

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра Водних біоресурсів та
аквакультури

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: Роль аквакультури у поновленні запасів осетрових риб

Виконала студентка 2 курсу групи МВБ 61
Спеціальності 207 Водні біоресурси та
аквакультура
Недова Оксана Андріївна

Керівник к.с-г.н., доцент
Пентиліук Роман Сергійович

Рецензент к.с-г.н, доцент, декан ЛНУВМБ
ім. С.З.Жицького
Лобойко Юрій Васильович

Одеса - 2018

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

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра Водних біоресурсів та аквакультури
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Шекк П.В.

д.с.-г.н., проф.

“ 29 ” жовтня 2018 року

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Недовій Оксані Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Роль аквакультури у поновленні запасів осетрових риб

керівник роботи Пентилюк Роман Сергійович, к.с.-г.н., доцент кафедри
Водних біоресурсів та аквакультури.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “5” жовтня 2018 року

№ 271-С

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 р.

3. Вихідні дані до роботи джерела наукової інформації з досліджуваної
теми

Мета магістерської роботи - проведення аналітичної характеристики та оцінки
ролі аквакультури у поновленні запасів осетрових риб, а також використання
новітніх досягнень науки і технологій відтворення осетрових для підвищення
ефективності галузі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Детальний аналіз наявної в літературі інформації щодо використання новітніх досягнень науки і технологій відтворення осетрових риб для підвищення ефективності ведення галузі та поновлення їх запасів.

Визначення ступеню вивченості питання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють місце досліджень, графіки та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для розрахунків та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 05.10.2018 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання першого розділу магістерської роботи	29.10.18 – 11.11.18	90	відм.
2	Аналіз сучасних технологій підвищення ефективності аквакультури та підвищення репродуктивних якостей осетрових риб шляхом оптимізації технології зимівлі ремонтно-маткових стад. Написання другого та третього розділів магістерської роботи.	12.11.18 – 24.11.18	90	відм.
3	Рубіжна атестація	22.11.18	90	відм.
4	Аналіз моніторингу ембріонального розвитку осетрових риб в період інкубації, еколого-морфологічної та етолого-фізіологічної експрес-оцінки життєстійкості личинок і памолоді, оптимізації випуску молоді у природні водойми. Написання четвертого, п'ятого та шостого розділів магістерської роботи.	25.11.18 – 8.12.18	90	відм.
5	Аналіз та узагальнення отриманих результатів дослідження. Формулювання висновків за результатами магістерської роботи	9.12.18 – 10.12.18	90	відм.
6	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	11.12.18 – 12.12.18	90	відм.
7	Перевірка роботи завідувачем кафедрою	13.12.18 – 16.12.18		
8	Отримання рецензії	17.12.18 – 18.12.18		
9	Попередній захист роботи на кафедрі	19.12.18 – 20.12.18		
10	Надання роботи до деканату	21.12.18		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	відм

Студент _____ Недова О.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Пентилюк Р.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Роль аквакультури у поновленні запасів осетрових риб

Недова А.О., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

В умовах коли рибні запаси внутрішніх водойм знаходяться в критичному стані і підтримуються в основному за рахунок штучного відтворення, єдиним надійним джерелом збільшення об'ємів харчової рибопродукції є аквакультура – культивування риб, інших водних тварин і рослин в контрольованих і керованих людиною умовах. В умовах зарегулювання стоку річок, промислове відтворення стало грати основну роль у формуванні запасів осетрових в природних водоймах, особливо в Азовському морі, і зажадало удосконалення біотехніки розведення осетрових і адаптації методів відтворення до нових екологічних умов. Робота присвячена аналізу та оцінці ролі аквакультури у поновленні запасів осетрових риб, а також використання новітніх досягнень науки і технологій відтворення осетрових для підвищення ефективності галузі.

Різде скорочення чисельності зрілих виробників, незважаючи на заборону спеціалізованого промислу осетрових з 2000 р. привело до необхідності швидкого формування маткових стад видів, що розводилися. У останні два десятиліття в Росії, Італії, США, Франції і інших країнах були проведені спеціальні науково-експериментальні роботи, проаналізований і узагальнений досвід товарного вирощування, формування і використання рибоводних маткових стад різних видів осетрових, включаючи прохідних, значно вдосконалені ті, що існували і розроблені нові методи і технологічні прийоми розведення осетрових.

Робота виконана на 87 сторінках, містить 25 рисунків, 7 таблиць та 81 літературне джерело. Ключові слова: рибальство, осетрові риби, рибні ресурси, гідробіонти, рибні запаси, відтворення.

SUMMARY

A role of aquiculture in proceeding of the sturgeon fishes supplies

Nedova O.A., Master of the Water bioresources and aquaculture department

In terms when fish supplies of internal reservoirs are in a critical condition and supported mainly due to an artificial recreation, the only reliable source of increase of volumes of food рибопродукції is aquiculture - cultivation of fishes, other water animals and plants in the terms controlled and guided by a man. In the conditions of limitation of flow of the rivers, an industrial recreation began to play a basic role forming of supplies a sturgeon in natural reservoirs, especially in Azov sea pestilence, and demanded the improvement of biotechnics of breeding of sturgeon and adaptation of methods of recreation to the new ecological terms. Work is sanctified to the analysis and estimation of role of aquiculture in proceeding in the supplies of sturgeon fishes, and also drawing on the newest accomplishments of science and technologies of recreation of sturgeon for the increase of efficiency of industry.

Sharp reduction of quantity of mature producers, without regard to prohibition of the specialized trade of sturgeon from 2000 resulted in the necessity of the rapid forming of fallopian herds of kinds that divorced. In the last two decades the special science works were conducted in Russia, Italy, USA, France and other countries, analysed and generalized experience of the commodity growing, forming and use of fishery of fallopian herds of different kinds a sturgeon, including clock-houses, the considerably improved is those that existed the worked out new methods and technological receptions of breeding of sturgeon

Work is executed on 87 pages, contains 25 pictures, 7 tables and 81 literary source. Keywords: fishing, sturgeon fishes, fish resources, aquatic lives, fish supplies, recreations.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
2 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АКВАКУЛЬТУРИ ОСЕТРОВИХ РИБ.....	23
2.1 Стимуляція розмірно-вагових показників памолоді осетрових риб.....	27
2.2 Підвищення токсикостійкості молоді осетрових риб.....	31
2.3 Підвищення стійкості памолоді осетрових риб до дефіциту кисню.....	34
2.4 Підвищення терморезистентності стандартної памолоді осетрових риб...	37
2.5 Підвищення активності сперматозоїдів самців осетрових риб.....	39
2.6 Використання поляризації та когерентності оптичного випромінювання для ембріонів осетрових риб.....	43
3 ПІДВИЩЕННЯ РЕПРОДУКТИВНИХ ЯКОСТЕЙ ОСЕТРОВИХ РИБ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗИМІВЛІ РЕМОНТНО-МАТКОВИХ СТАД.....	47
4 МОНІТОРИНГ ЕМБРІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ОСЕТРОВИХ РИБ В ПЕРІОД ІНКУБАЦІЇ.....	54
5 ЕКОЛОГО-МОРФОЛОГІЧНА ТА ЕТОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНА ЕКСПРЕС-ОЦІНКА ЖИТТЄСТІЙКОСТІ ЛИЧИНОК І ПАМОЛОДІ.....	60
6 ОПТИМІЗАЦІЯ ВИПУСКУ МОЛОДІ У ПРИРОДНІ ВОДОЙМИ.....	72
ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	80

ВСТУП

Споживання риби та продуктів її переробки є важливим показником рівня і якості життя населення. Потреба в цих продуктах задовольняється рибогосподарським комплексом, що є складним багатогалузевим виробничим механізмом. В умовах коли улови океанічної риби і інших морепродуктів скорочуються, а рибні запаси внутрішніх водойм знаходяться в критичному стані і підтримуються в основному за рахунок штучного відтворення, єдиним надійним джерелом збільшення об'ємів харчової рибопродукції є аквакультура – культивування риб, інших водних тварин і рослин в контрольованих і керованих людиною умовах. За даними Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (FAO), виробництво риби і морепродуктів в умовах аквакультури до 2030 р. досягне 83 млн. тонн в рік.

Розробці біологічних основ розведення осетрових риб присвячено велике число публікацій, і важливо, що пріоритет в цій області, поза сумнівом, належить видатним ученим (Н.Л.Гербицький, А.Н.Державін, І.А.Бараннікова, Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, Б.Н. Казанський, Н.И. Кожин, В.А. Лук'яненко). Ці праці послужили науковим базисом для реалізації масштабної програми пасовищного осетрівництва у басейнах Азовського і Каспійського морів в 60-70 роки минулого століття. Для підвищення ефективності роботи осетрових, рибоводних заводів були випущені методичні нормативно-технологічні документи, в яких викладені основні елементи біотехніки промислового розведення різних видів осетрових риб.

Те, що в умовах зарегулювання стоку річок, промислове відтворення стало грати основну роль у формуванні запасів осетрових в природних водоймах, особливо в Азовському морі зажадало удосконалення біотехніки розведення осетрових і адаптації методів відтворення до нових екологічних умов. Цьому призначенню відповідає збірка "Інструкцій і нормативно-методичних вказівок по промислового розведенню осетрових

риб в Каспійському і Азовських морях", видана в 1986 р. Незважаючи на те, методи промислового відтворення осетрових, розглянутих у вказаній збірці, були ґрунтовані на нових результатах комплексних досліджень різних аспектів біології розвитку осетрової риби, вони базуються на використанні "диких" виробників, що заготовлюються в річках.

Різке скорочення чисельності зрілих виробників, незважаючи на заборону спеціалізованого промислу осетрових з 2000 р. привело до необхідності швидкого формування маткових стад видів, що розводилися. У останні два десятиліття в Росії, Італії, США, Франції і інших країнах були проведені спеціальні науково-експериментальні роботи, проаналізований і узагальнений досвід товарного вирощування, формування і використання рибоводних маткових стад різних видів осетрових, включаючи прохідних, значно вдосконалені ті, що існували і розроблені нові методи і технологічні прийоми розведення осетрових.

Саме тому метою нашої роботи був аналіз та оцінка ролі аквакультури у поновленні запасів осетрових риб, а також використання новітніх досягнень науки і технологій відтворення осетрових для підвищення ефективності галузі.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Осетрові належать до типу хордові (Chordata), класу кісткові риби (Osteichthyes), підкласу променепері (Actinopterygii). У підкласі променепері, група (інфраклас) актиноптери (Actinopteri) споріднена групі кладистії (Cladistia) (багатоперові Polypteridae). У групі актиноптери (Actinopteri) осетрові та веслоносові (хрящові ганоїди Chondrostei) споріднені новоперим (Neopterygii) (панцирні, амієві і костисті) (Billard and Lecointre, 2002). Надряд хрящові ганоїди включають ряд осетроподібних (Acipenseriformes) з двома монофілетичними родинами – веслоносові (Polyodontidae) та осетрові (Acipenseridae). Родина осетрові (Bemis, Findeis and Grande, 1997; Billard and Lecointre, 2002) містить чотири роди – білуга *Huso*, осетер *Acipenser*, лопатоніс *Scaphirhynchus* і псевдолопатоніс *Pseudoscaphirhynchus*.

Осетрові – прадавня родина прісноводних риб, що з'явилася 200-250 мільйонів років тому. Вони відрізняються від сучасних костистих риб хрящовим скелетом. Нотохорда покрита жорсткою оболонкою, яка підтримує хрящову структуру (Hochleithner and Gessner, 1999). Спинна хорда (струна) розташована під нотохордою. Хвостовий плавник, як правило, нерівнолопатевий, з продовженням спинної струни до верхньої частини тіла.

У осетрових риб є спіральний клапан в кишечнику, що дозволяє збільшити поверхню всмоктування поживних речовин і час переварювання їжі. Плавальний пухир - простий і відкритий (фізостомний), з'єднаний з кишечником. Тіло покрите п'ятьма рядами кісткових лусочок (жучок). Із семи видів ряду осетроподібних (Acipenseriformes), які нерестяться у 85 річках по всьому світу (Bemis and Cunard, 1997), сім видів є ендемічними для басейну Чорного моря.

Відомо, що каріотиби осетроподібних є унікальними в порівнянні з іншими рибами (Birstein, Doukakis and DeSalle, 1999; Fontana et al., 1999; Артюхин, 2008; Васильєва, Куга і Чебанов, 2010). Виходячи з числа хромосом, можна виділити дві групи видів: тетраплоїдні із зразковим числом хромосом

$2n = 120$ і октоплоїдні з числом хромосом, близьким до $4n = 240$. З видів, що живуть в Чорному морі, до першої групи відносяться білуга, севрюга, стерлядь, шип і атлантичний осетер; російський і персидський осетри належать до другої групи.

Для осетрових характерна висока здатність до гібридизації. У природних симпатричних популяціях майже усі види були гібридизовані. Проте внутривидові або міжродові кроси ($2n \times 2n$ or $4n \times 4n$) є репродуктивними, тоді як інтерплоїдні ($2n \times 4n$) і триплоїдні кроси, як правило, стерильні (з числом хромосом близько 160-180). Це істотно, оскільки широке використання гібридів в осетрівництві може призвести до попадання штучно вирощених особин в природні умови і генетичного забруднення популяцій осетрових в природних водоймах.

Білуга - *Huso huso* Linnaeus, 1758. Білуга мешкає у басейнах Чорного, Азовського, Каспійського і Адріатичного морів. Природні нерестовища білуги, до зарегулювання стоку, розташовувалися у верхів'ях річок на значному (до 3000 км) віддаленні від моря. В Азовському басейні по р. Кубань вона піднімалася до станиці Ладозькою і вище; у р. Дон - до Воронежської області (Решітників, 2002). У Чорноморському басейні білуга здійснювала нерестові міграції у великі річки: Дунай (більше 2000 км від гирла), Дніпро, Південний Буг, Дністер і Ріоні. Тривалість її весняної нерестової міграції становить від 50 до 80 діб.

Білуга, яка є одним з найбільших представників осетрових, має масивне і товсте тіло. Рило коротке і тупе. Рот великої, півмісяцевої форми, нижня губа перервана посередині. Вусики сплюснені, з бахромками, досягають верхньої губи. Зяброві перетинки зрощені між собою і утворюють складку. В промислових уловах в Азовському морі найбільші розміри білуги складали: 460 см і 750 кг. Спина азовського підвиду білуги має світло-сіре забарвлення, тоді як у чорноморського підвиду спостерігається ще темніше забарвлення. Боки у білуги - білого кольору.

Тривалість життя білуги – до 100 років. Статевої зрілості вона досягає

пізніше за інші види осетрових риб: самці в 12-14 років, самиць до 16-18 років. Міжнерестовий інтервал складає 4-5 років. У Азовському морі білуга дозріває раніше, ніж в інших басейнах (самці в 10-12 років, самиць в 14-16 років) і має більш високі темпи зростання (Рис. 1.1). Цей вид представлений двома екологічними формами (расами): озимою, мігруючою в річки в жовтні-листопаді, і яровою, яка мігрує у березні-квітні. Нерест другої форми може проходити в квітні-травні, на піку паводка при температурі води 6-12°C. Ікру білуга відкладає в глибоких ділянках річок (від 4 до 15 м) зі швидкою течією на кам'янистих грядках і галечних розсипах. Абсолютна плодючість залежно від розмірів самиць коливається від 200 тис. до 8 мільйонів ікринок. Ікринки великі, у волзької білуги їх діаметр варіює від 3,6 до 4,3 мм, а маса – від 26 до 36 мг. Тривалість ембріонального періоду при температурі води 11-12°C складає в середньому близько 200 годин.

Памолодь білуги масою до 3-5 г живиться молюсками, ракоподібними і черв'яками (мізидами, гамаридами, олігохетами, поліхетами тощо). Доросла білуга - хижак. У Чорному морі їжу білуги в основному складають хамса (*Engraulis encrasicolus*) і бички (*Gobiidae*) (Желтенкова, 1964).



Рис. 1.1. Доросла азовська білуга з маткового стада Південної філії Федерального селекційно-генетичного центру рибництва, Краснодар, Росія.

Російський осетер - *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg, 1833.

