвитку ікри [3].

Процес викльову починається через кілька днів або тижнів після початку інкубації, залежно від виду осетрових та температурного режиму. У цей період з ікри починають з'являтися крихітні передличинки. Важливо, що на цьому етапі їх обережно переносять у спеціальні резервуари для вирощування, де вони продовжують своє зростання та розвиток під постійним наглядом кваліфікованого персоналу інкубаторію.

Початок викльову можна визначити за появою в інкубаційних апаратах перших одиничних передличинок, які плавають у воді. Поступово їх кількість зростає, і коли в апараті з'являються сотні передличинок, це свідчить про початок масового викльову. На цьому етапі слід бути особливо уважним, щоб створити всі необхідні умови для успішного розвитку передличинок і подальшого переведення їх у стадію вирощування[8].

4.2.7. Етап витримування передличинок розпочинається з моменту їх викльову та пересадки у відповідні умови для витримування. Передличинки переміщують у лотки по мірі їх накопичення в уловлювачах інкубаційних апаратів. Облік передличинок здійснюється візуально за еталоном (500 екземплярів) або за допомогою вагового методу. Наступного дня після пересадки передличинок в басейни проводиться ретельний відбір оболонки ікри, мертвої ікри та не життєздатних особин. Цей процес виконується за допомогою сифона. В подальші дні кількість загиблих передличинок підраховується щоденно і фіксується в рибоводному журналі[25].

Протягом етапу витримування передличинок відбувається поступове формування органів та систем, які забезпечують нормальний ріст та розвиток риби. Особливістю цього періоду є заміна тимчасових органів, таких як непарна плавцева складка, зовнішні зябра і запас жовтка, на органи та системи, характерні для дорослого організму. Оскільки цей процес є надзвичайно важливим, забезпечення оптимальних умов є критичним, адже будь-яке відхилення може призвести до порушень у розвитку або навіть до загибелі молоді.

При підрощуванні передличинок слід приділяти особливу увагу критичним стадіям постембріонального розвитку, оскільки ці стадії супроводжуються підвищенням кількості загиблих особин. До таких стадій належать: перехід на зяброве дихання, формування шлункових відділів, завершення гістогенезу печінки та формування жовчного міхура, а також перехід на активне (зовнішнє) живлення. Будь-які порушення у розвитку цих органів та систем можуть призвести до летальних наслідків для личинок. Час настання кожної з цих стадій залежить від температури води, тому контроль температурного режиму є одним із ключових факторів успішного вирощування передличинок[29].

Після викльовування передличинки осетрових активно переміщуються в товщі води, виконуючи так звані "свічки": вони періодично підіймаються до поверхні і опускаються на дно басейну. Ця поведінка є природним механізмом, який допомагає передличинкам уникнути замулювання під час природного нересту, а також дозволяє їм швидше досягати зон, багатих на кормові організми. Така активність сприяє їх виживанню на ранніх етапах розвитку.

Після того, як передличинки переходять на зяброве дихання та завершують формування травної системи, настає так званий період "роїння". У цей час передличинки опускаються на дно басейну і утворюють скупчення, відомі як "плями". Важливо відстежувати місця утворення таких скупчень,

оскільки якщо вони знаходяться в зонах з недостатнім водопостачанням, це може призвести до загибелі передличинок через нестачу кисню. На цьому етапі інтенсивність споживання кисню різко зростає, перевищуючи показники ембріонального періоду у кілька разів. Вміст кисню у воді має підтримуватися на рівні не нижче 7,5 мг/л, а оптимальними є показники в межах 8-12 мг/л [29].

Цей етап розвитку передличинок також супроводжується ризиком масової загибелі, яка може бути викликана як низькою рибоводною якістю ікри, так і несприятливими умовами утримання. Передличинки, які мають морфо-фізіологічні дефекти або порушення у розвитку органів дихання, травлення та ферментної системи, не здатні до подальшого розвитку і гинуть на цьому етапі. Для контролю за розвитком і оцінки рибоводної якості личинок необхідно кожні три доби відбирати проби з кількістю 30-50 живих і загиблих передличинок. Це дозволяє фахівцям стежити за їх станом і вчасно вносити корективи у процес вирощування, якщо це необхідно [4].

Підрощування личинок до моменту переходу на активне живлення залишається одним із найбільш вразливих етапів у технології осетрівництва. Незважаючи на численні дослідження, пропозиції щодо покращення цього процесу, а також впровадження нових пристроїв та технологій для усунення "вузьких місць", рівень смертності рибопосадкового матеріалу на цій стадії залишається високим. Особливо тривожним є те, що трапляються раптові "вибухи" смертності окремих груп личинок, тоді як інші, за однакових умов утримання, залишаються здоровими. Найбільш критичним моментом є перехід личинок на активне живлення.

Основною причиною масової загибелі личинок у цей період розвитку вважають високу чутливість їх травної системи, зокрема через недостатню функціональну зрілість шлунку. Однак відомий вчений І.І. Шмальгаузен заперечує "критичність" цієї стадії, стверджуючи, що причини масової

загибелі на етапі переходу до активного живлення пов'язані з порушенням розвитку личинок ще під час жовткового живлення [3].

Н.І. Драгомиров, проаналізувавши обидві точки зору, дійшов висновку, що відхід личинок може бути спричинений низкою негативних факторів. Одним із них є те, що на цьому етапі завершується органогенез, який забезпечується внутрішніми ресурсами організму. Якщо в процесі розвитку виникли дефекти, личинки можуть не мати можливості перейти на активне живлення, що призводить до їх загибелі. Тому особлива увага надається контролю умов вирощування і своєчасній діагностиці можливих проблем у розвитку личинок, щоб знизити рівень смертності та забезпечити їх успішний перехід на активне харчування.

Перехід до нового способу життя у личинок осетрових супроводжується зміною фізіологічного стану, що може створити критичний період для їх існування, особливо за несприятливих умов. Важливим фактором у цей період є наявність відповідного корму. Якщо личинки, які готові до активного живлення, не отримують належного харчування, їхня сила слабшає, що може призвести до масової загибелі [25].

Під час вирощування личинок у басейнах важливо дотримуватися ряду вимог. Перед першою ранковою та останньою вечірньою годівлею слід ретельно очищати дно басейнів, видаляючи залишки нез'їденого корму, фекалії риб та загиблих личинок. Очищення здійснюється за допомогою сифону, яким видаляються залишки корму, фекалії та сапролегнія, що можуть накопичуватися у воді. Вода із сифоном збирається в таз, після чого, коли осад осяде, живі личинки, які потрапили у сифон, повертаються назад у басейн. Якщо басейни не очищати належним чином, сапролегнія може покривати стінки та дно басейнів, особливо при використанні дрібної крупки комбікорму розміром 0,1-0,2 мм, а також може заповнити скидні труби, ускладнюючи нормальну циркуляцію води [2].