Один з найбільш численних представників роду *Acipenser* – населяє басейни Чорного, Азовського і Каспійського морів з великими річками, що впадають в них, утворюючи окремі локальні стада. З Чорного моря він входив в річки Дунай і Дніпро, в незначній кількості в Ріоні, Мзимту, Псоу й інші річки. По р. Дніпро піднімався до м. Могильов і зрідка до Дорогобужа. У минулому, він входив в турецькі води, в першу чергу в західній частині країни, в р. Сакар'я і деякі інші річки (Devedjian, 1926; Edwards and Doroshov, 1989; Ustaoglu and Okumus, 2004; Memis, 2007).

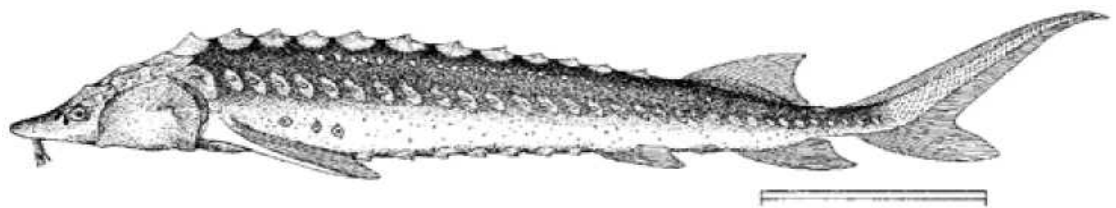


Рис 1.2 Дорослий російський осетер азовської популяції (М. Дантоні, архів оригінальних наукових ілюстрацій ФАО).

З Азовського моря на нерест російський осетер заходить в р. Дон (до р. Задонськ) і в р. Кубань (вище за гирло р. Лаба), входячи у багато припливів цих великих річок до 300 км від гирла.

Слід зазначити, що, на думку Марті (Marti, 1940), азовська і західна чорноморська популяції російського осетра є окремими підвидами (*A. g. tanaicus* та *A. g. danubicus* відповідно). Чорноморська популяція російського осетра за генетичними і морфометричними ознаками, знаходиться між азовською і каспійською популяціями. Основною молекулярно-генетичною особливістю азовської і чорноморської популяції, на відміну від каспійської, є наявність близькості до сибірського митотипу. Слід зазначити, що нечисленні особини каспійського походження виявлені в азовській популяції, в зв'язку з інтродукцією заплідненої ікри російського осетра з Каспійського басейну, яка

проводилася в 60-70-ті роки минулого століття (Chebanov et al, 2002; Тимошкіна, 2009).

Багатьма дослідниками достовірно показано, що за більшістю систематично важливих пластичних і меристичних ознак, російські осетри Чорного і Азовського моря істотно відрізняються від російського осетра Каспійського басейну і що вони досить близькі до персидського осетра (*A. persicus*).

Тулуб у російського осетра подовженої, веретеновидної форми. Рило коротке, тупе. Вусики розташовуються ближче до кінця рила, чим до рота. Нижня губа перервана. Між рядами жучок тіло покрите зірчастими пластинками, іноді між жучками розкидані дрібні кісткові пластинки. Забарвлення сильно варіюється. Спина, зазвичай, сірувато-чорна, боки тіла сірувато-коричневі, а черево біле.

Для російського осетра характерна складна внутривидова структура: він має озиму і ярову форми, а всередині кожної з них виділяються дрібніші групи, що розрізняються за термінами заходу в річки, розмірами риб, тривалістю перебування в прісній воді, термінами нересту і так далі. Статева зрілість у більшості самців настає у віці 11-13 років, а самиці досягають статевої зрілості в 12-16 років. Російський осетер азовської популяції дозріває зазвичай на 2 роки раніше, ніж в інших популяціях.

Середня вага зрілих самиць азовського осетра – 15-18 кг (Рис. 1.3). Максимальний розмір особин, відмічений в Чорному морі : довжина 236 см, маса 115 кг (Vlasenko et al, 1989). Тривалість життя російського осетра може досягати 50 років (Цепкин і Соколов, 1970).

Нерестова міграція осетра розтягнута з кінця березня - початку квітня до листопада. Пік ходу в річках Азовського басейну він припадає на весну і осінь. Риби пізнішого ходу зимують в річці. Нерест ярового осетра в Азовському басейні - з кінця квітня по кінець травня при температурі 16-18°C. Нерестовища розташовані на ділянках з гравійним або кам'янистим дном, на глибині від 4 до 25 м, при швидкості течії 1,0-1,5 м/с.



Рис. 1.3 Російський осетер з маткового стада Південної філії
Федерального селекційно-генетичного центру рибицтва, Краснодар, Росія.

Плодючість російського осетра варіює від 50 000 до 1 165 000 ікринок. При 18°C розвиток триває близько 100 годин. Личинки мають довжину від 10,5 до 12 мм і зносяться течією з нерестовищ, роблячи характерні свічки в товщі води. Досягнувши довжини трохи більше 20 мм, передличинки російського осетра переходять на активне живлення спочатку планктоном, пізніше - дрібними бентосними організмами. Мальки нагулюються на глибинах від 2 до 5 м. Окрім молюсків, російський осетер живиться і дрібною рибою в Чорному морі - бичками, хамсою і шпротами (Желтенкова, 1964).

Персидський осетер - *Acipenser persicus* Borodin, 1897. Уперше як самостійний вид *A. persicus* з річки Урал був описаний Бородіним у 1897 р. Проте пізніше Берг (1948) відніс його до підвиду російського осетра *A. gueldenstaedtii persicus* (Borodin) з основною областю поширення в річках Кура і Сефидруд. У річках Волга і Урал персидський осетер довгий час розглядався як одна з внутривидових форм російського осетра (*A. gueldenstaedtii*), так званий "пізньояровий" осетер (Баранникова, 1975). В той же час, подальші морфологічні та фізіолого-біохімічні дослідження (Артюхин, 2008) дозволили відновити статус персидського осетра як окремого виду. За сучасними уявленнями персидський осетер має два підвиди: *A.*

persicus persicus Borodin, 1897, що зустрічається в Каспійському морі, і *A. persicus colchicus* Marti, 1940 – в східній частині Чорного моря (Решотников, 2002).

На вигляд персидський осетер схожий на російського осетра, від якого він відрізняється більше витягнутим, масивним, зігнутим донизу рилом, прогонистим і низьким тілом, а також світлим забарвленням (Рис. 1.4). Спина попелясто-сірого або сірувато-блакитного кольору з синім або сталевим відтінком з боків, черево жовтувато-біле. Нижня губа перервана. Вусики сидять ближче до кінця рила, чим до рота (Артюхин, 2008).

Персидський осетер віддає перевагу теплішим водам, ніж білуга і російський осетер. У Чорному морі поширений в східній частині і піднімається, головним чином, в річки Кавказу (Ріоні, Інгурі, Мзимта і Псоу) і, можливо, в річки Кізил-Ірмак, Єшил-Ірмак в Східній Туреччині (Devedijan, 1926). На відміну від російського осетра, персидський осетер йде на нерест в швидкі гірські річки, але піднімається по них відносно невисоко.



Рис. 1.4: Дорослий персидський осетер з маткового стада Південної філії Федерального селекційно-генетичного центру рибориства, Краснодар, Росія.

Персидський осетер більший за російського осетра і має більш високий темп лінійного і вагового зростання, що, можливо, пов'язано з більш високими температурами середовища. Так, середня довжина 15-річних самиць персидського осетра складає 132 см, самців - 122 см; тоді як довжина самців і самиць російського осетра - 123 і 113 см відповідно.

Плодючість, залежно від розміру самиць, коливається від 85 000 до 840 000 ікринок. Зріла ікра має діаметр 3,2-3,8 мм, личинки, що виклюнулися, не затримуються в річці і скочуються в море, де памолодь інтенсивно нагулюється. У їжі дорослих особин переважають молюски і краби; памолодь в передгірлових просторах споживає гамарид, олігохет, мізид, нереїд і придонну рибу.

Севрюга - *Acipenser stellatus* Pallas, 1771. Цей прохідний вид населяє Каспійське, Чорне і Азовське моря, в Адриатичному і Егейському морях зустрічається рідко. Річки Волга, Урал, Терек, Сулак, Кура, Дунай, Дон і Кубань є основними нерестовими річками для севрюги. Протяжність її нерестової міграції в р. Дон до р. Павловськ, в р. Кубань до м. Армавір, в середньому і Верхньому Дунаї до м. Братислава і навіть до м. Страсбург; у р. Дністер до гирла р. Збрюх. Севрюга також заходила на нерест в річки Південний Буг, Дніпро і Десна.

В порівнянні з каспійським, азовський підвид відрізняється укороченою головою і рилом, або точніше: меншою довжиною голови і риля, і, в той же час, ширшим рилом біля основи середньої пари вусиків. Крім того, азовський підвид відрізняється більш раннім дозріванням і високим темпом зростання (Макаров, 1970).

Від усіх інших видів роду *Asipenser* севрюга відрізняється подовженим і сплющеним рилом, яке має форму кинджала. Тіло подовжене і веретеноподібне. Рот маленький і поперечний. Нижня губа мало розвинена і перервана посередині. Вусики короткі, без бахроми, не досягають кінця риля і рота, при цьому вони розташовуються ближче до рота, ніж до верхньої частини риля. Має п'ять рядів жучок. Тіло покрите невеликими плямами і п'ятьма рядами кісткових жучок, між якими на боках розташовуються зірчасті пластинки. У севрюги зазвичай чорнувато-коричнева або сіра спина і світлі боки. Черево біле, черевні жучки мають матове забарвлення. Особини, що живуть в морі, можуть мати темніше забарвлення в порівнянні з річковими представниками виду (Рис. 1.5).



Рис. 1.5 Азовська севрюга з маткового стада Південної філії Федерального селекційно-генетичного центру рибництва, Краснодар, Росія.

Севрюга утворює озиму, ярову та пізньо-ярову сезонні форми. Загальна тривалість весняно-літньої міграції складає 120-130 днів. У природних умовах нерест проходить з квітня по вересень. Севрюга досягає статевої зрілості раніше, ніж інші види родини, а азовська популяція цього виду стає зрілою раніше інших. Як правило, самиці досягають зрілості на два, три, а іноді на п'ять років пізніше, ніж самці (Державін, 1922; Чавунів і Чугунова, 1964; Борзенко, 1942). Статевої зрілості севрюга досягає у віці 5-6 років (самці) і 8-10 років (самиці). Нерестовища севрюги є галечними або піщано-галечними перекатами і косами на глибині 0,5-3,5 м, із швидкістю течії води 0,5-1,3 м/с і розташовуються в 240-270 км від гирла річки (нижче від нерестовищ білуги).

У 30-ті роки минулого століття основною їжею для цього виду були ракоподібні і риба. Проте, впродовж подальших років дієта севрюги зазнала значних змін. Значення риби зменшилося, а роль черв'яків і моллюсків, навпаки, зросла, тому нині головними кормовими організмами севрюги є черв'яки і моллюски. У річках памолодь при переході на екзогенне живлення живиться бенто- і бенто-нектонними організмами. Ці організми включають гамариди, личинки хірономід, мізиди та олігохети. Слід зазначити, що харчові переваги памолоді дещо відрізняються в різних річках. Планктонні організми відіграють важливу роль в їх живленні тільки на ранніх стадіях личинкового розвитку (Желтенкова, 1964).

Атлантичний осетер - *Acipenser sturio* Linnaeus, 1758. Практично зниклий вид, який раніше мешкав біля берегів Європи, у басейнах Балтійського, Північного, Чорного і Середземного морів. У Чорному морі він найчастіше зустрічався в східній і південно-східній частинах (Рис. 1.6).

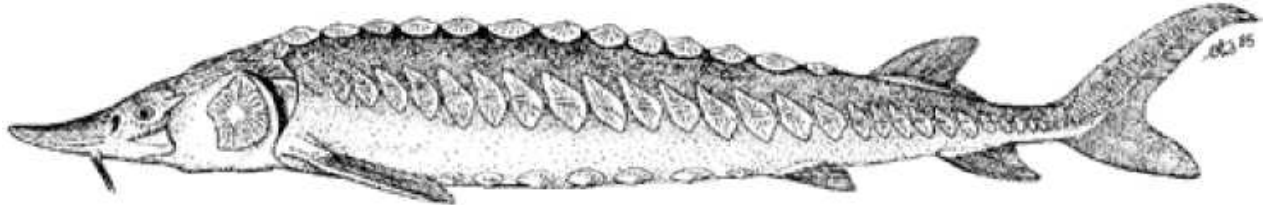


Рис. 1.6 Атлантичний осетер (малюнок М. Дантоні, Архів оригінальних наукових ілюстрацій ФАО).

Атлантичний осетер має тіло подовженої форми, загострене, підведене догори рило. Нижня губа посередині перервана. Вусики без бахроми, віддалені на рівну відстань від кінця риля і хрящового зведення рота. Шпилька грудного плавника добре розвинена. Між спинними і бічними рядами жучок тіло покрите декількома косими рядами ромбовидних, густо зімкнутих пластинок; нижче бічних жучок зірчасті або такі ж ромбовидні пластинки.

Атлантичний осетер є найбільш евригалним з усіх осетрових риб (переносить солоність до 35‰), одним з найбільших в родині і досягає довжини 3,5 м і ваги понад 300 кг В Чорному морі, починаючи з третього року життя, росте швидше, ніж російський осетер (*A. gueldenstaedtii*), і досягає у віці 9-18 років ваги 12-47 кг.

Самці Чорноморської популяції досягають статевої зрілості у віці 7-9 років, самиці у віці 8-14 років (Нинуа, 1976). У річках басейну Балтійського моря нерест проходив в червні-липні, у басейні Чорного моря (річки Дунай, Риони) в період з травня по серпень, діаметр ікринок 2,63 мм.

Інтервал нерестових температур варіює від 7,7 до 22°C, розвиток ікри триває не більше 12 і не менше 3 діб відповідно. Личинки, що виклюнулися,

мають довжину 9,3-11,0 мм. Розсмоктування жовткового мішка триває близько двох тижнів, після чого, досягнувши довжини 16-18 мм, личинки переходять на активне живлення (Нінуа, 1976). Личинки в річці живляться ракоподібними і личинками комах, памолодь в морі - гамаридами. Памолодь затримується в річках не менше двох місяців, а до осені скочується в передгірлові простори, де живе до 2-4 років, після чого йде в море, утворюючи невеликі стада в морських затоках, які опріснюються річками. Пересування здійснює одиничними особинами або невеликими групами, утворюючи скупчення під час нерестового ходу і на місцях зимівель. Дорослі риби живляться донними тваринами: черв'яками, ракоподібними, молюсками, а також такою дрібною рибою як піщанка (*Gerbilidae*) і хамса (*Engraulidae*). При цьому протяжність кормових міграцій може досягати 1000 км.

Нині найбільша за чисельністю нерестова міграція атлантичного осетра відмічена в р. Жиронда (*Castelnaud et al, 1991*). Тут в 1995 р. від виловлених в річці виробників було отримано потомство і розпочато формування маткового стада, від якого в 2008 р. була отримана запліднена ікра (*et al, 2009*). Інші доступні дані по незрілих рибах, що входять в р. Жиронда, показали, що вхід памолоді в прісну воду спостерігається після нерестових міграцій з кінця червня - по кінець вересня. У жовтні ці риби повертаються в море.

Шип - *Acipenser nudiiventris Lovetzky, 1928*. Цей вид є прохідним, велику частину свого життя проводить в прибережних ділянках морів (на глибині до 50 м). Він населяє Чорне, Азовське, Аральське і Каспійське моря, а також оз. Балхаш, куди був перевезений з Аральського моря в 1933 р., і річки, що впадають в ці водойми.

У басейні Чорного моря шип піднімався для розмноження в р. Дунай вище м. Будапешт і зустрічався в її припливах. Одиничні особини зустрічалися в річках Дніпро і Ріоні. У басейні Азовського моря шип зустрічався в р. Кубань в тих же місцях, де і російський осетер, і в р. Лаба (приплив р. Кубань). Окремі особини відзначалися також в р. Дон.

Найбільш важливою діагностичною ознакою шипа є суцільна, неперервана посередині, нижня губа. Вусики бахромчаті. Перша спинна жучка найбільша. Цей вид досягає довжини 2,0 м і більше (Рис. 1.7). Середня маса виробників шипа складає: 17,7 і 21,9 кг (самиці і самці відповідно).



Рис. 1.7. Шип з маточного стада Південного філії Федерального селекційно-генетичного центра рибництва, Краснодар, Росія.