4.2.8 Перехід на зовнішнє живлення. Коли личинки викидають меланінову пробку, їх потрібно поступово привчати до вживання крупки личинкових кормів. Для вирощування ранньої молоді осетрових використовують крупку розміром від 0,1 до 0,2 мм. Важливо, щоб розмір крупки відповідав масі риби та розміру її глотки. Коли резорбція жовткового мішка досягає 70-80%, рекомендується розпочати годівлю личинок, оскільки в цей період їхня маса зазвичай становить 20-40 мг. Активність живлення та пошуковий рефлекс личинок на цьому етапі ще невисокі, тому вони поглинають корм, що знаходиться неподалік від них, використовуючи здебільшого органи зору для пошуку їжі [55].

Корм личинкам осетрових слід роздавати не менше 20-24 рази протягом світлого часу доби або використовувати автоматичні системи для постійної годівлі. Після того, як личинки досягають маси 60 мг, їхня харчова активність значно збільшується, що дозволяє зменшити частоту годівлі до 10-12 разів на день. Така частота забезпечує належне харчування для їх швидкого розвитку [3].

Годівля повинна проводитися відповідно до норм, що залежать від маси риби та оптимальної температури води. У перші дні після переходу на активне живлення спостерігаються втрати частини комбікорму через недостатню харчову активність личинок. Тому на цей період добову норму корму слід збільшити до 50% від маси риби, щоб компенсувати ці втрати. По мірі зростання личинок норму годівлі слід поступово зменшувати, щоб уникнути перегодовування. Однак відхід личинок за період підрощування може досягати 30%, що є звичним для цього етапу розвитку [2].

4.2.9. Вирощування малька до дорослої стадії. Після переходу на зовнішнє живлення процес вирощування малька в рециркуляційній аквакультурній системі (РАС) включає кілька важливих етапів, кожен з яких має свої специфічні вимоги та потребує особливого підходу. Цей процес розпочинається з моменту, коли мальки починають споживати зовнішній

корм, і триває до досягнення ними дорослої форми та розмірів, готових до товарного вирощування або подальшого використання в селекційних програмах.

Перший важливий етап після переходу на зовнішнє живлення — це активне розгортання травної системи. Під час цього періоду личинки осетрових, як і інших риб, повинні отримувати високоякісний стартовий корм, багатий на білки та необхідні жири, щоб забезпечити швидкий розвиток організму. Розмір частинок корму повинен бути достатньо малим (0,1-0,2 мм), щоб мальки могли його легко споживати. На цьому етапі важливо годувати рибу часто — до 20-24 разів на добу, використовуючи або автоматичні системи годівлі, або ручне роздавання корму. Часте годування забезпечує постійний доступ до їжі і сприяє інтенсивному росту[56].

Важливою частиною вирощування в РАС є підтримання стабільної якості води. Система рециркуляції забезпечує постійне очищення води через фільтраційні системи, що видаляють органічні відходи, аміак та інші шкідливі речовини. Контроль рівня кисню, вмісту аміаку, нітритів і нітратів має здійснюватися регулярно, оскільки від цих параметрів безпосередньо залежить здоров'я та швидкість росту малька. На початкових етапах вирощування мальків температура води повинна підтримуватися на рівні 20-25°C для стимуляції швидкого метаболізму та росту.

У цей період відбувається формування органів дихання і травлення. Мальки поступово розвивають здатність до активного пошуку їжі, починають споживати більші частинки корму, і через 2-3 тижні після переходу на зовнішнє живлення їх можна перевести на більш крупний корм (0,5-1 мм). Поступове збільшення розміру частинок корму та скорочення частоти годувань до 8-12 разів на добу сприяє розвитку риби та підготовці її до наступного етапу [25].

Одним із ключових моментів у процесі вирощування в РАС є регулювання щільності посадки. На початкових етапах щільність посадки

може бути високою, але зі зростанням риби її потрібно поступово зменшувати, щоб уникнути стресу та надмірної конкуренції за корм і кисень. У цей період риба активно зростає, і її фізіологічний стан потребує постійного контролю, щоб уникнути перевантаження системи і зниження її ефективності.

Після того, як мальки досягають маси приблизно 10-20 грамів, їх переводять на менш інтенсивний режим годування, але якість корму залишається важливою. В цей період риба продовжує активно рости, і її метаболічні потреби високі, тому корм повинен містити всі необхідні вітаміни та мінерали для підтримання нормального росту та розвитку. Паралельно з цим, важливо підтримувати належний рівень кисню у воді, оскільки метаболізм риби залишається на високому рівні, і споживання кисню є дуже інтенсивним [21].

Зі збільшенням маси риби зростає і потреба в просторі, що вимагає розміщення риб у більших резервуарах або збільшення кількості водообміну в системі. Підтримання оптимальних умов утримання є критично важливим, адже будь-які коливання температури або якості води можуть негативно вплинути на здоров'я риби та її здатність до швидкого росту. На цьому етапі також можуть застосовуватися різні профілактичні заходи, зокрема, обробка води антисептиками для запобігання розвитку хвороб.

Коли риба досягає маси 100-150 г, її переводять на товарний режим вирощування, з частотою годування 3-4 рази на день і використанням корму з більшими гранулами (1,5-2 мм). На цьому етапі важливо підтримувати високу якість корму, оскільки швидкість росту риби значною мірою залежить від його складу. У цей період мальки перетворюються на ювенальні особини, і ріст відбувається швидше завдяки ефективнішому засвоєнню поживних речовин. Для риби на цьому етапі важливою є правильна годівля, яка запобігає захворюванням, пов'язаним із дефіцитом поживних речовин [28].

Заключний етап вирощування в РАС передбачає досягнення рибою товарних розмірів або повного циклу розвитку для подальшого відтворення. Підтримання належної якості води, постійний моніторинг параметрів середовища, такі як рівень кисню, рН, температура, а також контроль за станом риби є ключовими для досягнення високих показників продуктивності. Зазвичай досягнення дорослих розмірів у риби займає від кількох місяців до року, залежно від виду, інтенсивності вирощування і умов у системі [32].

РОЗДІЛ V. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1 Рибоводно-біологічні нормативи розведення і вирощування сибірського осетра

Планові показники та нормативні дані до розрахунків:

Потужність підприємства – 100 тонн сибірського осетра

Товарна маса осетра – 1.5 кг

Вихід сибірського осетра масою 1.5 кг від молоді масою 0,8 кг – 95%

Вихід молоді масою 0,8 кг від молоді масою 0,2 кг – 95%

Вихід малька масою 200 г від мальків масою 3 г – 90%

Вихід від личинок до мальків масою 3 г – 50 %

Вихід личинок від вільних ембріонів – 60%

Вихід вільних ембріонів від заплідненої ікри – 80 %

Запліднення ікри – 80%

Робоча плодючість самок 60 000 ікринок

Дозрівання самок після ін'єкції – 90%

Резерв зрілих самок – 30%

Кількість самців за співвідношенням до самок (1:1)

Середня маса самок сибірського осетра - 22

Середня маса самців сибірського осетра - 17

Витрати гіпофізів для самки - 2 мг/кг

Витрати гіпофізів для самця - 1 мг/кг

- Кормовий коефіцієнт зоопланктону – 5
- Кормовий коефіцієнт стартових комбікормів -0,8
- Кормовий коефіцієнт продукційних комбікормів – 1
- Маса заводських личинок – 140 мг
- Маса вільних ембріонів – 50 мг
- Площа личинкових ємкостей - 4 м²
- Щільність посадки вільних ембріонів 5 тис екз./м²
- Щільність посадки 3-5-грамової молоді у басейни 400 екз./м²
- Щільність посадки молоді – 30 кг/м²
- Щільність посадки підрощеної молоді – 35 кг/м²
- Щільність посадки товарної риби – 40 кг/м²
- Завантаження апарату Вейса ікрою – 40 тис. шт.
- Температура води в УЗВ – 22 °С,
- Вміст хлоридів у воді – 40 мг/л,
- Мінімальний вміст кисню у воді на витоці з басейнів (С2) – 5 мг О₂/л;
- Питоме споживання кисню ПСО₂ для осетра при 22 °С – 230 мг/кг/год.
- Пропускна здатність оксигенатора (кисневий конус) - 185 м³/год
- Насичення води киснем (С1) - 200 %, що за температури води 22 оС і вмісту хлоридів 40 мг/л становить 17,6 мг О₂ /л;
- Резерв потужності системи оксигенації води – 10 %.

5.2. Розрахунки потреб у біологічному матеріалі різновікових груп

Розрахунок кількості мальків масою 3 г для отримання товарної риби.

Чисельність біологічного матеріалу визначають за допомогою потужності господарства (100 т) та нормативів виходу риби.

1) кількість особин, необхідних для отримання 100 тонн товарної риби:

$$100\ 000\ \text{кг.} : 1,5\ \text{кг/екз} = 66\ 667\ \text{екз.}$$

2) потреба молоді сибірського осетра масою 0,8 кг, враховуючи їх вихід від товарної риби (95%)

$$66\ 667\ \text{екз.} \times 100 : 95\% = 70\ 176\ \text{екз.}$$

3) вихід молоді сибірського осетра масою 0,2 кг враховуючи норматив виходу підрощеної молоді (95%)

$$70\ 176\ \text{екз.} \times 100 : 95\% = 73\ 870\ \text{екз.}$$

4) потреба у мальках (3 г/екз.):

$$73\ 870\ \text{екз.} \times 100 : 90\% = 82\ 100\ \text{екз. мальків}$$

5) потреба в личинках, що перейшли на активне живлення:

$$82\ 100\ \text{екз.} \times 100 : 50\% = 164\ 200\ \text{екз. личинок}$$

6) потреба у вільних ембріонах:

$$164\ 200\ \text{екз.} \times 100 : 60\% = 273\ 667\ \text{екз.}$$

6) кількість заплідненої ікри:

$$273\ 667\ \text{екз.} \times 100 : 80\% = 342\ 083\ \text{шт. ікр.}$$

8) кількість овульованої ікри до запліднення:

$$342\ 083 \times 100 : 80\% = 427\ 604\ \text{шт. ікр.}$$

Розрахунок потреби у маточному поголів'ї:

9) потреба у самках, що віддають ікру:

$$427\ 604\ \text{ікр.} : 60\ 000\ \text{ікр/сам.} = 8\ \text{екз.}$$

10) загальна кількість самок, з урахуванням їх дозрівання після ін'єкції (90%):

$$8\ \text{екз.} \times 100 : 90\% = 9\ \text{екз.}$$

11) кількість самок з урахуванням резерву (30%):

$$9\ \text{екз.} \times 1,3 = 12\ \text{екз.}$$

12) кількість самців за співвідношенням до самок (1:1):

12 екз. самок = 12 екз. самців

5.3. Розрахунки потреб в основних засобах виробництва

Результати розрахунку:

1) кількість гіпофізу для самок:

$$12 \text{ самок} \times 22 \text{ кг/екз.} \times 2 \text{ мг/кг} = 528 \text{ мг}$$

2) кількість гіпофізу для самців:

$$12 \text{ самців} \times 17 \text{ кг/екз.} \times 1 \text{ мг/кг} = 204 \text{ мг}$$

3) загальна кількість перепаратів гіпофізу:

$$528 \text{ мг} + 204 \text{ мг} = 732 \text{ мг}$$

Потреба в інкубаційних апаратах Вейса:

$$427\,604 \text{ ікр.} : 40\,000 \text{ шт ікрю/апарат} = 11 \text{ апаратів}$$

5.4. Розрахунки потреб в комбікормах для годівлі риби

Потреба у природних кормах:

1) приріст заводських личинок, використовуючи природній корм

$$(140 \text{ мг} \times 164\,200 \text{ екз.}) - (50 \text{ мг} \times 273\,667 \text{ екз.}) = 9,3 \text{ кг}$$

2) Знаходжу кількість живих кормів використовуючи кормовий

коефіцієнт зоопланктону:

$$9,3 \text{ кг} \times 5 = 46,5 \text{ кг.}$$

Потреба у стартових комбікормах:

3) приріст малька на стартовому комбікормі:

$$(82\,100 \text{ екз.} \times 3 \text{ г}) - (164\,200 \text{ екз.} \times 0,14 \text{ г}) = 223,3 \text{ кг}$$

4) кількість стартових комбікормів:

$$223,3 \text{ кг} \times 0,8 = 179 \text{ кг}$$

Потреба у продукційних комбікормах:

5) приріст риби за рахунок продукційних комбікормів:

$$(66\,667 \text{ екз.} \times 1,5 \text{ кг/екз.}) - (82\,100 \text{ екз.} \times 0,003 \text{ кг}) = 99\,755 \text{ кг}$$

б) кількість продукційних комбікормів:

$$99\,755 \text{ кг.} \times 1 = 99\,755 \text{ кг}$$

5.5 Розрахунки потреб у басейнах

Кількість басейнів для вільних ембріонів:

$$273\,667 \text{ екз.} : 5\,000 : 4 = 17 \text{ басейнів}$$

Кількість басейнів для мальків:

$$82\,100 \text{ екз.} : 400 : 9 = 23 \text{ басейнів}$$

Кількість басейнів для молоді:

$$73\,870 \text{ екз} \times 0,2 \text{ кг} : 30 \text{ кг/м}^2 : 36 \text{ м}^2 = 14 \text{ басейнів}$$

Кількість басейнів для підрощеної молоді:

$$70\,176 \text{ екз.} \times 0,8 \text{ кг} : 35 \text{ кг/м}^2 : 36 \text{ м}^2 = 45 \text{ басейнів}$$

Розраховую кількість басейнів для товарної риби

$$66\,667 \text{ екз.} \times 1,6 \text{ кг} : 40 \text{ кг/м}^2 : 36 \text{ м}^2 = 70 \text{ басейнів}$$

5.6. Водогосподарські розрахунки для проектування господарства

Розрахунок потреби у кисні для вирощування 100 тонн сибірського осетра в УЗВ:

$$100\,000 \text{ кг} \times 0,23 \text{ г/кг/год} = 23 \text{ кг/год}$$

Кількість кисню, яка має надходити від системи оксигенації протягом години:

$$23 \text{ кг/год} \times (1+5 \text{ мг/л} : 17,6 \text{ мг/л}) = 29,53 \text{ кг/год}$$