Шип - переважно донна риба, велику частину життя проводить в прибережних ділянках морів (на глибині до 50 м), віддаючи перевагу ділянкам з мулким ґрунтом. Перебування шипа в річці під час нерестової міграції триває від двох до десяти місяців. Шип мав, разом з прохідними формами, також "туводні" популяції, які не покидають річок (наприклад, куринська популяція), аналогічно ряду видів осетрових, що зустрічаються в сибірських, далекосхідних і північно-американських річках.

Популяціям шипа властива специфічна особливість його екології, не відмічена у інших прохідних осетрових - суворе прихильність до гірських річок з сильною звивистістю русел і наявністю "ям", перекатів і високою концентрацією суспензії у воді, особливо, в період паводків.

Частина памолоді шипа залишається в річці до двох-чотирьох річного віку, інша частина скачується в морі в перший рік життя (Решотников, 2002). Терміни нерестових міграцій шипа в різних річках неоднакові.

Розмноження шипа в Азово-чорноморському басейні проходить в травні-червні при температурі 12-17°C на галечному дні. Плодючість шипа

складає від 280000 до 1000000 ікринок. Для шипа характерна найвища серед осетрових, відносна плодючість, що пов'язано з низькою виживаністю потомства, що мешкає в річці триваліший час. Зріла ікра має діаметр близько 3 мм. Ікра шипа - клейка, прилипає до гальки, на якій і відбувається її розвиток. Тривалість розвитку ікри при температурі 17-19°C складає 5 діб (Решотников, 2002).

Деякі з личинок, що вилупилися, скачуються в море, інші залишаються на нерестовищах впродовж декількох місяців або навіть років. Довжина 10 денних личинок з жовтком, що розсмоктався, складає 15,5-17,2 мм, а 30 денних – 24,6-37,2 мм.

У морі дорослі особини шипа живляться різними донними рибами, віддаючи перевагу бичкам. Окремі особини, що залишаються в річці, живляться ракоподібними і молюсками. Хірономіди і бокоплати (гамариди) мають менше значення в їх живленні.

Стерлядь - *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758. Стерлядь населяє річки басейнів Чорного, Каспійського і Балтійського морів. Зустрічається також в річках Північна Двіна, Об і Єнісей. Раніше вона мешкала в р. Дніпро до м. Могильов і його притоках: річках Прип'ять, Десна і Тетерів. Вона також мешкала в р. Дністер і зустрічалася в р. Південний Буг і Дніпровському лимані. Нині в річках Дніпро і Південний Буг стерлядь зустрічається дуже рідко, але можливо, зберіглася в р. Дністер вище за греблю Дубосарської ГЭС. Стерлядь часто зустрічалася в Таганрозькій затоці. У р. Кубань вона завжди була рідкісною рибою. Численні популяції стерляді мешкають в нижній течії р. Дунай до м. Відень. Одиначні екземпляри були також відмічені в гирлі р. Ріоні (Решотников, 2002).

Основними ознаками, що відрізняють стерлядь від більшості інших видів роду, є велика кількість бічних жучок (понад 50) і стерлядь відрізняється перерваною нижньою губою (Рис. 1.8).

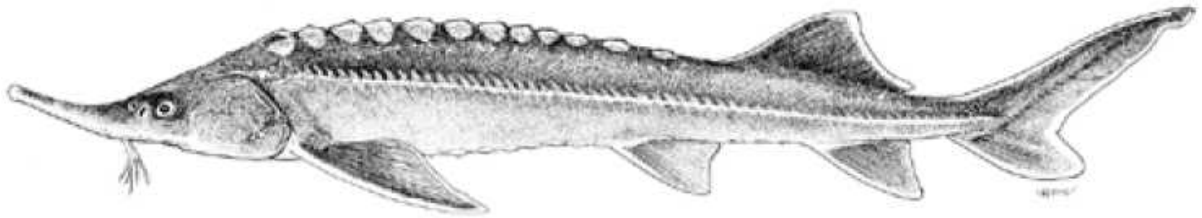


Рис.1.8: Дунайська стерлядь (малюнок М.Дантони, архів оригінальних наукових ілюстрацій ФАО).

Стерлядь – найбільш малорослий вид в родині осетрових, її максимальна довжина 70-90 см, а вага – 2-4 кг. Тривалість життя досягає 20 і більше років. Вік статевого дозрівання стерляді, як і швидкість її зростання, пов'язаний з кліматичними умовами району мешкання і в південних річках складає у самців 3-6 (частіше 4-5) років, а у самиць – 4-9 (частіше 6-8) років.

Початок нересту стерляді залежить від температури води (7,5-10,0°C), нерест триває до температури 15-16°C. Нерест в річках Волга і Кама проходить з травня до початку червня, співпадаючи з піком паводка.

Абсолютна плодючість стерляді коливається в широких межах - від 4000 до 140000 ікринок. Ікрометання у молодих особин буває щорічно, а в старшому віці - через два роки; проте міжнерестові інтервали можуть мати різну тривалість залежно від екологічних умов мешкання. Ікринки стерляді - клейкі, їх діаметр складає 1,9-2,0 мм. Інкубаційний період триває 6-11 діб. Жовтковий мішок у личинок розсмоктується через 6-10 діб після викльову. У віці 30 діб мальки досягають довжини 3-4 см, а цьогорічки у вересні – 8-15 см.

Після нересту стерлядь йде в заплавні холодні ділянки (невеликі озера), у воложки, стариці, до берегів річок, а в міру спаду паводкових вод, стерлядь знову входить в русла річок. Дорослі особини живляться переважно личинками хірономід, дрібними молюсками й іншими безхребетними (мізиди, гамариди). До середини літа їжа памолоді мало відрізняється від живлення дорослих риb [28].

2 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АКВАКУЛЬТУРИ ОСЕТРОВИХ РИБ

Нині все більший інтерес дослідників проявляється до корекції та стимулювання росту і розвитку гідробіонтів за допомогою різних фізичних чинників, особливо в умовах аквакультури.

Так, цілим рядом дослідників відмічена можливість за допомогою світла та різних режимів і способів освітлення чинити стимулюючу дію на біологічні показники різних видів риб. У дослідженнях А.Б.Ручіна, в яких вивчався вплив фотоперіоду на зростання, фізіологічні і гематологічні показники сибірського осетра, вказується, що максимальна швидкість зростання памолоді спостерігалася при 12 -, 16 - і 24-годинному світловому дні на тлі посилення інтенсивності дихання, підвищення сумарного споживання і конвертації їжі. Цілодобове затемнення викликало достовірне зниження вказаних показників. При оптимальних режимах фотоперіоду гематологічні показники знаходилися в нормі. За відсутності світла спостерігалися чітко виражена нейтрофілія і лейкопенія. У оптимальних для зростання риб і земноводних режимах світлового чинника збільшуються кількість лімфоцитів і еритроцитів, концентрація гемоглобіну, змінюється біохімічний склад сироваткових білків і покращуються морфо-фізіологічні індекси.

У дослідженнях впливу слабких імпульсних магнітних полів (СІМП) на розвиток риб А.Г.Селюков та ін. вказують, що під впливом вказаного фізичного чинника у личинок стерляді спостерігалися істотні розбіжності в сформованості гонад і ознаки початку цитологічного диференціювання статі. Результати, отримані із застосуванням СІМП на сибірському осетрі, свідчать про підвищений, порівняно з контролем, рівень збалансованості морфометричних параметрів та інтенсивнішому розвитку репродуктивної системи, що виразно проявляються в п'ятимісячному віці.

Дослідження багатьох учених спрямовані на вивчення впливу різних

фізичних чинників на зростання і розвиток гідробіонтів. В той же час актуальними є дослідження застосування низько-інтенсивного лазерного випромінювання (НЛВ) в рибництві. На жаль, роботи, присвячені застосуванню НЛВ в рибництві, нечисленні. У перших дослідженнях впливу лазерного випромінювання на розвиток риб як джерела випромінювання використовувалися гелій-неонові лазери з довжиною хвилі $\lambda=632,8$ нм.

А.Б.Узденський і О.А.Воробйова в дослідженнях впливу гелій-неонового лазерного випромінювання червоної області спектру ($\lambda=632,8$ нм) з щільністю потужності 3-4 мВт/см² і тривалістю експозиції 1-30 хв на запліднену ікру севрюги, азовського і чорноморського осетрів встановили, що НЛВ робив як негативний, так і позитивний вплив на життєдіяльність ікри і личинок осетрових риб залежно від тривалості експозиції і стадії ембріонального розвитку, на який здійснюється дія. Негативний ефект проявлявся в уповільненні і зниженні викльову передличинок, зменшенні виживаності личинок, збільшенні частоти морфологічних порушень. В той же час відмічені деякі незначні позитивні ефекти: зниження відсотка водянок і аномалій нюхового органу, збільшення розмірно-вагових показників.

В той же час залишається питання про найбільш сприятливу стадію ембріонального розвитку, впливаючи на яку лазерним випромінюванням можна чекати максимальний стимулюючий ефект. У своїх дослідженнях А.Б.Узденський і О.А.Воробйов відмічали, що стимулюючий ефект на розмірно-вагові показники памолоді осетрових викликало опромінення заплідненої ікри лазерним випромінюванням на 24-ій стадії ембріонального розвитку. Ці результати були підтверджені дослідженнями У.Г.Магомедової, яка встановила, що 24-а стадія ембріонального розвитку осетрових риб є найбільш сприятливою для дії лазерним випромінюванням.

Як відомо, ембріональний розвиток риб характеризується багатократним збільшенням маси зародка і швидкості дихання, а також значним ускладненням структури ікринки. На самих ранніх етапах

ембріонального розвитку (відразу після запліднення) це, по суті, одна клітина, яка до закінчення цього періоду перетворюється на високо диференційований і у край гетерогенний по своїй структурі і складу організм, окремі частини якого (тканини і органи) мають свої специфічні риси енергетичного обміну. Ці загальні особливості періоду ембріонального розвитку накладають відбиток на характер енергетичного обміну і його регуляцію на цих стадіях. Тому дія на ембріональний розвиток різними чинниками здатна істотно змінити увесь пост ембріогенез.

Ембріональний розвиток осетрових риб включає такі основні етапи, як запліднення (стадії 1-3), дроблення (стадії 3-12), гастрюляція (стадії 13-18), розвиток від кінця гастрюляції до початку пульсації серця (нейруляція: стадії 19-23; розвиток від зімкнення нервових валиків до початку пульсації серця: стадії 24-28), розвиток зародка від початку пульсації серця до звільнення з оболонки (стадії 29-36).

За даними Т.А.Детлаф та ін., стадія 24 – це стадія появи очних виростів і потовщення переднього кінця видільної системи. На цій стадії утворюються очні вирости, зачатки перетинкових лабіринтів, зачатки залози вилуплення, зачатки першої пари вісцелярних дуг. У передній частині закладок видільної системи утворюється потовщення, що є зачатками перед бруньки, збираючого каналу і верхньої частини вивідних проток (перед ниркових проток). Цей період ембріонального розвитку характеризується зміною форми тіла зародка, відособленням хвостового відділу, формуванням відділів головного мозку, закладкою органів чуття (нюхових мішків, очей і перетинкових лабіринтів), появою зачатків гіпофіза, епіфізу, залози вилуплення, закладкою вісцелярних дуг, відособленням і диференціюванням перед бруньки, утворенням серця і кровоносних судин, закладкою зябрових кишень і виникненням зачатків печінки. Відбувається початок диференціювання тканин (утворюються м'язові волокна, починається вакуалізація хорди, з'являються кров'яні клітини).

На цій стадії ембріонального розвитку зародок нерухомий і не змінює свого положення в оболонках. Зміна зовнішньої форми тіла зародка

характеризується рядом особливостей, пов'язаних з великою кількістю жовтка в клітинах стінки кишки і у зв'язку з цим відносно великими розмірами черевного відділу тіла. Головний відділ у зародків осетрових, як і у кісткових ганоїдів і костистих риб, довгий час залишається невідособленим і лежить на поверхні черевного відділу тіла, тільки поступово відділяючись від нього шляхом утворення шкірної складки. Хвіст, так само як і голова, відособляється шляхом утворення шкірної складки, але дещо раніше. Одночасно відбувається подовження осьових органів, причому помітно подовжується головний відділ, а у кінці етапу починається швидке зростання хвостового відділу. Останній починає відособлятися незабаром після замикання нервової трубки: нерозчленована осьова мезодерма, що примикає до заднього кінця нервової трубки, дещо стягується до середньо-спинної площини, товщає і підводиться над поверхнею зародка, утворюючи разом з кінцем нервової трубки перший зачаток хвоста, який потім безперервно подовжується. У заднього кінця хвостового зачатка епітелій утворює поглиблення, хвостову складку, і таким чином хвостовий кінець відділяється від черевного відділу.

Окрім стадії ембріонального розвитку, залишається відкритим питання про найбільш оптимальну щільність потужності впливаючого фізичного чинника. У дослідженнях впливу гелій-неонового лазерного випромінювання червоної області спектру ($\lambda=632,8$ нм) на морфометричні і біохімічні показники в процесі розвитку осетрових риб У. Г.Г.Магомедова дійшла висновку, що щільність потужності в $2,92$ мВт/см² робить стимулюючий ефект на виживаність, вихід передличинок і личинок, сприяє збільшенню лінійно-вагових показників. У дослідженнях співробітників Інституту фізики ім. Б.І.Степанова НАН Білорусі вказується, що щільність потужності в $3,0$ мВт/см² робить максимальний стимулюючий ефект при опроміненні клітин тварин в умовах *in vitro*.

Таким чином, спроби використання лазерного випромінювання червоної області спектру в риборицтві показали, що його дія на ікру осетра і

севрюги або робить (залежно від дозового навантаження і стадії ембріонального розвитку) слабо виражений стимулюючий вплив на виживаність і життєздатність мальків та їх розмірно-вагові показники, або дія на ембріогенез риб має негативний характер. Різноманітність реакцій ембріонів, мабуть, пов'язана з різною залежністю фоточутливості ікри від ряду чинників: спектральних і енергетичних параметрів освітлення, оптичних характеристик ікринок, еволюційно вироблених адаптацій, а також стадій ембріогенезу і зовнішніх умов. Пошук найбільш оптимального спектрального діапазону впливаючого лазерного випромінювання є актуальним завданням, поставленим перед сучасними дослідниками.

2.1 Стимуляція розмірно-вагових показників памолоді осетрових риб

Спосіб стимуляції розмірно-вагових показників памолоді осетрових риб полягає в тому, що зволожену запліднену ікру зворотного гібриду бестера на стадії органогенезу піддають дії світлодіодного випромінювання за допомогою апарату "Sturgeon-Red", створеного на базі потужних світлодіодів. Технічні характеристики апарату дозволяють робити дію на ікру як неполяризованим, так і лінійно поляризованим випромінюванням у безперервному режимі з довжиною хвилі $\lambda = 630 \pm 10$ нм. Для поляризації випромінювання на виході випромінювача встановлюється поляроїдна плівка. Випромінювач апарату розташовують на відстані $l = 100 \pm 10$ мм так, щоб розмір світлової плями відповідав розміру моношару опромінюваної ікри. Потужність випромінювання W на виході випромінювача контролюють за допомогою вимірника середньої потужності ІМО-3С.

Щільність потужності (у мВт/см²) випромінювання, що впливає на моношар, визначають по формулі $P = W/S$, де W – середня потужність випромінювання, мВт; S – площа світлової плями на рівні моношару ікри, см². Вирівнювання потужності випромінювання, що впливає на ікру у разі використання неполяризованого і поляризованого випромінювання,

здійснюється шляхом зміни струму, що протікає через світлодіод.

Для визначення оптимального часу дії, що робить максимальний стимулюючий ефект на розмірно-вагові показники памолоді осетрових риб, опромінення ікри проводять впродовж 30, 60, 90, 180, 300, 600 с. Отримані залежності стимулюючої дії від часу опромінення поляризованим і неполяризованим випромінюванням світлодіодного джерела з довжиною хвилі $\lambda=630\pm 10$ нм у безперервному режимі при щільності потужності випромінювання $P=2,9\pm 0,2$ мВт/см² відносно довжини 50-денної памолоді осетрових риб представлений на рис. 2.1, а відносно маси - на рис. 2.2.