Потреба у кисневих конусах (N_{кк}) з урахуванням 10 % резерву потужності по виробленню кисню:

$$185 \text{ м}^3/\text{год} \times 17,6 \text{ мг/л} = 3,25 \text{ кг/год}$$

Потреба у кисневих конусах (N_{кк}), з урахуванням 10 % резерву потужності по виробленню кисню:

$$1,1 \times 29,53 \text{ кг/год} : 3,25 \text{ кг/год} = 10 \text{ од.}$$

Потужність генератора кисню, з урахуванням 10 % резерву (не менше):

$$1,1 \times 29,53 \text{ кг/год} = 32,5 \text{ кг/год}$$

Вихідні дані для розрахунку потреби у системі біофільтрації:

добова норма корму для годівлі риби – 1 % від маси риби

вміст протеїну в комбікормі (Ср) – 4 % або 0,46;

питома площа поверхні субстрату у 1 м³ заповнювача (ПП) – 700 м²

Добова максимальна кількість корму для годівлі товарних осетрів:

$$100\,000 \text{ кг} \times 0,01 = 1\,000 \text{ кг}$$

Маса загального амонійного і аміачного азоту:

$$1\,000 \text{ кг} \times 0,46 \times 0,092 = 42,32 \text{ кг}$$

Загальна площа поверхні заповнювача біофільтру:

$$42,32 \text{ кг} \times 5 \text{ м}^2/\text{Г} = 211\,600 \text{ м}^2$$

Об'єм заповнювача, з урахуванням 30 % резерву:

$$211\,600 \text{ м}^2 \times 1,3 : 700 \text{ м}^2/\text{м}^3 = 393 \text{ м}^3$$

Об'єм біофільтру:

$$393 \text{ м}^3 \times 2 = 786 \text{ м}^3$$

Розрахунок потужності насосів з використанням норм:

Водообмін басейнів для вільних ембріонів, разів за годину - 2

Водообмін басейнів для вирощування риби, разів за годину – 1

Резерв потужності насоса – 10%

Щоденна підміна води у системі – 5 %

Потреба у воді для басейнів з вільними ембріонами, з урахуванням резерву потужності:

$$17 \text{ бас.} \times (4 \text{ м} \times 1 \text{ м} \times 0,5 \text{ м}) = 17 \text{ бас.} \times 2 \text{ м}^3 = 34 \text{ м}^3$$

$$34 \text{ м}^3 \times 2 \text{ рази/год} \times 1,1 = 74,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Потреба у воді для вирощування риби, з урахуванням резерву:

Потреба у волі для мальків:

$$23 \text{ бас.} \times 9 \text{ м}^3 \times 1 = 207 \text{ м}^3$$

$$207 \text{ м}^3 \times 1 \text{ раз/год} \times 1,1 = 223 \text{ м}^3/\text{год}$$

Потреба у воді для басейнів з товарною рибою, з урахуванням резерву:

$$70 \text{ бас.} \times 36 \text{ м}^3 \times 1 = 2\,520 \text{ м}^3$$

$$2\,520 \text{ м}^3 \times 1 \times 1,1 = 2\,772 \text{ м}^3/\text{год}$$

Потреба підприємства у водопостачанні за загальним об'ємом води в системі:

Об'єм води у басейнах з рибою:

$$34 \text{ м}^3 + 207 \text{ м}^3 + 2520 \text{ м}^3 = 2\,761 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм води у системі:

$$(2\,761 \text{ м}^3 + 786 \text{ м}^3) \times 1,1 = 3\,550 \text{ м}^3$$

Потреба підприємства у щоденній підміні води:

$$3\,550 \text{ м}^3 \times 0,05 = 177,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Висновок: Потреба у матеріальних засобах підприємства планового отримання 100 тонн товарної продукції сибірського осетра становить – біологічного матеріалу: 66 667 екз. товарної риби вагою 1.5 кг., 12 самиць, 12 самців, 732 мг. препаратів гіпофізу, 11 інкубаційних апаратів Вейса, 46,5 кг. живих кормів, 179 кг.стартових комбікормів, 99 755 кг. продукційних комбікормів, потреба підприємства у басейнах для вільних ембріонів – 17 басейнів: для малька – 23 басейна: для товарної риби - 70 басейнів (процес вирощування для молоді і підрощеної молоді відбувається поступово у басейнах для товарного вирощування), Оксигенатор потужністю - 32,5 кгО₂/год, Об'єм біофільтру 786 м³, Потужність насосів: 74,8 м³/год для інкубаційної системи, 2 772 м³/год для системи товарного вирощування, Щоденний водообмін системи становить 177,5 м³ /добу. *Краще ці дані зробити у вигляді таблиці або декількох таблиц. Наприклад, «Потреба у біологічному матеріалі сибірського осетра», «Корми та ін. матеріали», «Технологічне обладнання»*

РОЗДІЛ VI . ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПРОЕКТОВАНОГО ПІДПРИЄМСТВА

6.1. Матеріальні витрати проектного підприємства

6.1.1. Розрахунок витрат на придбання комбікормів

Комбікорми будуть закуплятися оптовими партіями, завдяки чому їхня ціна буде нижчою за роздрібну.

Вихідні дані до розрахунків:

Ціна живих кормів – 2 100 грн за кг.

Ціна стартових комбікормів – 300 грн за кг.

Ціна продукційних комбікормів – 90 грн за кг.

Вартість живих комбікормів:

$46,5 \text{ кг} \times 2\,100 \text{ грн/кг} = 97\,650 \text{ грн.}$

Вартість стартових комбікормів:

$223,3 \text{ кг} \times 300 \text{ грн/кг} = 69\,990 \text{ грн.}$

Вартість продукційних комбікормів:

$99\,755 \text{ кг} \times 90 \text{ грн/кг} = 8\,977\,950 \text{ грн}$

Загальні витрати підприємства на комбікорми:

$97\,650 \text{ грн} + 69\,990 \text{ грн} + 8\,977\,950 \text{ грн} = 9\,145\,590 \text{ грн}$

6.1.2. Розрахунок витрат на закупівлю маточного стада проведено за

таких умов:

Ціна самок – 2 500 грн/кг

Ціна самців – 1 300 грн/кг

Вартість закупівлі самок:

$12 \text{ самок} \times 22 \text{ кг/самиця} \times 2\,500 \text{ грн/кг} = 660\,000 \text{ грн.}$

Вартість закупівлі самців:

$12 \text{ самців} \times 17 \text{ кг/самець} \times 1\,300 \text{ грн/кг} = 265\,200 \text{ грн.}$

Загальна вартість маточного поголів'я:

$$660\,000 \text{ грн} + 265\,200 \text{ грн} = 916\,200 \text{ грн}$$

6.1.3. Розрахунки витрат на енергоносії. Витрати на електроенергію розраховують за енергоспоживанням обладнання РАС (насоси, система опалення і освітлення приміщень). Витрати за 1 годину становлять 45 кВт. Ціна електроенергії – 4,32 грн/кВт

$$45 \text{ кВт /год.} \times 24 \text{ год/доба} \times 365 \text{ діб} \times 4,32 \text{ грн./кВт} = 1\,702\,944 \text{ грн./рік}$$

Витрати на пальне. Господарство буде використовувати два дизельних вантажопасажирських автомобілі, середній річний пробіг кожного з яких становитиме 6 500 км. Витрати пального на один автомобіль складають 11 літрів дизельного палива на 100 км.

Отже, річна потреба в дизельному пальному буде:

$$11 \text{ л/100 км} \times (6\,500 \text{ км} : 100 \text{ км}) \times 2 \text{ а/м} = 1\,430 \text{ л/сезон}$$

Ціна на дизельне пальне – 52 грн/л

$$1\,430 \text{ л} \times 52 \text{ грн./л} = 74\,360 \text{ грн.}$$

6.2. Витрати на оплату праці

У таблиці представлено розрахунок фонду заробітної плати підприємства (див. табл. 6.1):

Таблиця 6.1

Розрахунок оплати праці

№ п/п	Посада працівника	Кількість працівників, чол.	Зарплата, грн./міс	Сума зарплати за рік, грн	
				на 1-го	на всіх
1	Директор	1	40 000	480 000	480 000
2	Інженер - рибовод	1	33 000	396 000	396 000
3	Бухгалтер	1	15 000	180 000	180 000

	економіст				
4	Головний рибовод	1	28 000	336 000	336 000
5	Рибовод-робітник	4	18 000	216 000	864 000
6	Водій	3	16 000	192 000	576 000
7	Працівник служби охорони	2	15 000	180 000	360 000
СУМА		13	266 000	1 980 000	3 192 000
Відрахування до єдиного соціального внеску (ЄСВ)(22%)					702 240
Всього ФЗП з нарахуваннями					<u>3 894 240</u>

6.3. Витрати на амортизацію

Витрати на амортизацію – 6% від суми основних витрат підприємства:
 $9\,145\,590 + 916\,200 + 1\,702\,944 + 74\,360 + 3\,894\,240 = 15\,733\,334$ (грн.)
 $15\,733\,334$ грн. \times 6% = 944 000 грн.

6.4. Витрати на охорону праці

Розмір витрат на охорону праці – 5% від суми основних витрат:
 $(15\,733\,334$ грн \times 5%) : 100% = 786 667 грн.

6.5. Інші операційні витрати

Розмір інших витрат – 2% від суми основних витрат підприємства:
 $(15\,733\,334$ грн \times 2%) : 100% = 314 667 грн.

6.6 Загальні витрати на виробництво продукції:

Загальна сума витрат на вирощування 100 тонн сибірського осетра:
 $9\,145\,590 + 916\,200 + 74\,360 + 1\,702\,944 + 3\,894\,240 + 944\,000 +$
 $786\,667 + 314\,667 = 17\,778\,668$ (грн.)

Собівартість товарної продукції:

$16\,587\,557$ грн : $100\,000$ кг = 166 грн/кг

6.7. Економічні показники проектованого підприємства

Валовий дохід від реалізації товарної продукції:

$100\,000$ кг x 250 грн/кг = $25\,000\,000$ грн

Чистий прибуток:

$25\,000\,000$ грн – $17\,778\,668$ грн = $7\,221\,332$ грн

Рентабельність виробництва продукції:

$7\,221\,332$ грн : $17\,778\,668$ x 100% = $40,6\%$

РОЗДІЛ VII. ОХОРОНА ПРАЦІ

Для запобігання небезпечним ситуаціям та травмам під час роботи з рибами-плідниками на підприємствах впроваджується конституційне право на захист життя і здоров'я працівників у ході їх трудової діяльності, забезпечення належних, безпечних і здорових умов праці, а також регулюються взаємовідносини між працівниками і роботодавцями з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Ці умови встановлюються та контролюються відповідно до Закону України «Про охорону праці» (2002), Кодексу законів про працю України та інших нормативно-правових актів. Зазначений закон визначає єдиний порядок організації охорони праці в країні. Відповідно до статті 1 цього закону, охорона праці – це система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних засобів і заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності працівників[42].

Закон України «Про охорону праці» поширюється на всі підприємства, організації та установи незалежно від форми власності та характеру їх діяльності, а також охоплює всіх працівників та осіб, залучених до праці на цих об'єктах.

Діяльність рибоводів нерідко супроводжується роботою в умовах впливу ряду шкідливих і небезпечних виробничих чинників, зумовлених специфікою умов, у яких здійснюється культивування рибних об'єктів. Тривалий вплив цих шкідливих чинників у певних виробничих умовах може призвести до розвитку хронічних захворювань або виникнення травм під час роботи в небезпечному середовищі[18].

Небезпечні та шкідливі чинники поділяються на чотири основні групи: психофізіологічні (соціальні), біологічні, хімічні та фізичні. Згідно з

ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація», ці чинники класифікуються залежно від їх безпеки та шкідливого впливу[44].

На рибницьких господарствах зазвичай присутні наступні небезпечні чинники:

1. Фізичні фактори:

- наявність машин та механізмів з рухомими частинами обладнання, таких як автотранспорт і кормозмішувачі;
- деяке механічне обладнання може мати високі температури на поверхнях;
- температура робочої зони може бути підвищеною або зниженою в залежності від сезону, наприклад, в інкубаційних або риборозплідних цехах, а також під час роботи на відкритому повітрі;
- підвищений рівень шуму на робочому місці, зокрема від шуму води, що надходить або стікає в басейни, а також від електродвигунів і насосних станцій;
- можливий підвищений рівень вібрації через роботу електродвигунів, фільтрів та іншого обладнання;
- підвищена вологість повітря в приміщеннях інкубаційних або риборозплідних цехів.
- підвищена інтенсивність електромагнітного поля в зоні роботи електродвигунів у приміщенні насосної станції або біля електрощитової;
- недостатня освітленість робочої зони, пов'язана з особливостями фотоспецифічності рибних видів або умовами в насосній станції;
- можливе виникнення відблисків світла від водної поверхні басейнів чи інкубаційних апаратів;
- гострі краї та шорсткі поверхні робочого обладнання або рибоводного інвентарю, а також наявність захисних пристосувань у риб, які можуть спричинити серйозні порізи долонь.

2. Хімічні фактори:

- подразнюючі речовини (застосування хлорного або негашеного вапна, робота з рибними кормами, дезінфекція поверхонь та обладнання);
- токсичні речовини (використання хімікатів під час нерестової кампанії або перевірки якості кормів, лікування риб).

3. Біологічні фактори:

- наявність патогенних мікроорганізмів, таких як бактерії, грибки, віруси та найпростіші, що можуть міститися в рибі, її слизі або загиблій рибі.

4. Психофізіологічні фактори:

- нервово-психічні перевантаження, які можуть виникати під час роботи у позмінному режимі або при виконанні монотонних завдань, таких як годівля риби чи обслуговування систем водопостачання та водовідведення рибницьких басейнів;
- фізичні перевантаження, що здебільшого мають динамічний характер під час виконання трудомістких робіт, таких як зариблення басейнів, їх облов, вантажно-розвантажувальні операції без застосування спеціальної техніки.