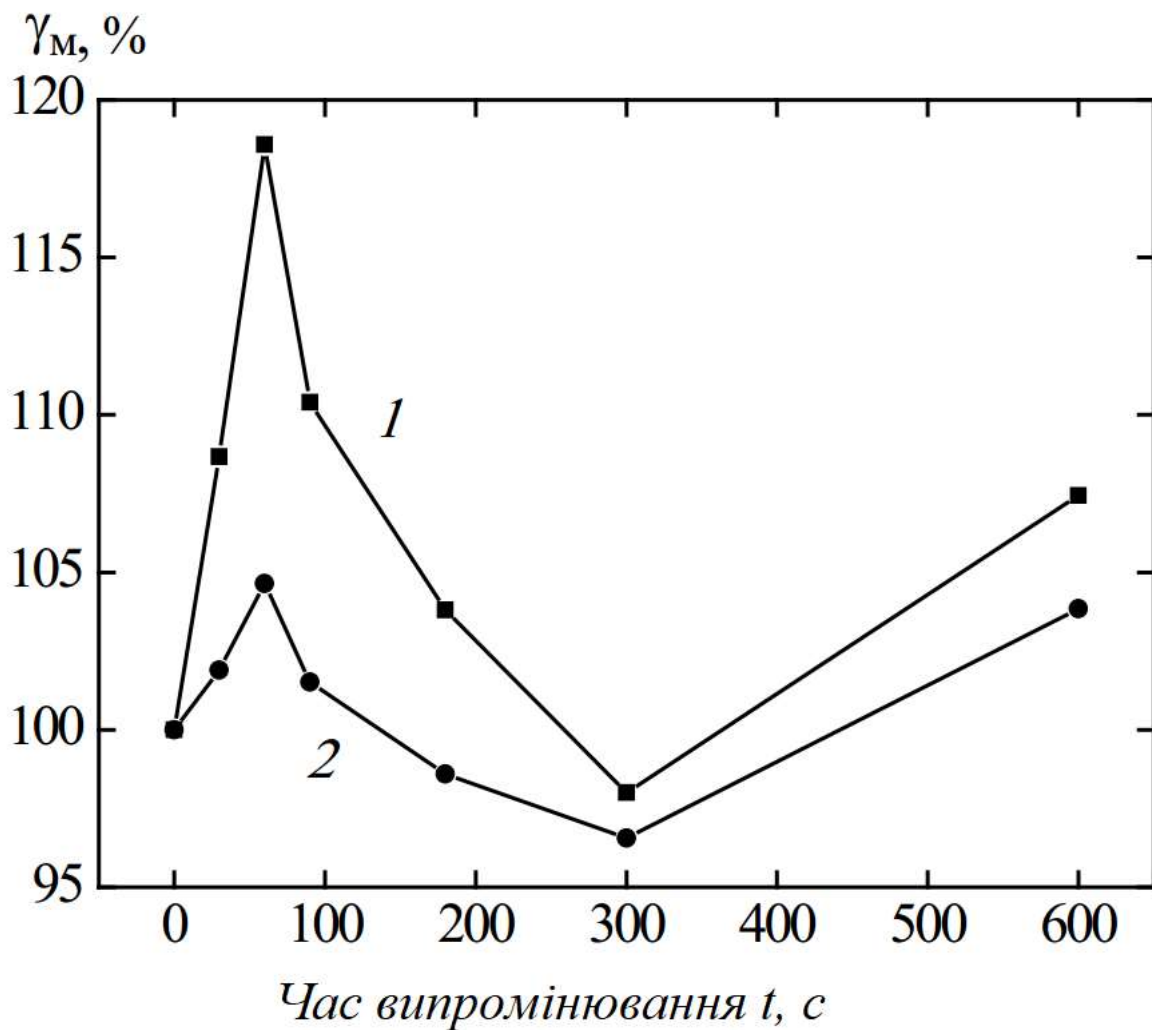


Рис. 2.1 Вплив світлодіодного випромінювання на довжину памолоді осетрових риб

На рис. 2.1 по осі абсцис відкладений час опромінення в секундах, а по осі ординат – величина стимулюючої дії випромінювання відносно довжини риб, визначувана по формулі, $\gamma_d = (L_o/L_k) * 100\%$, де L_o – довжина памолоді зворотного гібриду бестера, отриманої з ембріонів, опромінених на 24-ій стадії розвитку світлодіодним джерелом випромінювання червоної області спектру, мм; L_k – довжина памолоді зворотного гібриду бестера, ембріони якої не піддавалися дії випромінювання, мм. При цьому крива 1 відбиває залежність стимулюючої дії відносно довжини риб у відсотках до контролю при опроміненні поляризованим випромінюванням, а крива 2 – неполяризованим випромінюванням.

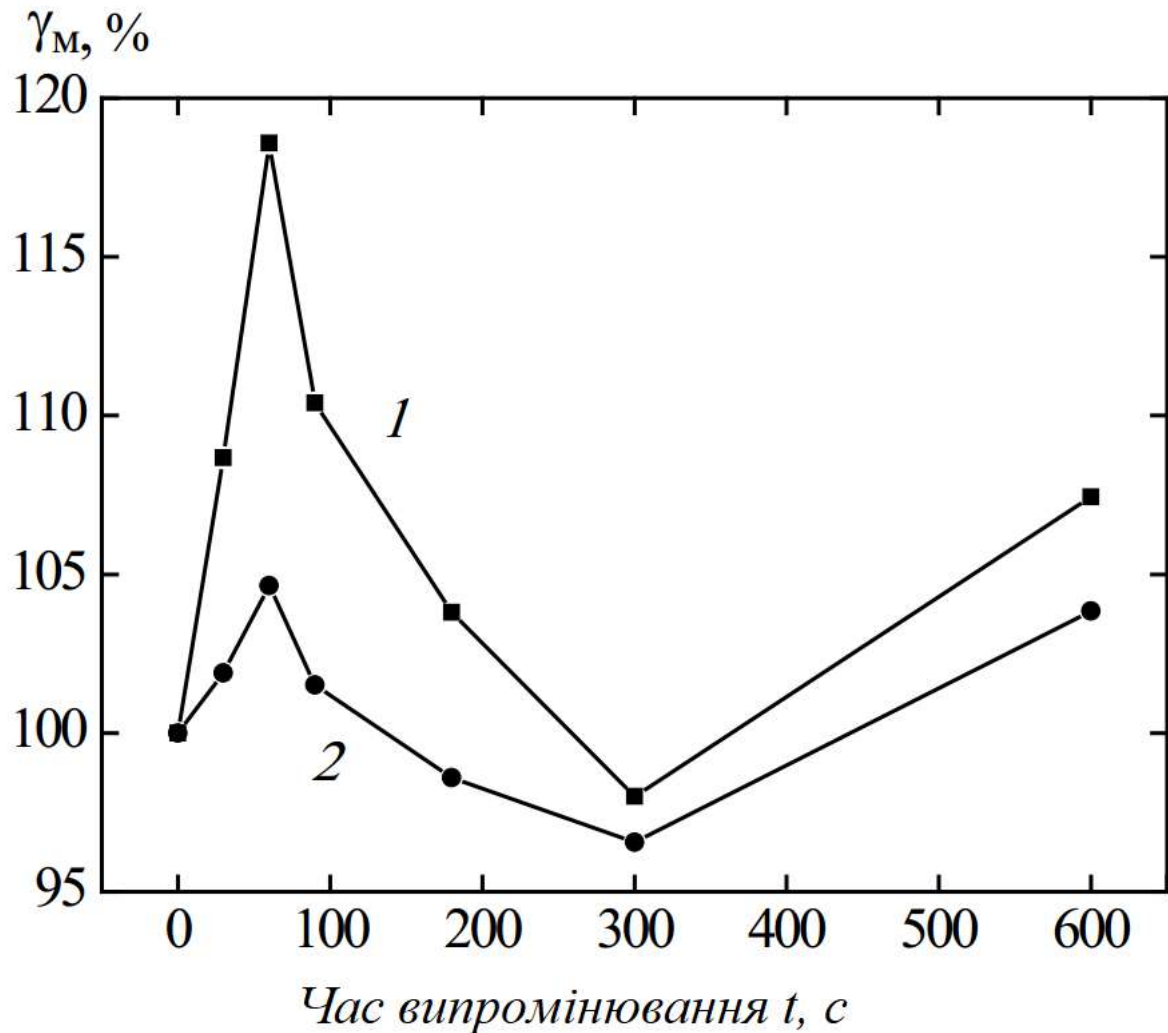


Рис. 2.2. Вплив світлодіодного випромінювання на масу памолоді осетрових риб

На рис. 2.2 по осі абсцис відкладений час опромінення в секундах, а по осі ординат – величина стимулюючої дії випромінювання відносно маси риб, визначувана по формулі, $\gamma_d = (L_o/L_k) * 100\%$, де L_o – маса памолоді зворотного гібриду бестера, отриманої з ембріонів, опромінених на 24-ій стадії розвитку світлодіодним джерелом випромінювання червоної області спектру, мм; L_k – маса памолоді зворотного гібриду бестера, ембріони якої не піддавалися дії випромінювання, мм. При цьому крива 1 відбиває залежність стимулюючої дії відносно маси риб у відсотках до контролю при опроміненні поляризованим випромінюванням, а крива 2 – неполяризованим випромінюванням.

Встановлено, що дія на ембріони осетрових риб на 24-ій стадії випромінюванням світлодіодного джерела при щільності потужності впливаючого випромінювання $P=2,9 \pm 0,2$ мВт/см² призводить до стимуляції їх довжини і маси як при опроміненні поляризованим, так і неполяризованим випромінюванням. Проте при опроміненні лінійно поляризованим випромінюванням за оптимальних умов дії стимулюючий ефект значно вищий, ніж неполяризованим. При використанні обох видів випромінювання максимальна стимулююча дія спостерігається при часі опромінення, рівному 60 с, але для неполяризованого джерела з тими ж параметрами стимулююча дія істотно нижча.

Відмітною особливістю такого способу стимуляції розмірно-вагових показників памолоді осетрових риб є його виражений стимулюючий ефект, а також можливість його застосування як в технології ставкового, так і індустріального осетрівництва. Причому для здійснення заявленого способу використовується апарат з невисокою напругою, здатний працювати автономно від вбудованих акумуляторів, а його маса та ціна в десятки разів нижчі маси та вартості лазерного джерела. Цей спосіб дозволяє забезпечити підвищення ефективності штучного відтворення і вирощування осетрових риб за рахунок підвищення темпу приросту їх маси і розмірів, а також оптимізації технології товарної аквакультури при низькій вартості устаткування для її

реалізації.

2.2 Підвищення токсикостійкості молоді осетрових риб

Спосіб підвищення токсикостійкості молоді осетрових риб оснований на підвищенні виживаності потомства осетрових риб в забрудненій промисловими відходами воді, підвищення ефективності штучного відтворення і вирощування памолоді осетрових риб за рахунок безпечної фізичної дії на ембріони осетрових риб на стадії органогенезу. Він ґрунтується на дії зовнішнього чинника на ембріони осетрових риб на стадії органогенезу. На ембріони риб, що знаходяться у воді, впливають модульованим лазерним випромінюванням у ближній інфрачервоній області спектру з щільністю потужності випромінювання $2,9 \pm 0,02$ мВт/см² і частотою модуляції 50 Гц, час опромінення 30-90 с.

Зволожену запліднену ікру на стадії органогенезу піддають дії поляризованого лазерного випромінювання за допомогою лазерного терапевтичного апарату "Сенс-815", створеного на базі напівпровідникового лазера. Випромінювання лазера розфокусується лінзою з фокусною відстанню 18 мм, так, щоб розмір світлової плями відповідав розміру моношару опромінюваної ікри. Технічні характеристики апарату "Сенс-815" забезпечують можливість дії лазерним випромінюванням у безперервному (частота модуляції $E=0$ Гц) і модульованому режимах при частоті модуляції 1, 2, 5, 10, 50 Гц. Потужність лазерного випромінювання після лінзи контролюється за допомогою вимірника середньої потужності і енергії лазерного випромінювання ІМО-3С.

При дії лазерним випромінюванням у безперервному режимі і режимі модуляції середня потужність випромінювання P складає 250 ± 5 мВт. Вирівнювання потужності випромінювання у безперервному і модульованому режимах здійснюють з панелі управління апаратом шляхом регулювання струму, що протікає через напівпровідниковий лазер, і контролюють

вимірником потужності ІМО-3С.

Для визначення оптимального часу дії, що робить максимальний ефект токсикостійкості стандартної памолоді осетрових риб, опромінення ікри проводять впродовж 30, 60, 90, 180, 300, 600 с. Отримані залежності дії лазерного випромінювання (γ %) від часу дії для різних режимів модуляції випромінювання представлені на рис. 2.3. На цьому малюнку на осі абсцис вказаний час опромінення в секундах, а на осі ординат – величина дії лазерного випромінювання, визначувана по формулі, $\gamma_{\text{tox}} = (N_{\text{жив}}/N) * 100$ %, де $N_{\text{жив}}$ – кількість екземплярів памолоді, що вижили, після дії токсиканта впродовж 7 діб, шт.; N – кількість екземплярів памолоді на початку дії токсиканта, шт.

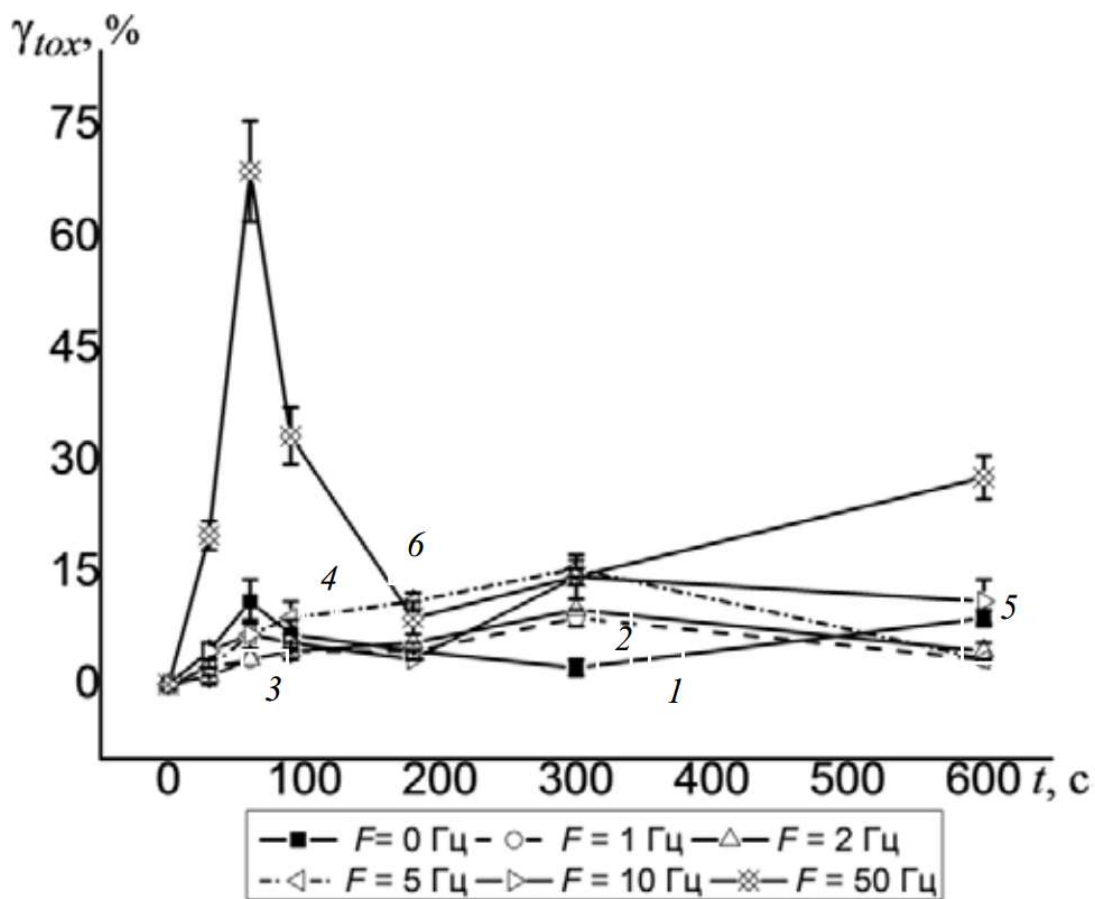


Рис. 2.3. Залежність величини стимулюючої дії γ_{tox} інфрачервоної області спектру за критерієм токсикорезистентності 50-добової памолоді гібриду Севрюги-Бестера від часу експозиції t і частоти модуляції F

При цьому тривалість дії токсиканта упродовж 7 діб вибрана з того розрахунку, що до вказаного тимчасового проміжку спостерігався летальний кінець (загибель) усіх екземплярів памолоді, на ембріони якої на стадії органогенезу не впливали лазерним випромінюванням. Крива 1 на рис. 2.3 відповідає варіанту дії на ембріони на стадії органогенезу безперервним (частота модуляції $E=0$ Гц) інфрачервоним лазерним випромінюванням з довжиною хвилі $X=0,81\pm 0,02$ мкм при щільності потужності $P=2,9\pm 0,02$ мВт/см². Крива 2 відповідає опроміненню ембріонів інфрачервоним лазерним випромінюванням з довжиною хвилі $X=0,81\pm 0,02$ мкм при аналогічній щільності потужності, що модулюється по інтенсивності з частотою $E=1$ Гц; крива 3 – відповідно з частотою модуляції $E=2$ Гц; крива 4 – з частотою модуляції $E=5$ Гц; крива 5 – з частотою модуляції $E=10$ Гц; крива 6 – з частотою модуляції $E=50$ Гц.