Функції служби охорони праці може виконувати за сумісництвом інженер-рибовод підприємства, за умови, що він пройшов відповідне навчання для посадових осіб з охорони праці та обов'язкову перепідготовку один раз на три роки, відповідно до п. 1.4 НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці»[45].

Ця особа, завдяки специфіці своєї діяльності, краще за інших керівників підприємства повинна розуміти всі нюанси технологічних процесів. Вона також буде постійно взаємодіяти з працівниками, що дозволить їй найбільш ефективно виконувати функції щодо охорони праці та забезпечення безпеки на виробництві [20].

З огляду на такі вимоги, на інженера-рибовода покладаються наступні обов'язки в галузі охорони праці:

1. Розробка заходів для підтримки і досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці, виконання планів і програм, спрямованих на покращення умов праці. Крім того, створення заходів, спрямованих на запобігання виробничим травмам та професійним захворюванням, а також надання організаційно-методичної допомоги у впровадженні цих заходів у структурних підрозділах підприємства.

2. Підготовка проєктів наказів щодо питань охорони праці та передання їх на розгляд директору або керівному апарату підприємства.

3. Забезпечення проведення перевірок для контролю дотримання працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці спільно з керівниками виробничих і товарних цехів, а також за участю представників профспілки підприємства.

4. Складання та подання звітності з питань охорони праці.

5. Проведення інструктажів працівників, включаючи вступні інструктажі з охорони праці.

6. Аналіз та облік причин виробничих травм, професійних захворювань, виробничих аварій тощо.

7. Забезпечення збереження та належного оформлення документації, пов'язаної з охороною праці.

8. Надання методичної допомоги під час розробки інструкцій з охорони праці, а також складання переліків професій, посад і видів робіт, для яких повинні бути розроблені ці інструкції, за участю керівників підприємства.

9. Інформування працівників про основні вимоги законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, що діють на підприємстві.

10. Розгляд питань щодо підтвердження наявності небезпечних ситуацій, які можуть стати причиною відмови працівників від виконання доручених завдань. Окрім цього, він зобов'язаний розглядати скарги, листи та

заяви працівників підприємства, що стосуються дотримання законодавства з охорони праці.

11. Організація забезпечення підрозділів необхідними нормативно-правовими актами з охорони праці, що діють на підприємстві, а також посібниками і навчальними матеріалами з питань охорони праці.

12. Участь у розслідуванні нещасних випадків та аварій на виробництві, професійних захворювань, у проведенні внутрішнього аудиту з охорони праці та атестації робочих місць на відповідність вимогам нормативно-правових актів з охорони праці. Він також залучається до складання санітарно-гігієнічної характеристики робочих місць працівників, що проходять обстеження на наявність професійних захворювань. Окрім того, він бере участь у роботі комісій з приймання в експлуатацію об'єктів після завершення будівництва, реконструкції або технічного переоснащення, з точки зору дотримання вимог з охорони праці.

13. Складання переліків професій і посад, для яких працівники повинні проходити обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди.

14. Організація навчання з питань охорони праці та створювати комісії для перевірки якості цього навчання.

15. Контроль за виконанням заходів, спрямованих на покращення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, передбачених колективним договором. Окрім цього, він відповідальний за заходи, що усувають причини професійних захворювань і нещасних випадків, а також за ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Інженер-рибодов контролює наявність інструкцій з охорони праці у виробничих підрозділах і забезпечує своєчасне внесення змін до них.

16. Контроль за своєчасним технічним оглядом та випробуванням устаткування, а також за станом запобіжних і захисних пристроїв, систем вентиляції та іншого обладнання. Інженер-рибодов відповідає за своєчасне проведення навчання та всіх видів інструктажів з охорони праці.

17. Контроль за забезпеченням персоналу спецвзуттям, одягом та іншими засобами колективного і індивідуального захисту, а також за організацією їх зберігання і ремонту.

18. Контроль санітарно-гігієнічних та побутових умов праці та своєчасного надання пільг і компенсацій робітникам за важкі та шкідливі умови праці. Контроль за забезпеченням лікувально-профілактичного харчування працівників і надання їм перерв санітарно-оздоровчого призначення.

19. Контроль за правильним розподілом та використанням коштів, призначених на виконання заходів з охорони праці, а також за дотриманням вимог щодо праці жінок, інвалідів та осіб, молодших 18 років.

20. Контроль за тим, щоб дороги та пішохідні доріжки на території підприємства утримувалися у належному безпечному стані.

21. Контроль за виконанням приписів посадових осіб органів державного нагляду з охорони праці та рекомендацій експерта з охорони праці.

Окрім цього, відповідальність інженера-рибовода включає контроль за проведенням попередніх і періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих на важких, шкідливих або небезпечних роботах.

У заходах з охорони праці, окрім інженера-рибовода, також беруть участь керівники виробничих ділянок – начальники риборозплідних та товарних цехів. Їхні обов'язки включають забезпечення дотримання всіх технологічних вимог, правил експлуатації та технічного обслуговування і ремонту обладнання на очолюваних ними ділянках, а також контроль за наявністю та правильним використанням засобів колективного та індивідуального захисту працівників. Вони також відповідають за проведення інструктажів з техніки безпеки на робочих місцях, що відповідає Системі управління охороною праці у рибному господарстві[46].

Згідно з чинним законодавством, на підприємствах має бути встановлений режим праці та відпочинку працівників, контроль за дотриманням якого покладається на відповідальну особу. Забороняється залучення неповнолітніх осіб до посад рибовода, водія автомобіля, слюсаря-електрика, працівника служби охорони, а також забороняється залучення жінок до виконання обов'язків слюсаря-електрика.

На підприємстві повинна бути організована система медичних оглядів працівників: попередні – під час прийому на роботу, та періодичні – щорічно протягом трудової діяльності. Це необхідно для раннього виявлення можливих професійних захворювань і для запобігання залученню до роботи в шкідливих умовах працівників, стан здоров'я яких не відповідає вимогам виробничого процесу. Медичні огляди повинні проводитися відповідно до встановленого НПАОП 0.00-6.02-07 «Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій»[48].

Одним із ключових заходів є проведення інструктажів і організація навчання з питань охорони праці. Всі працівники підприємства, включаючи керівний склад, повинні проходити спеціальне навчання та перевірку набутих знань відповідно до вимог і строків, встановлених для певних видів робіт, виробничих професій та посад на підприємстві, згідно з НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»[49].

Проведення інструктажів з охорони праці на підприємствах здійснюється для ознайомлення працівників з безпечними умовами праці та попередження виробничого травматизму. Інструктажі проводяться з певною періодичністю, визначеною нормативними документами. Адміністративно-громадський контроль з питань охорони праці виконується за трьома напрямками: поточним, періодичним та оперативним[50].

Під час роботи з хімічними речовинами, зокрема з препаратами для стимулювання нересту риб, а також при роботі з великими плідниками риб,

які мають захисні пристосування (наприклад, осетрові «жучки»), працівники повинні бути забезпечені спеціальним одягом та засобами індивідуального захисту. Це здійснюється відповідно до НПАОП 0.00-4.012-08 «Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту», а також НПАОП 05.0-3.03-06 «Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам рибного господарства»[51,52].