Встановлено, що дія на ембріони осетрових риб на стадії органогенезу поляризованим лазерним випромінюванням інфрачервоної області спектру з довжиною хвилі $X=0,81\pm 0,02$ мкм при щільності потужності $P=2,9\pm 0,2$ мВт/см² здатна робити стимулюючу дію на токсикостійкість стандартної заводської памолоді і призводить до значного її збільшення у памолоді, що проявляється у збільшенні відсотка особин, що вижили, в порівнянні з неопроміненими ембріонами. Так, якщо в неопроміненій групі відсоток виживання під дією токсиканта $y=0$, то для групи риб, ембріони якої піддаються дії модульованого лазерного опромінення з частотою 50 Гц за визначеними довжиною хвилі та щільністю потужності впродовж 60 с, виживаність в умовах дії токсиканта складає $68,9\pm 6,7\%$. Тобто виживаність памолоді осетрових риб, ембріони якої піддавалися дії оптичного випромінювання, знаходиться на більш високому рівні, чим у неопромінених особин.

Максимальне підвищення токсикостійкості при опроміненні заплідненої ікри на стадії органогенезу поляризованим лазерним випромінюванням інфрачервоної області спектру з довжиною хвилі

$X=0,81\pm0,02$ мкм спостерігається для модульованого режиму дії з частотою модуляції $E=50$ Гц, щільністю потужності $P=2,9\pm0,2$ мВт/см² впродовж 30-90 с. Відмітною особливістю заявленого способу підвищення токсикостійкості стандартної памолоді осетрових риб є його висока продуктивність і застосовність як в технології ставкового, так і індустріального осетрівництва.

2.3 Підвищення стійкості памолоді осетрових риб до дефіциту кисню

Спосіб підвищення стійкості памолоді осетрових риб до дефіциту кисню направлений на отримання життєстійкого потомства, підвищення ефективності штучного відтворення і вирощування осетрових риб, а також оптимізацію технології товарної аквакультури. При застосуванні способу підвищення стійкості стандартної памолоді риб до дефіциту кисню, ґрунтованого на стимулюючій дії оптичного випромінювання, на стадії органогенезу на ембріони осетрових риб впливають поляризованим лазерним випромінюванням інфрачервоної області спектру у безперервному режимі з довжиною хвилі $0,81\pm0,02$ мкм при щільності потужності $2,9\pm0,2$ мВт/см² впродовж 30-90 с.

Зволожену запліднену ікру поворотного гібриду бестера (стерлядь х бестер) на стадії органогенезу піддають дії поляризованого лазерного випромінювання. Опромінення здійснюють за допомогою терапевтичного лазерного апарату "Сенс-815", створеного на базі напівпровідникового лазера. Випромінювання лазера розфокусують лінзою з фокусною відстанню 18 мм, так, щоб розмір світлової плями відповідав розміру моношару опромінюваної ікри. Щільність потужності (у мВт/см²) лазерного випромінювання, що впливає на моношар, визначають по формулі $P=W/S$, де W – середня потужність лазерного випромінювання, мВт; S – площа світлової плями на рівні моношару ікри, см².

При дії лазерним випромінюванням у безперервному режимі і режимі

модуляції середня потужність випромінювання P складає 250 ± 5 мВт. Вирівнювання потужності випромінювання у безперервному і модульованому режимах здійснюють з панелі управління апаратом шляхом регулювання струму, що протікає через напівпровідниковий лазер, і контролюють вимірником потужності ІМО-3С.

Для визначення оптимального часу дії, що робить максимальний стимулюючий ефект на стійкість стандартної памолоді осетрових риб до дефіциту кисню, опромінення ікри проводять впродовж 30, 60, 90, 180, 300, 600 с. Отримані залежності стимулюючої дії лазерного випромінювання (γ %) від часу дії для різних режимів модуляції випромінювання представлені на рис. 2.4.

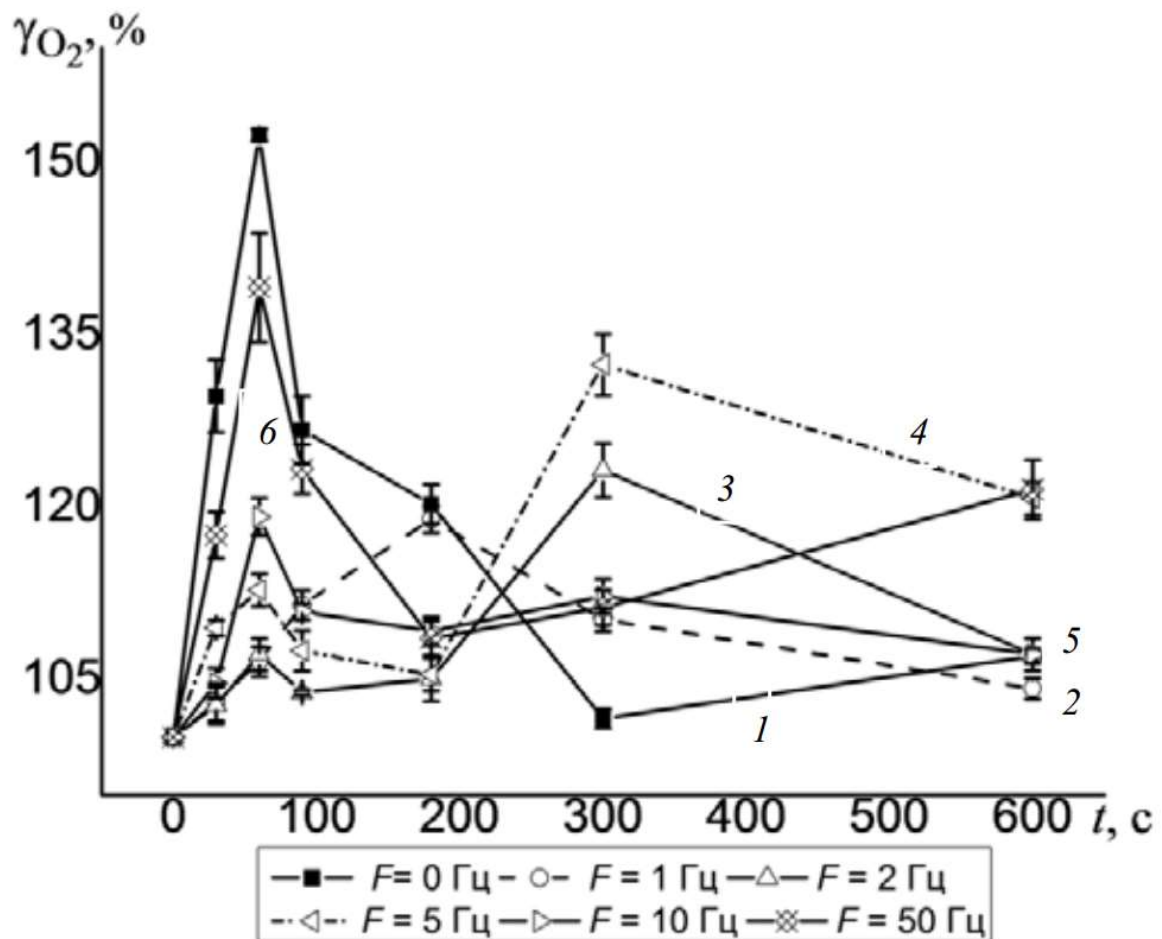


Рис. 2.4. Залежність величини стимулюючої дії γO_2 інфрачервоної області спектру за критерієм оксирезистентності 50-добової памолоді гібриду Севрюги-Бестера від часу експозиції t і частоти модуляції F

На цьому малюнку по осі абсцис відкладений час опромінення в секундах, а по осі ординат – величина стимулюючої дії лазерного випромінювання, визначувана по формулі, $\gamma_{O_2} = ([O_2]_к/[O_2]_д) * 100 \%$, де $[O_2]_к$ – порогова концентрація розчиненого у воді кисню що викликає загибель стандартної памолоді осетрових риб, ембріони якої не піддавалися дії лазерного випромінювання; $[O_2]_д$ – порогова концентрація розчиненого у воді кисню, що викликає загибель стандартної памолоді осетрових риб, ембріони якої на стадії органогенезу піддавалися дії поляризованим лазерним випромінюванням інфрачервоної області спектру. Причому крива 1 на рис. 2.4 відповідає варіанту дії на ембріони на стадії органогенезу безперервним (частота модуляції $E=0$ Гц) інфрачервоним лазерним випромінюванням з довжиною хвилі $X=0,81\pm0,02$ мкм при щільності потужності $P=2,9\pm0,02$ мВт/см². Крива 2 отримана в результаті опромінення ембріонів інфрачервоним лазерним випромінюванням з аналогічними довжиною хвилі та щільністю потужності, що модулюється по інтенсивності з частотою $E=1$ Гц; крива 3 – відповідно з частотою модуляції $E=2$ Гц; крива 4 – з частотою модуляції $E=5$ Гц; крива 5 – з частотою модуляції $E=10$ Гц.

Встановлено, що дія на ембріони осетрових риб на стадії органогенезу поляризованим лазерним випромінюванням інфрачервоної області спектру з довжиною хвилі $X=0,81\pm0,02$ мкм при щільності потужності $P=2,9\pm0,2$ мВт/см² здатна робити стимулюючу дію на стійкість стандартної заводської памолоді осетрових риб до дефіциту кисню. Опромінення ембріонів осетрових риб на стадії органогенезу призводить до значного зниження порогових концентрацій розчиненого у воді кисню, при яких спостерігається загибель стандартної памолоді. Так, якщо у неопромінених ембріонів порогова концентрація кисню, при якій спостерігається загибель стандартної памолоді осетрових риб, складає $2,13\pm0,02$ мг/л, то для групи риб, ембріони якої піддавалися дії безперервного лазерного випромінювання з вказаними вище довжиною хвилі та щільністю потужності впродовж 60 с – $(1,40 \pm 0,01)$

мг/л. Тобто загибель памолоді, ембріони якої піддавалися дії оптичного випромінювання, спостерігається при нижчій концентрації, ніж у неопромінених особин. Максимальна відмінність спостерігається при $E=5$ Гц, $t=300$ с.

Слід також відмітити, що впливаюче випромінювання є інфрачервоним і його застосування в умовах штучного відтворення та вирощування памолоді осетрових риб не створює незручностей обслуговуючому персоналу. Використання даного способу дозволяє отримати життестійке потомство, що має більш високу стійкість до дефіциту кисню і характеризується більш високими розмірно-ваговими показниками в порівнянні з неопроміненими особинами.

2.4 Підвищення терморезистентності стандартної памолоді осетрових риб

Завданням заявленого способу є отримання життестійкого потомства, підвищення ефективності штучного відтворення і вирощування памолоді осетрових, а також оптимізація технології товарної аквакультури. Поставлене завдання вирішується при застосуванні способу підвищення терморезистентності стандартної памолоді осетрових риб, ґрунтованого на дії зовнішнього чинника змінної природи, на ембріони риб на стадії органогенезу впливають модульованим лазерним випромінюванням ближньої інфрачервоної області спектру з щільністю потужності випромінювання $P=2,9\pm 0,02$ мВт/см₂ і частотою модуляції 50 Гц, час опромінення 30-90 с.

Зволожену запліднену ікру гібриду стерляді та бестера на стадії органогенезу піддають дії поляризованого лазерного випромінювання. Опромінення здійснюють за допомогою апарату лазерного терапевтичного "Сенс-815", створеного на базі напівпровідникового лазера. Випромінювання лазера розфокусовують лінзою з фокусною відстанню 18 мм, так, щоб розмір світлової плями відповідав розміру моношару опромінюваної ікри.

Для визначення оптимального часу дії, що робить максимальний

стимулюючий ефект на терморезистентність стандартної памолоді осетрових риб, опромінення ікри проводять впродовж 30, 60, 90, 180, 300, 600 с. Отримані залежності стимулюючої дії лазерного випромінювання (γ %) від часу дії для різних режимів модуляції випромінювання представлені на рис. 2.5.

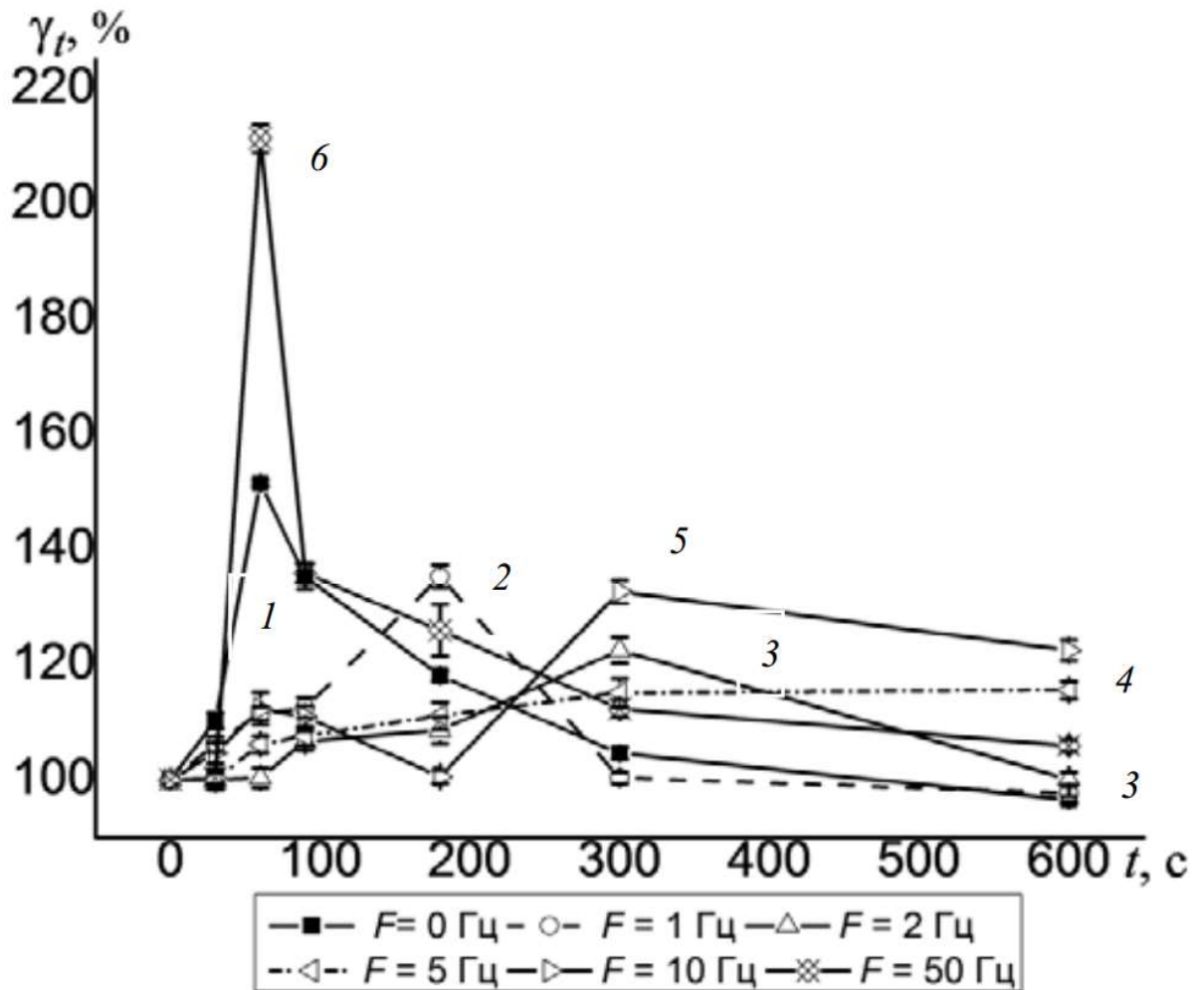


Рис. 2.5. Залежність величини стимулюючої дії інфрачервоної області спектру за критерієм терморезистентності 50-добової памолоді гібриду Севрюги-Бестера від часу експозиції t і частоти модуляції F

На цьому малюнку по осі абсцис відкладений час опромінення в секундах, а по осі ординат – величина стимулюючої дії лазерного випромінювання, визначувана по формулі, $\gamma_t = (T_{p_d} / T_{p_k}) * 100\%$, де T_{p_k} –

тривалість виживання памолоді осетрових риб при температурі 32°C , ембріони якої не піддавалися дії лазерного випромінювання, хв; $T_{р\text{д}}$ – тривалість виживання памолоді осетрових риб при температурі 32°C , ембріони якої на стадії органогенезу піддавалися дії поляризованим лазерним випромінюванням інфрачервоної області спектру, хв. Причому крива 1 на рис. 2.5 відповідає варіанту дії на ембріони на стадії органогенезу безперервним (частота модуляції $E=0$ Гц) інфрачервоним лазерним випромінюванням з вказаними вище довжиною хвилі та щільності. Крива 2 отримана в результаті опромінення ембріонів інфрачервоним лазерним випромінюванням, що модулюється по інтенсивності з частотою $E=1$ Гц, крива 3 – відповідно з частотою модуляції $E=2$ Гц, крива 4 – з частотою модуляції $E=5$ Гц, крива 5 – з

Встановлено, що дія на ембріони осетрових риб на стадії органогенезу поляризованим лазерним випромінюванням інфрачервоної області спектру здатна робити стимулюючу дію на терморезистентність стандартної заводської памолоді осетрових риб. Опромінення ембріонів осетрових риб на стадії органогенезу призводить до значного збільшення терморезистентності, яка проявляється у збільшенні часу виживання памолоді при знаходженні її у воді екстремальної температури (32°C). Максимальна відмінність спостерігається при $t=60$ с.

2.5. Підвищення активності сперматозоїдів самців осетрових риб

Один із способів підвищення активності сперматозоїдів полягає в тому, що сперма осетрових риб піддається дії лазерного випромінювання у присутності постійного магнітного поля. Дію здійснюють поляризованим лазерним випромінюванням червоної області спектру з довжиною хвилі $X=670\pm 20$ нм, щільністю потужності $P=3,0\pm 0,2$ мВт/см² у поєднанні з магнітним полем з індукцією 50 ± 5 мТл. Випромінювач апарату з магнітною насадкою розташовують так, щоб сперма риб знаходилася під проекцією магнітної насадки, а розмір світлової плями відповідав розміру шару

опромінюваної сперми. При цьому випромінювання лазера проходить через отвір, розташований в центрі магнітної насадки. Потужність випромінювання ж на виході випромінювача контролюють за допомогою вимірника потужності ІМО-3С. Щільність потужності (у мВт/см²) випромінювання, що впливає на шар сперми, визначають по формулі $P=W/S$, де W - середня потужність випромінювання, мВт; S - площа світлової плями на рівні шару сперми, см².

Відбір сперми здійснюють від самців бестера F1 за допомогою катетера і пластикового шприца Жані. Для стимулювання дозрівання застосовують препарат Нерестин 5-А у кількості 0,1 мл/кг. Уся відібрана сперма оцінюється в 5 балів за 5-бальною шкалою Персова.

Для визначення оптимального часу дії, що робить максимальний стимулюючий ефект на рухливість сперматозоїдів осетрових риб, дію фізичних чинників на сперму здійснюють впродовж 10, 20, 30, 40, 50, 60 с. Після цього сперма поміщається на зберігання в прохолодне затемнене місце. Температура зберігання не більше 4-5 °С.

Після закінчення 24 год проводиться визначення часу активності сперматозоїдів (час поступальної ходи сперматозоїдів після активації водою). Для визначення активності сперматозоїдів пробу сперми (10 мкл) наносять на предметне скло і при збільшенні в 200 разів спочатку досліджують без розбавлення водою, визначаючи відсутність (присутність) домішок в пробах (формені елементи крові, мікроорганізми і ін.). Потім вносять краплю води на предметне скло, перемішують із спермою і на секундомірі засікають час початку активації сперматозоїдів. При припиненні поступальної ходи 90% сперматозоїдів секундомір зупиняють. У кожній пробі час поступальної ходи визначається не менше трьох разів.

Встановлено, що дія на сперму самців осетрових риб лазерним випромінюванням червоної області спектру у поєднанні з магнітним полем призводить до підвищення активності сперматозоїдів, що виражається у збільшенні часу поступальної ходи сперматозоїдів після активації водою.

Найбільш виражена активуюча дія на сперму осетрових риб чинить спільну дію лазерного випромінювання і постійного магнітного поля. При спільній дії вказаних фізичних чинників максимальний ефект стимуляції спостерігається при часі дії 20 з і складає $245 \pm 6,8\%$.

Заявлений спосіб не є простою сумою двох відомих способів, ґрунтованих на дії фізичних чинників. При дії тільки магнітного поля максимальна стимулююча дія спостерігається при експозиції 60 с, а при дії тільки лазерним випромінюванням – при експозиції 40 с. При одночасній дії двох фізичних чинників максимальний стимулюючий ефект на сперму осетрових риб спостерігається при експозиції 20-30 с.

Характерно, що сперма, піддана спільній дії лазерного випромінювання і магнітного поля, має більш високу здатність до запліднення ікри. Так, якщо у разі використання інтактної сперми відсоток запліднення ікри осетрових риб складає 75%, а при використанні сперми, обробленої заявленим способом, відсоток запліднення ікри досягає 87%.

Таким чином, заявлений спосіб дозволяє збільшити час рухливості сперматозоїдів після активації водою і підвищити вірогідність успішного запліднення ікри. Заявлений спосіб може використовуватися в практиці осетрівництва з метою збереження якості сперми самців при тривалому зберіганні без консервації в умовах, коли збір сперми самців вже здійснений, а овуляція ікри самиць розтягується на тривалий час.

Ще один спосіб підвищення активності сперматозоїдів полягає у стимулюючій дії світла на сперму риб. При застосуванні цього способу обробки сперми осетрових риб дію здійснюють модульованим по інтенсивності випромінюванням з довжиною хвилі $\lambda = 450-1270$ нм, частотою модуляції $E = 50-60$ Гц, щільністю потужності $P = 0,5-100$ мВт/см² впродовж часу, що забезпечує енергетичну дозу в 60-180 мДж/см². Випромінювач апарату розташовують так, щоб розмір світлової плями відповідав розміру шару опромінюваної сперми. Потужність випромінювання ж на виході випромінювача контролюють за допомогою вимірника потужності ІМО-3С.

Щільність потужності (у мВт/см²) випромінювання, що впливає на шар сперми, визначають по формулі $P=W/S$, де W - середня потужність випромінювання, мВт; S - площа світлової плями на рівні шару сперми, см².

В результаті наших досліджень встановлено, що дія на сперму самців осетрових риб модульованим оптичним випромінюванням призводить до підвищення активності сперматозоїдів, що виражається у збільшенні їх рухливості після опромінення

Дія безперервного лазерного випромінювання в спектральному діапазоні від 450 до 1270 нм призводить до підвищення якості статевих продуктів, що проявляється у збільшенні рухливості їх після активації. Збільшення довжини хвилі впливаючого випромінювання понад 1270 нм є недоцільним у зв'язку з тим, що в області приблизно 1300 нм спостерігається поглинання випромінювання водою, що може привести до термічного ушкодження сперматозоїдів. Використання випромінювання з довжиною хвилі коротше 450 нм також є недоцільним, оскільки в цьому випадку стимулююча дія слабо виражена і нерідко спостерігається інгібування активності клітин сперми.

Максимальна стимулююча дія світла на сперму риб реєструється при щільності потужності $P=0,5-100$ мВт/см² і енергетичній дозі 60-180 мДж/см². Зниження щільності потужності нижче 0,5 мВт/см² є недоцільним, оскільки в цьому випадку спостерігається зниження стимулюючого ефекту, а крім того, для набору енергетичної дози в 60-180 мДж/см² тривалість дії може перевищувати 600 с (10 хв), що знижує продуктивність процес і збільшує вірогідність порушення режим стерильність. Підвищення щільності потужності понад 100 мВт/см² також є недоцільним, оскільки в цьому випадку можна викликати термічне ушкодження сперматозоїдів, що приведе до ефекту інгібування їх активності. Встановлено, що застосування режиму модуляції випромінювання залежно від її частоти здатне як підвищити стимулюючий ефект, характерний для безперервного випромінювання, так і понизити його.

Встановлено, що сперма, піддана дії лазерного випромінювання при

оптимальних параметрах мала більш високу здатність до запліднення ікри. Збільшення часу рухливості сперматозоїдів в результаті дії оптичного випромінювання характеризує поліпшення якості сперми, оскільки це призводить до більш високої вірогідності успішного запліднення ікри. І навпаки, зниження (в порівнянні з контролем) часу рухливості сперматозоїдів в результаті дії оптичного випромінювання відбиває зниження якості сперми. Так, якщо у разі використання інтактної сперми відсоток запліднення ікри осетрових риб складає 72%, то при використанні сперми, обробленої заявленим способом, відсоток запліднення ікри досягає 90 %.

Описуваний спосіб дозволяє збільшити час рухливості сперматозоїдів після активації водою і підвищити вірогідність успішного запліднення ікри. Цей спосіб може використовуватися в практиці осетрівництва з метою збереження якості сперми самців при тривалому зберіганні без консервації в умовах, коли збір сперми самців вже здійснений, а овуляція ікри самиць розтягується на тривалий час.

2.6 Використання поляризації та когерентності оптичного випромінювання для ембріонів осетрових риб

Кількісні дані, що свідчать про відмінність фото-біологічних ефектів (розмірно-вагові характеристики і показники життєстійкості 50-денної памолоді осетрових риб в несприятливих умовах місця існування) від дії лінійно-поляризованого і неполяризованого квазімонохроматичного випромінювання ($P=2,9$ мВт/см², $t=60$ с) червоного світлодіода з довжиною хвилі $\lambda=631$ нм ($\Delta\lambda=15$ нм), представлені в таблиці. 2.1.

50-денна памолодь риб, отримана з ембріонів, підданих короткочасній одноразовій дії поляризованого світла, значно перевершує контрольні особини за стійкістю до дефіциту кисню в місці існування, а також термо- та токсикорезистентністю.

Таблиця 2.1. Вплив опромінення ембріонів на стадії органогенезу лінійно поляризованим і неполяризованим квазімонохроматичним світлом світлодіодного джерела на показники життєстійкості 50-денної памолоді осетрових риб в несприятливих умовах місця існування

Параметри	Показники		
	Контроль	Вплив лінійно-поляризованим випромінюванням	Вплив неполяризованим випромінюванням
Стійкість до дефіциту кисню, мг/мл	2,13 ± 0,02	1,78 ± 0,05	2,06 ± 0,02
Терморезистентність, хв.	145,30 ± 1,10	159,70 ± 4,10	149,80 ± 2,20
Токсикорезистентність, % особин що вижили	0	5,60 ± 1,10	2,20 ± 1,10

За деякими з вказаних показників достовірні відмінності від контролю ($P < 0,05$) викликає і неполяризоване випромінювання. Проте за тих же умов опромінення величина стимулюючої дії для випромінювання з природною поляризацією значно нижче за усіма показниками, чим у разі використання випромінювання з лінійною поляризацією. Тобто памолодь, отримана з опромінених ембріонів, характеризується підвищеною життєстійкістю (в порівнянні з контрольною групою) в місці існування з недостатнім вмістом кисню, і цей ефект найбільш виражений для поляризованого випромінювання. Відмінність у дії лінійно поляризованого і неполяризованого світла спостерігається і при контролі токсикорезистентності та терморезистентності памолоді. Так, якщо після дії токсиканта (сульфату міді в концентрації 0,1 мг/л) впродовж 7 діб спостерігається загибель усіх особин контрольної групи, то серед памолоді, отриманої з ембріонів, опромінених поляризованим і неполяризованим світлом, відсоток особин, що вижили, складає $5,6 \pm 1,1\%$ та $2,2 \pm 1,1\%$ відповідно. При контролі параметрів терморезистентності відзначається, що загибель памолоді, ембріони якої піддавалися дії

поляризованого випромінювання, спостерігається при тривалішій дії на неї екстремальної температури в 32°C , чим у особин, ембріони яких опромінювалися неполяризованим світлом.

З урахуванням сильної залежності регуляторної дії оптичного випромінювання від дозового навантаження представляє інтерес проведення порівняння біологічної дії лінійно поляризованого і неполяризованого світла залежно від часу опромінення ембріонів. Дозові криві, що відбивають вплив опромінення ембріонів лінійно поляризованим (крива 1) і неполяризованим (крива 2) світлом квазімонохроматичного червоного світлодіода ($\lambda=631\text{ нм}$, $\Delta\lambda=15\text{ нм}$, $P=2,9\text{ мВт/см}^2$) на їх стійкість до несприятливих умов місця існування (дефіциту кисню, екстремальній температурі, токсикантам), представлені на рис. 2.6.

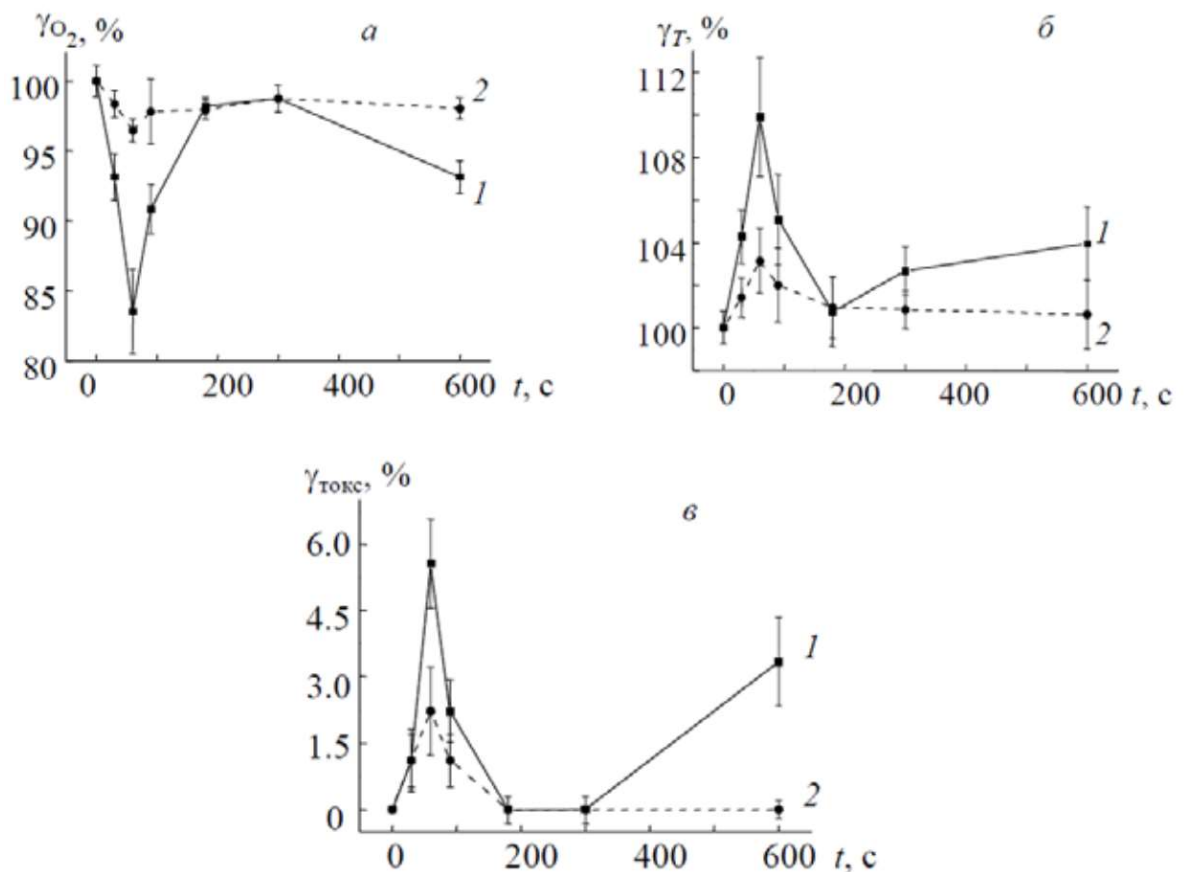


Рис. 2.6. Вплив часу опромінення заплідненої ікри на стійкість 50-денної памолоді осетрових риб до дефіциту кисню (а), дії екстремальної температури (б) і токсикантів у місці існування (в) для лінійно поляризованого і неполяризованого квазімонохроматичного червоного світлодіода

Таким чином, сукупність представлених даних свідчить про те, що спостерігаються істотні відмінності у біологічній активності лінійно поляризованого і неполяризованого світла відносно ембріонів осетрових риб при контролі розмірно-вагових показників і параметрів життєстійкості в несприятливих умовах місця існування 50-денної памолоді риб, отриманої з вказаних ембріонів.