З метою забезпечення належних виробничих і побутових умов для працівників на підприємствах повинні бути облаштовані спеціальні санітарно-побутові приміщення, які відповідають вимогам СНиП 2.09.04.-87 «Адміністративні і побутові будівлі». Весь необхідний інвентар та санітарно-побутові приміщення повинні підтримуватися в належному санітарному стані[53].

Окрім того, на підприємствах необхідно проводити атестацію робочих місць згідно з НПАОП 0.00-6.23-92 «Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці». Це забезпечує відповідність умов праці встановленим нормативам та виявляє можливі шкідливі фактори[54].

Заходи щодо пожежної безпеки на підприємствах здійснюються відповідно до положень Закону України «Про пожежну безпеку» і «Правил пожежної безпеки в Україні» (2004). Кожне місце, яке вважається пожежонебезпечним, повинно бути оснащено пожежними щитами з первинними засобами для гасіння пожежі та протипожежним інвентарем[47].

Згідно з Законом України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», всі працівники, які працюють за умовами трудових договорів на підприємствах, повинні бути застраховані від нещасного випадку на виробництві. У разі настання такого страхового випадку, компенсація моральної та матеріальної

шкоди застрахованим особам або їхнім сім'ям здійснюється через Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві[43].

Таким чином, при дотриманні всіх перерахованих умов, без порушень законодавства та з дотриманням правил безпеки, можна значно знизити ризик професійних захворювань, а також запобігти нещасним випадкам і травмам під час нерестової та інкубаційної кампанії на риборозплідниках і рибоводних підприємствах.

ВИСНОВКИ

1. Сибірський осетер є перспективним об'єктом для аквакультури завдяки його стійкості до змін середовища та швидкому росту в сприятливих умовах. Використання рециркуляційних аквасистем (РАС) дозволяє ефективно контролювати якість води, оптимізувати температурний режим і мінімізувати вплив на довкілля, що робить цей метод популярним і знижує ризики захворювань. В Україні є значні перспективи для вирощування сибірського осетра, оскільки РАС-технології підвищують рентабельність виробництва та відповідають зростаючому попиту на продукцію осетрових риб.

2. Дослідження фокусується на біологічних особливостях та рибогосподарській цінності цього виду, а також технології повноциклічного вирощування в умовах рециркуляційних аквакультурних систем (РАС). Застосовувалися загальнонаукові та спеціалізовані методи, включаючи метод аналізу науково-технічної інформації для обґрунтування вибору об'єкта риборозведення і відповідної технології його вирощування.

3. Розташування підприємства - село Погреби Київської області, вибране завдяки близькості до Києва, що забезпечує легкий доступ до ринків збуту і знижує транспортні витрати. Наявність розвиненої транспортної інфраструктури сприяє швидкій доставці продукції та матеріалів. Таке розташування також підтримує місцеву економіку, створюючи робочі місця і сприяючи розвитку суміжних галузей. Водопостачання здійснюється зі свердловини, що забезпечує стабільну, якісну воду для вирощування риби, яка повністю відповідає гідрохімічним нормам.

4. Потреба у матеріальних засобах підприємства для планового отримання 100 тонн товарної продукції сибірського осетра становить: маточне поголів'я – 12 самиць і 12 самців; препарат гіпофізів – 732 мг;

інкубаційні апарати Вейса – 11 од.; корми: живий корм – 46,5 кг, стартовий комбікорм – 179 кг, продукційний комбікорм – 99 755 кг; басейни: для вільних ембріонів – 17 од., для мальків – 23 од., для товарної риби - 70 од.; оксигенатор потужністю 32,5 кгО₂/год; біофільтр з об'ємом 786 м³; насоси з потужністю 74,8 м³/год для інкубаційної системи та 2 772 м³/год – для системи товарного вирощування. Щоденна підміна води в системі РАС становить 177,5 м³/добу.

5. Загальна сума витрат на вирощування 100 тонн товарного осетра – 16 587 557 грн, собівартість продукції – 166 грн/кг. Очікуваний чистий прибуток від реалізації продукції – 8 412 443 грн. Рентабельність виробництва продукції – 40,6%. Отже, підприємство є високорентабельним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Алимов, С. І., & Андрющенко, А. І. (2012). Осетрівництво: Навчальний посібник. Київ: Оберіг. 685 с.
2. Андрющенко, А. І., Вовк, Н. І., & Кондратюк, В. М. (2018). Осетрівництво. Том І. Ставове осетрівництво: Підручник. Київ, 789 с.
3. Шерман, І. М., Гринжевський, М. В., & Грициняк, І. І. (1999). Розведення і селекція риб. Київ: БМГТ. 238 с.
4. Андрющенко, А. І., & Вовк, Н. І. (2014). Частина II. Індустріальна аквакультура. 586 с.
5. Шерман, І. М., & Євтушенко, М. Ю. (2011). Теоретичні основи рибництва: Підручник. Київ. 484 с.
6. Гриневич, Н. Є., Трофимчук, А. М., Світельський, М. М., Слюсаренко, А. О., Хом'як, Н. М., Присяжнюк, В. С., Жарчинська, Ю. В., Осадча, О. В., & Іщук, О. В. (2023). Біологічні основи рибного господарства: Навчальний посібник. Біла Церква. 151 с.
7. Хижняк, М. І., & Євтушенко, М. Ю. (2014). Методологія вивчення угруповань водних організмів: Навчальний посібник. Київ: Український фітосоціологічний центр. 269 с.
8. Гринжевський, М. В., Шерман, І. М., Грициняк, І. І., та ін. (2006). Організація селекційно-плеємної роботи в рибництві. Київ. 352 с.
9. Левківський, С. С., & Падун, М. М. (2006). Раціональне використання і охорона водних ресурсів. Київ: Либідь. 280 с.
10. Шерман, І. М., Краснощёк, В. П., & Пилипенко, Ю. В. (1992). Рибництво. Київ: Урожай. 191 с.
11. Шерман, І. М. (1994). Ставове рибництво. Київ: Урожай. 88 с.
12. Соборова, О. М. (2022). Теоретичні основи відтворення та вирощування цінних видів риби. Частина 2. Одеса: ОДЕКУ. С. 12-19.