З ПІДВИЩЕННЯ РЕПРОДУКТИВНИХ ЯКОСТЕЙ ОСЕТРОВИХ РИБ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗИМІВЛІ РЕМОНТНО-МАТКОВИХ СТАД

Важливою умовою нормального розвитку репродуктивної системи осетрових риб є сезонність температурного режиму утримання старших ремонтних груп. Вирощування ремонту впродовж перших років в теплій воді з цілорічним годуванням дозволяє прискорити дозрівання в 1,5-2,5 рази і істотно скоротити тривалість нерестових інтервалів (таблиця. 3.1). При цьому для успішного завершення процесу гонадогенеза необхідно у визначеному для кожного виду віці вводити в технологічний цикл період утримання при низькій температурі – «зимівлю» з обов'язковою харчовою депривацією (лат. *deprivatio* - втрата, позбавлення).

Таблиця 3.1. Вік першого дозрівання і оптимальний час переведення на природний температурний режим ремонту стерляді

Вид	Вік першого дозрівання, років		Вік переведу ремонту на утримання при природному температурному режимі, років	
	Самці	Самки	Самці	Самки
Стерлядь	2-3	3-5	2	2

Постійно високі температури і годування можуть привести до ожиріння осетрових риб і значної затримки їх остаточного дозрівання. Навіть при досягненні самицями осетрових риб 4-ої стадії зрілості гонад виходи ікри (оосоматичні індекси) можуть бути дуже низькими. Оптимальний температурний режим утримання маткового стада стерляді представлений на рис. 3.1.

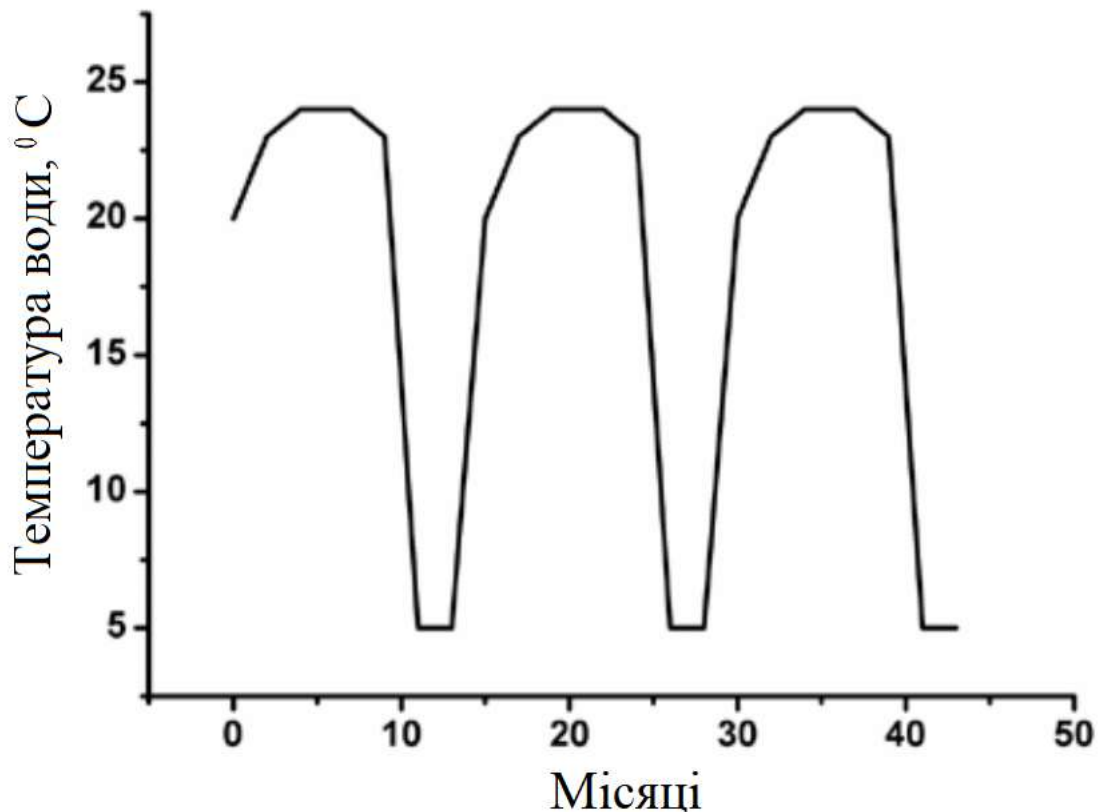


Рис. 3.1. Оптимальний температурний режим утримання ремонтно-маткового стада стерляді

Швидкість генеративних процесів у осетрових залежить в першу чергу від температури утримання. При розрахунку теплозапаса, що виражається в градусо-днях, береться до уваги тільки період, проведений рибою при так званій ефективній температурі. Ефективною прийнято вважати температуру від нерестового оптимуму до мінімальної температури води, при якій риба перестає жити. При формуванні маткових стад осетрових для кожного виду, що розводиться, слід брати до уваги значення двох показників:

- теплозапас, необхідний для досягнення статевої зрілості;
- теплозапас, необхідний для проходження одного циклу гаметогенезу.

Хоча загальний теплозапас є досить універсальним показником, це не єдиний чинник, що визначає вік статевого дозрівання і тривалість міжнерестових інтервалів. При перевищенні щільності посадок, занадто малому або надмірному раціоні, недотриманні рекомендацій по проведенню

"зимівлі" дозрівання виробників може сильно затягнутися і супроводжуватися значними порушеннями гонадогенеза. Відновлення репродуктивних якостей таких риб або виявиться неможливим, або вимагатиме застосування тривалої і складної терапії.

Технологія формування продуктивних стад осетрових із застосуванням установок замкнутого водопостачання передбачає проведення штучної зимівлі – утримання виробників впродовж певного часу у басейнах з прямою системою водоподачі і зниженою температурою води. "Зимівля" є необхідним етапом технологічного процесу, оскільки важливою умовою нормального розвитку репродуктивної системи осетрових риб є сезонність температурного режиму. Для незрілих і потенційних самиць, так само як і для зрілих, починаючи з 5-го року вирощування (після осіннього бонітування) в технологічний цикл вводиться період "зимівлі".

Для чого потрібна штучна зимівля виробникам:

1. В умовах штучної зимівлі, максимально наближених до природних, у самиць відбувається дозрівання ооцитів.
2. За час вирощування в УЗВ генеративна тканина самиць придбає запах і смак, не властиві ікрі, зимівля сприяє зменшенню цих негативних чинників.
3. У самців завершується процес сперматогенезу.

Відомо, що процес "зимівлі" осетрових риб різного віку в неадекватних умовах істотно впливає на їх виживаність і функціональний стан. Це нерідко призводить до підвищеної втрати маси тіла риб, а в окремих випадках навіть до наднормативної елімінації. Тому в період "зимівлі" дуже важливо стежити не лише за параметрами водного середовища, але і за якістю нагулу риби перед "зимівлею", і за фізіологічною готовністю риби до "зимівлі". Результати "зимівлі" багато в чому залежать від фізіологічного стану осетрових риб і абіотичних чинників місця існування.

Сигналом до початку переходу на "зимівлю" служить зниження температури води і, як наслідок, майже повне припинення споживання корму

осетровими. Для успішної "зимівлі" дуже важливі угодваність і маса риб, тому потрібне годування осетрових, особливо у кінці періоду вирощування, кормами з підвищеним вмістом жиру, оскільки саме в цей період в організмі риб створюються запаси резервних поживних речовин. Рекомендується також проводити ін'єкцію риб вітамінами С та Е перед "зимівлею".

При вирощуванні осетрових з пониженням температури води до 12°C зазвичай припиняють проводити годування риби. Негативною стороною при цьому є значна втрата маси за "зимівлю", погіршення фізіологічного стану риби, тривалий період ремісії при відновленні годування і, як наслідок, подовження термінів вирощування.

Штучна зимівля – утримання риб при низькій (2-6°C) температурі впродовж 2-3 міс. Цей елемент біотехніки є обов'язковим при роботі з усіма виробниками осетрових, як з тими, що відловили в природних водоймах в період осінньої заготівлі, так і з рибами з маткового стада. Зарибнення зимувальних водойм проводять при середньодобовій температурі води не вище 8 °С. Оптимальний температурний інтервал утримання риб під час "зимівлі" складає 4-5 °С. При цьому допускаються короткочасне підвищення температури до 7°C та її пониження до 3°C. Тривале перебування риби за межами вказаного оптимального інтервалу температур призводить до погіршення її фізіологічного стану і, як наслідок, до зниження якості статевих продуктів (рис. 3.2).

Оптимальним режимом переводу самиць в стан штучної зимівлі є пониження температури з градієнтом 1-2°C на добу (рис. 3.3). Вирощування риби в системі УЗВ відбувається при середній температурі 23°C. Впродовж 12-13 діб зрілі самиці переходять в режим штучної зимівлі з температурою води 4-5°C. При низьких температурах самиці малорухомі, годування їх не робиться.



Рис. 3.2. Температурні режими зимівлі осетрових риб

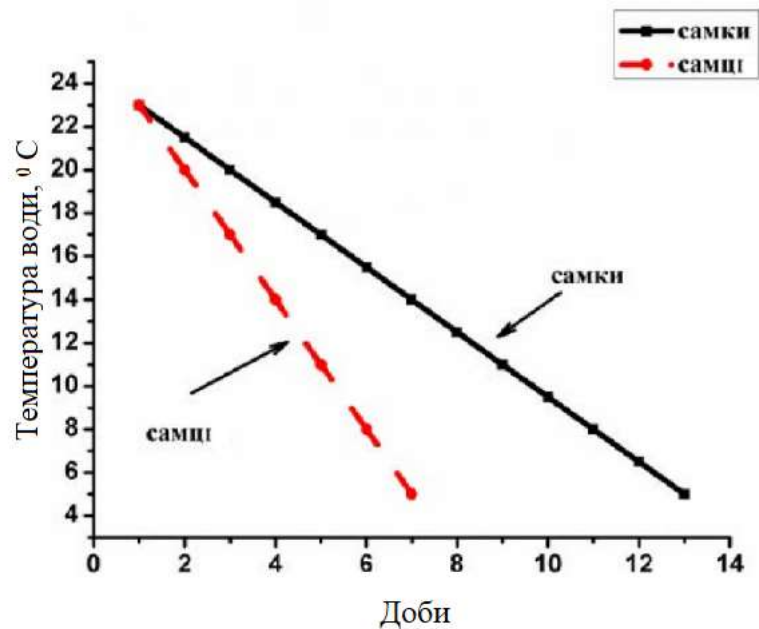


Рис. 3.3. Рекомендований графік переведу виробників в режим "зимівлі"

Небажані різного роду дотики до риби, оскільки при низьких температурах пошкоджений шар слизу і шкірний покрив тривалий час не

відновлюються, що може привести до захворювання і загибелі риби. Тривалість штучної зимівлі не менше 60 діб або не менше 300 град-дн. У зимувальних басейнах необхідно підтримувати постійну витрату води, що забезпечує 80-100% насичення води киснем. Насичення киснем менше ніж 60% неприпустиме. Перед пересадкою в зимувальні басейни доцільно провести профілактичну обробку риби (ванни з сольовим розчином або розчином метиленового синього), а також обробку самих басейнів перед запуском системи.

Впродовж усього періоду "зимівлі" в системі необхідно підтримувати оптимальний водообмін і проточність, постійно здійснювати контроль за санітарним (накопичення суспензій тощо) і гідрохімічним (вміст кисню, оксидів заліза, аміаку, окислюваність, рН) режимами. Також, по можливості, необхідно контролювати стан і поведінку риби. Годування виробників осетрових риби в період "зимівлі" не робиться, що є важливою умовою ефективного завершення дозрівання гонад.

Під час "зимівлі" регулярно проводиться огляд риби. При виявленні у риби почервоніння і потертостей різних областей тіла, плавників, жучок пошкоджені місця обробляють 5%-ним розчином перманганату калію і перекисом водню. В період штучної зимівлі самці і самиці утримуються окремо. Допускається спільне утримання зрілих самців і самиць з обов'язковим розділенням до початку підйому температур. При отриманні статевих продуктів в осінньо-зимовий період і ранньої весни (до початку основного нерестового сезону) переведення на зимувальний режим і виведення з нього робиться штучно.

При цьому слід дотримуватися наступних рекомендацій:

- перекид в режим зимувальних температур повинен робитися поступово, з температурним градієнтом 1-2 °С в добу для самиць і 2-3 °С для самців;
- риби з пошкодженими шкірними покривами слід містити при температурі 8-10 °С до повного одужання і тільки після цього знижувати температуру;
- перехід у нерестовий режим має бути поступовим: з добовим градієнтом при

підвищенні температури не більше $1,5^{\circ}\text{C}$ для самиць і $2-3^{\circ}\text{C}$ для самців, з періодами утримання при постійній температурі.

Під час бонітування самиць, гонади яких не досягли за період зимівлі 4-ої стадії зрілості, а також самиць з резорбцією ооцитів відбраковують і відсаджують на нагул.

Вихід риби, що не досягла статевої зрілості, з "зимівлі" відбувається шляхом підвищення температури води з кроком 2°C в добу до температури утримання риби в системі. Процедура виведення риби в режим вирощування займає не більше 10 діб. Годування риби рекомендується починати при температурі $8-10^{\circ}\text{C}$, при цьому добова норма годування понижена в два рази. В середньому близько 50 діб самиці утримуються без годування. Втрата біомаси за "зимівлю" не перевищує 5-10 %.

4 МОНІТОРИНГ ЕМБРІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ОСЕТРОВИХ РИБ В ПЕРІОД ІНКУБАЦІЇ

Ембріональний розвиток осетрових риб включає два періоди – період ікринки (від запліднення до викльову) і період вільного ембріона (від викльову до переходу на зовнішнє живлення).

Період ікринки складається з п'яти етапів, які включають 36 стадій розвитку. У ембріональному розвитку існують критичні стадії, під час яких ембріони чутливі до будь-яких зовнішніх чинників (сильні механічні дії, зміна режиму інкубації, температури, кисню, обробка лікувальними препаратами) і можуть масово гинути. У періоді ікринки виділяють сім критичних стадій розвитку:

- 4-а - поява борозни першого ділення;
- 13-а - стадія початку гастрюляції;
- 18-а - стадія щілиновидного бластопора;
- 23-а - стадія замкнутої нервової трубки;
- 26-а - стадія злиття бічних пластинок і початку відособлення хвостового відділу зародка;
- 29-а - стадія утворення S- образного вигину серця;
- 32-а - стадія, на якій кінець хвоста торкається голови.

Нижче представлені графіки настання критичних стадій розвитку періоду вільного ембріона залежно від температури (рис. 4.1).

У періоді вільного ембріона виділяють дві критичні стадії: 40-а - стадія переходу на зяброве дихання; 45-а - стадія переходу на зовнішнє живлення. На рис. 4.2 приведені стадії розвитку вільного ембріона зеленого і білого осетра, а також час їх настання при температурі 18,0°C (рис. 4.3).