13. Андрющенко, А. І., Алимов, С. І., Захаренко, М. О., & Вовк, Н. І. (2006). Технології виробництва об'єктів аквакультури. Київ. 336 с.
14. Пентилюк, Р. С., & Соборова, О. М. (2017). Лососевництво та осетрівництво. Одеса: Одеський державний екологічний університет. 131 с.
15. Шарило, Ю. Є., Вдовенко, Н. М., Герасимчук, В. Г., Федоренко, М. О., Небога, Г. І., & Деренько, О. О. (2016). Сучасна аквакультура: від теорії до практики. Київ: Простобук. 150 с.
16. Хільчевський, В. К., Осадчий, В. І., & Курило, С. М. (2012). Основи гідрохімії: Підручник. Київ: Ніка-Центр. 312 с.
17. Простобук. (2016). Сучасна аквакультура: від теорії до практики. Практичний посібник. Київ. 119 с.
18. Бакка, М. Т., Редчиць, В. С., & Сивко, В. Й. (1997). Основи безпеки життєдіяльності людини: Навч. посібник. Житомир: РВВ ЖІТІ. 340 с.
19. Вдовенко, Н. М. (2017). Економіка рибогосподарських підприємств: Підручник. Київ: Видавничий дім «Кондор». 212 с.
20. Горбаченко, С. А., Дикий, О. В., & Флюнт, М. О. (2020). Методичні вказівки з дисципліни «Охорона праці та безпека життєдіяльності». Одеса: НУ «ОЮА». 37 с.
21. Hung, S. S. O. (1991b). Sturgeon, *Acipenser* spp. In Handbook of Nutrient Requirements of Finfish (R. P. Wilson, ed.), pp. 153–160.
22. Steffens, W., Jaehnichen, H. & Fredrich, F. (1990). Possibilities of sturgeon culture on Central Europe. *Aquaculture* 89, 101–122.
23. Ruban, G. I. (1997). Species structure, contemporary distribution and status of the Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*. In *Sturgeon Biodiversity and Conservation* (pp. 221–230). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. ISBN 0792345177.
24. Gisbert, E., Rodríguez, A., Williot, P. & Castelló-Orvay, F. (1998b). 1998 b. *Aquaculture* 167, pp. 195–209.

25. Gisbert, E., Williot, P. & Castelló-Orvay, F. (1999a). Behavioural modifications in the early life stages of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt). *Journal of Applied Ichthyology* 15, pp. 237–242.
26. Dettlaff, T. A., Ginsburg, A. S. & Schmalhausen, O. I. (1993). *Sturgeon Fishes. Developmental Biology and Aquaculture*. Berlin : Springer-Verlag. pp. 201-231.
27. Bronzi, P., Rosenthal, H., Arlati, G. & Williot, P. (1999). A brief overview on the status and prospects of sturgeon farming in Western and Central Europe. *Journal of Applied Ichthyology* 15, pp. 224–227.
28. Beamesderfer, R. C. P. & Farr, R. A. (1997). Alternatives for the protection and restoration of sturgeons and their habitats. *Environmental Biology of Fishes* 48, pp. 407–17.
29. Charlon, N. & Bergot, P. (1991). Alimentation artificielle des larves de l'esturgeon siberien (*Acipenser baeri*, Brandt). In *Proceedings of the First International Symposium on the Sturgeon* (P. Williot, ed.), pp. 405–15.
30. Dabrowski, K., Kaushik, S. J. & Fauconneau, B. (1985). Rearing of sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt) larvae I. Feeding trial. *Aquaculture* 47, pp. 185–192.
31. Boyd, C. E., & McNevin, A. (2015). *Aquaculture: Resource Use, and the Environment*. (p. 20) ISBN 978-0-470-95919-0.
32. Einarsson, A., & Oladottir, A. D. (2020). *Fisheries and Aquaculture: The Food Security of the Future*. (p.120.) ISBN 978-0-12-821056-7.
33. Creswell, R. L. *Aquaculture Desk Reference*. Harbor Branch Oceanographic Institution, (pp. 25-27.) Inc.
34. Lucas, J. S., & Craig, P. C. (Eds.). (2019). *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants* (3rd ed.). (pp. 210-245.) ISBN 978-1119230861.
35. Aida, K., Kaneko, T., Kurokura, H., & Tokai, T. (2021). Application of Recirculating Aquaculture Systems in Japan. (pp. 65-85.)

36. Endo, M. (2008). Closed recirculating aquaculture system, evolving aquaculture technologies. *Food Packaging*, 49(8), (pp. 446–452.)
37. Lekang, O.-I. (2013). *Aquaculture Engineering* (2nd ed.). John Wiley & Sons. (pp. 241-256.) ISBN 978-0-470-67085-9.
38. Gasco, L., Gai, F., Maricchiolo, G., Genovese, L., Ragonese, S., Bottari, T., & Caruso, G. (2018). Feeds for the Aquaculture Sector: Current Situation and Alternative Sources. (p. 58) ISBN 978-3-319-77940-9.
39. Muir, J. F., & Roberts, R. J. (Eds.). (1985). *Recent Advances in Aquaculture* (Vol. 3). (p. 156) ISBN 978-94-011-9745-8.
40. Trushenski, J. T. (2019). *Understanding Aquaculture*. (p. 241) ISBN 9781789180114.
41. Jegatheesan, J. V., Shu, L., Lens, P., & Chiemchaisri, C. (Eds.). (2018). *Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future*. (p. 58) ISBN 978-3-319-73256-5.
42. Верховна Рада України. Закон України «Про охорону праці» № 2694 – XII. [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2694-12>
43. Водний кодекс України. URL: [Електронний ресурс]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
44. Держстандарт України. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація». [Електронний ресурс]. URL: <http://www.normativ.com.ua/ot/tdoc3203.php>
45. Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці». [Електронний ресурс]. URL: <http://dnaop.com/html/3224.html>
46. Держкомрибгосп України. Наказ «Про затвердження Системи управління охороною праці в рибному господарстві» № 69, 11.05.1999. [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1037.628.0>

47. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ «Про затвердження Переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх» № 46, 31.03.1994. [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?page=1&nreg=z0176-94>

48. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій» № 246, 21.05.2007. [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0846-07>

49. Держгірпромнагляд України. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0231-05>

50. Держгірпромнагляд України. НПАОП 05.0-4.01-99 «Положення про триступеневий метод контролю безпеки праці». [Електронний ресурс]. URL: <http://dnop.com.ua/dnaop/act6998.htm?cats=110%7C16%7C>

51. Держгірпромнагляд України. НПАОП 0.00-4.01-08 «Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту». [Електронний ресурс]. URL: http://www.dnop.kiev.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=3360&Itemid=68

52. Держгірпромнагляд України. НПАОП 05.0-3.03-06 «Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття, та інших засобів індивідуального захисту працівникам рибного господарства». [Електронний ресурс]. URL: http://www.dnop.kiev.ua/files/reestr_dnop/214.pdf

53. Будівельні норми України. СНиП 2.09.04-87 «Адміністративні і побутові будівлі». [Електронний ресурс]. URL: <http://www.budinfo.org.ua/doc/1000156.jsp>

54. Кабінет Міністрів України. Постанова № 442 від 01.08.1992 «Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці». [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=442-92-%EF>

55. Advances in the larval rearing of Siberian sturgeon [Електронний ресурс]. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1095-8649.2002.tb01705.x>

56. Nechako White Sturgeon Recovery Initiative. (n.d.). Life Cycle of the White Sturgeon. [Електронний ресурс]. URL: https://www.nechakowhitesturgeon.org/sturgeon/School_Curriculum/Curriculum%20Package%20ORIGINAL/Sturgeon%20Life%20Cycle/Life%20cycle%20of%20the%20white%20sturgeon%20copy.pdf