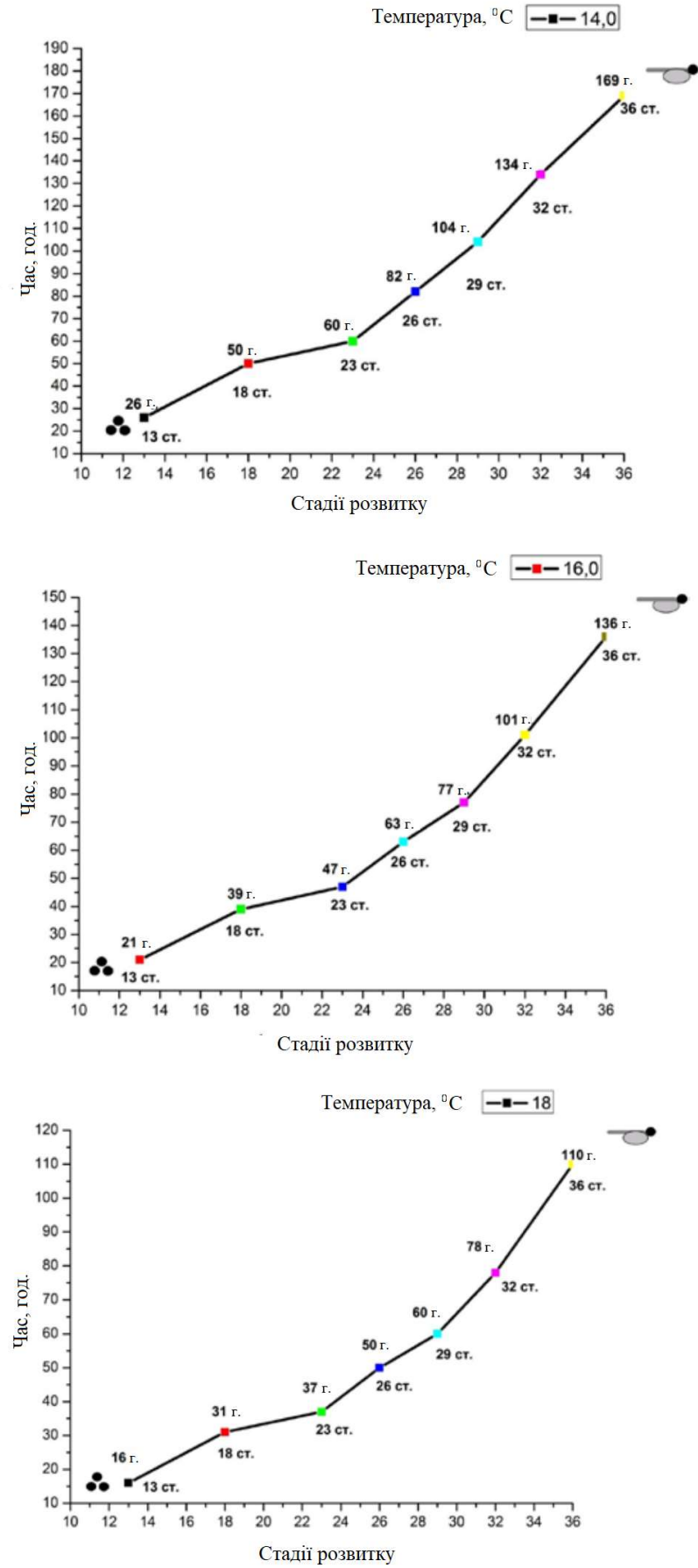


Рис. 4.1. Час настання критичних стадій розвитку при різних температурах

У періоді вільного ембріона виділяють всього дві критичні стадії: 40-а - стадія переходу на зяброве дихання; 45-а - стадія переходу на зовнішнє живлення. На рис. 4.2 приведені стадії розвитку вільного ембріона зеленого і білого осетра, а також час їх настання при температурі 18,0°C (рис. 4.3).



Рис. 4.2. Стадії розвитку вільного ембріона зеленого та білого осетра

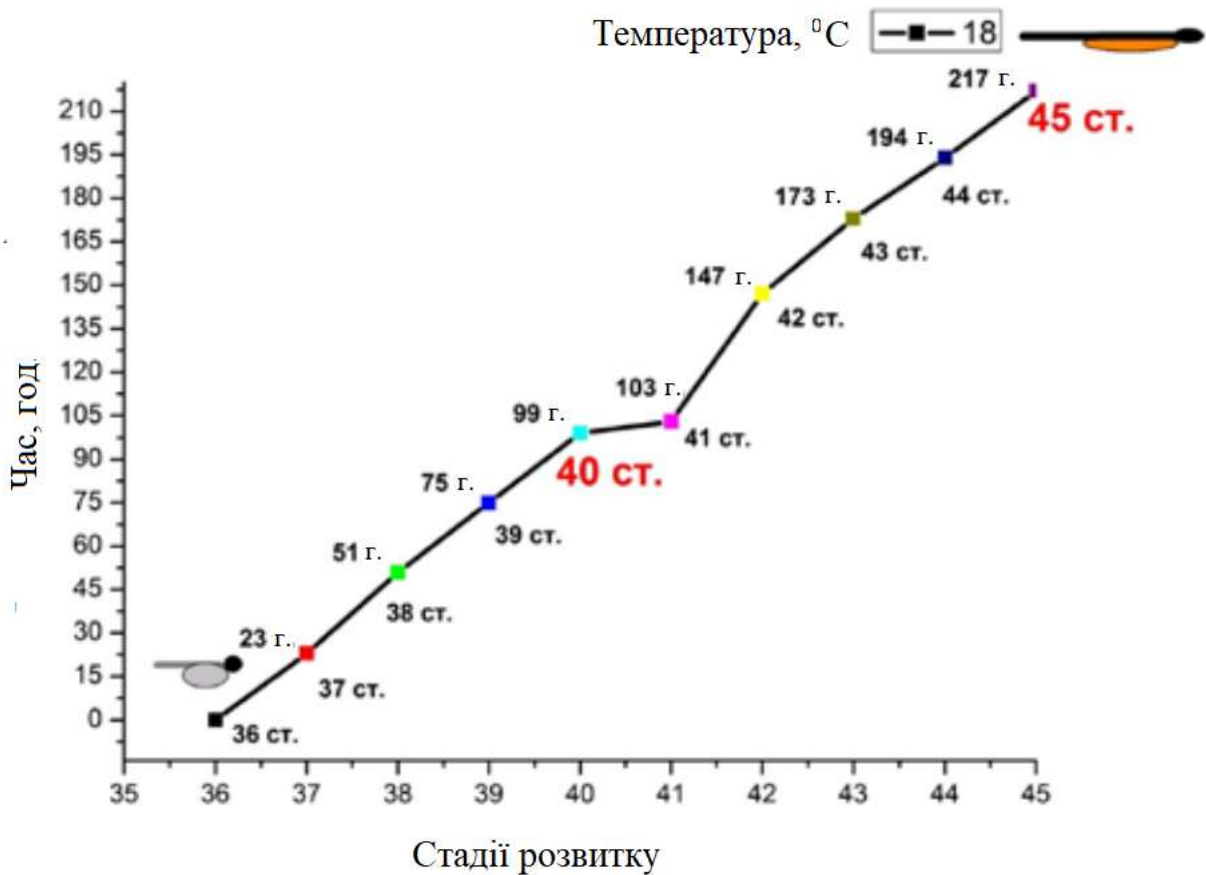


Рис. 4.3. Час настання критичних стадій розвитку вільного ембріона при температурі 18,0 °C

Джерелами відходу осетрових риб за період інкубації можуть бути:

- 1) загибель слабкої ікри на ранніх стадіях розвитку
- 2) загибель яєць, що не запліднилися;
- 3) загибель потворних зародків;
- 4) загибель внаслідок несприятливих зовнішніх умов в період інкубації.

З метою вивчення ефективності проведення відтворювальних заходів здійснюють моніторинг ембріонального розвитку за наступними критеріями:

- маса однієї ікринки;
- кількість ікринок в 1 г;
- діаметр ікринок;
- відсоток запліднення (визначається на стадії "поява борозни першого ділення");
- відсоток неактивованих яєць;

- відсоток партеногенетичних ікринок;
- відсоток загиблої ікри на ключових стадіях розвитку;
- відсоток поразки сапролегніозом;
- час настання ключових стадій;
- синхронізація викльову (час від початку першого викльову до стадії завершення масового викльову);
- відсоток викльову від посаджених на інкубацію передличинок;
- відсоток передличинок, що потворно розвиваються;
- маса і довжина одноденних передличинок;
- показник деформації жовткового мішка передличинок - норма 0,55-0,69 (схема виміру приведена на рис. 4.4);
- синхронізація викиду меланінових пробок (початок першого викиду - завершення масового викиду);
- час переходу на активне живлення;
- маса і довжина личинок;
- відсоток переходу на активне живлення;
- відсоток личинок, що потворно розвиваються;
- гідрохімічний контроль на усіх етапах ембріонального розвитку;

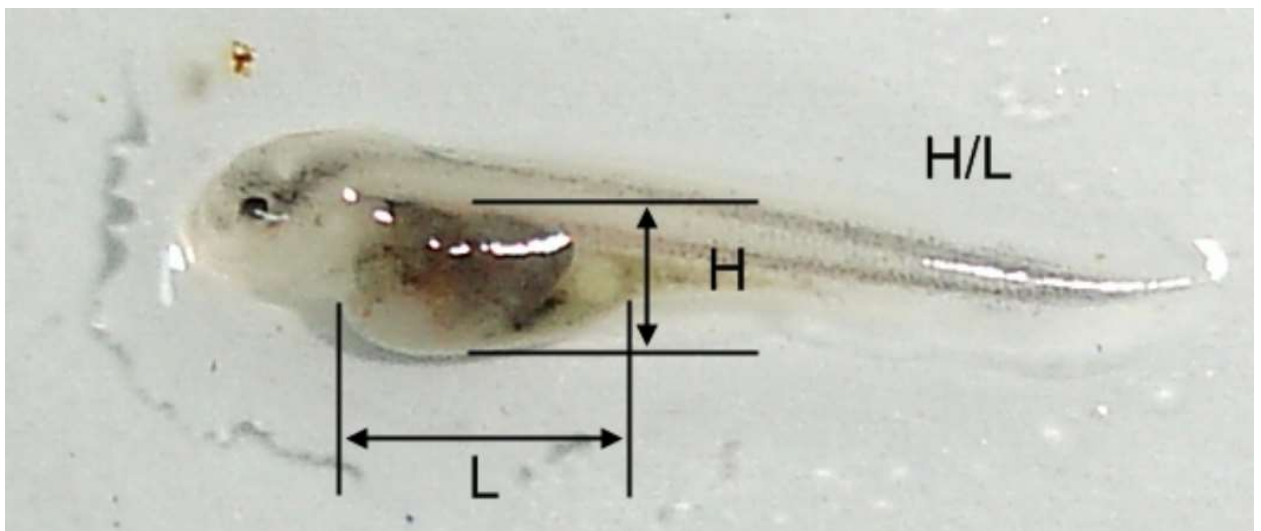


Рис. 4.4. Схема виміру деформації жовткового мішка

Для оцінки якості інкубованої ікри підраховують співвідношення ікринок, що розвиваються і мертвих. Ікра хорошої якості має чисті прозорі оболонки, що дозволяють виразно спостерігати за ходом ембріогенезу. Мертва ікра помітно збільшується в розмірі, на відміну від ембріонів, що нормально розвиваються, і має характерне "мармурове" або біле каламутне забарвлення. Первинний відсоток запліднення ікри підраховується на стадії друго-третього ділення, або дроблення (4-8 бластомерів). Час відбору проб для визначення відсотка запліднення яєць залежить від температури води. Відповідний графік представлений на рис. 4.5.

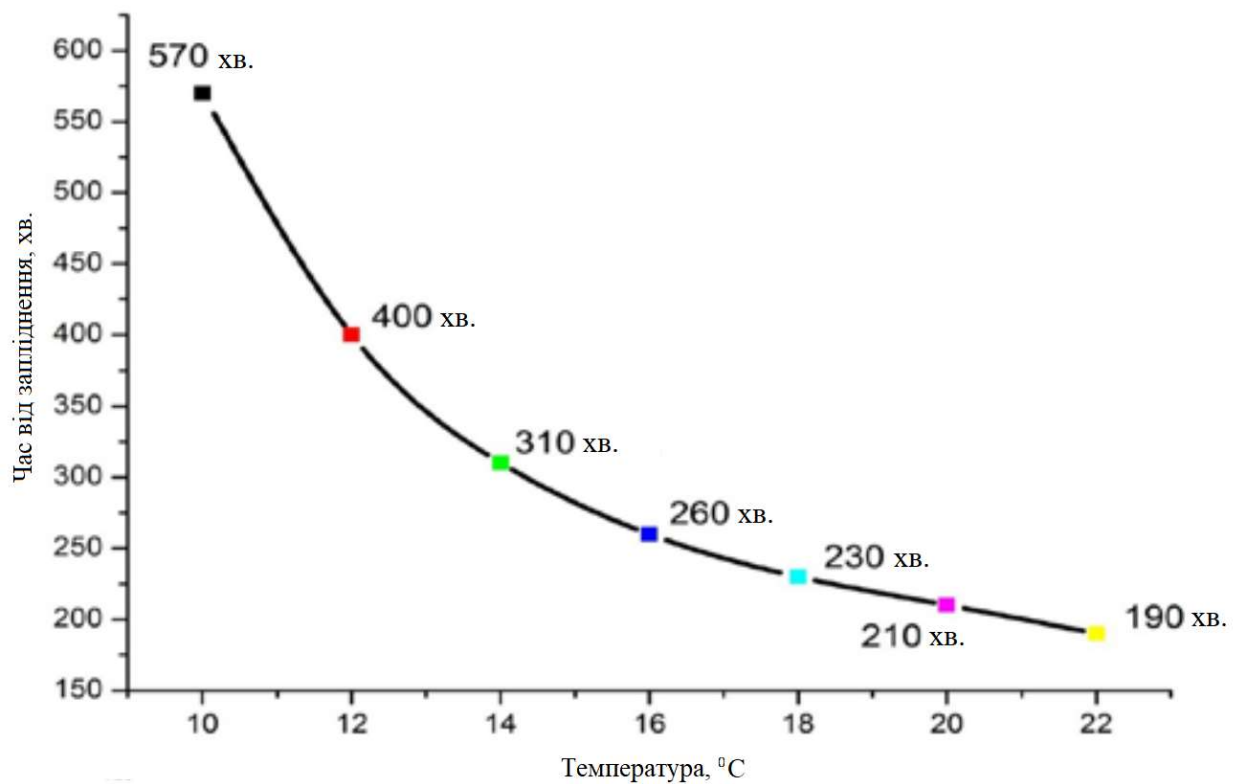


Рис. 4.5. Залежність часу настання стадії другого-третього поділу (4-8 бластомерів) від температури

Для підрахунку відсотка запліднення ікру в апараті перемішують, беруть пробу 100-200 ікринок, переглядають неозброєним поглядом або за допомогою бінокюля, відділяють мертві, незапліднені активовані, поліспермні ікринки, а потім підраховують долю ембріонів, що нормально розвиваються, в загальній кількості ікринок в пробі.

5 ЕКОЛОГО-МОРФОЛОГІЧНА ТА ЕТОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНА ЕКСПРЕС-ОЦІНКА ЖИТТЄСТІЙКОСТІ ЛИЧИНОК І ПАМОЛОДІ

Моніторинг якості памолоді є важливим елементом штучного відтворення осетрових (наприклад, штучне відтворення на риборозплідних заводах або програми відновлення запасів) і повинен проводитися не лише перед випуском памолоді в природні водойми, але і впродовж усього технологічного циклу (Galich and Chebanov, 2004; Galich and Chebanov, 2009). В ході моніторингу необхідно здійснювати контроль за відповідністю усіх показників нормативним значенням.

Поліфункціональна оцінка потрібна також для відбору памолоді риб в маткові стада, випуску і товарного вирощування. У останньому випадку памолодь повинна мати високі темпи зростання, угодованість, низькі кормові коефіцієнти і не вимагає жорсткості відбору по адаптивних фітнес-показникам. Ефект доместикації виробників в маткових стадах на осетрових заводах та отриманого від них потомства, обумовлений штучним відбором на пристосованість до заводських умов і може несприятливо відбитися на виживанні памолоді і стані популяцій в природних умовах. Крім того, доместикація може привести до послаблення фітнес-показників, що виражається в зниженні стійкості до захворювань і екстремальних екологічних дій (Лук'яненко, Касимов і Кокоза, 1984), аномаліям відтворювальної системи риб тощо.

Прижиттєві методи оцінки якості і контроль розвитку потомства повинні відповідати наступним основним вимогам (Никоноров та Вітвицька, 1993):

- включати сукупність показників, що комплексно характеризують функціональний стан вирощуваної личинки і памолоді;
- скорочувати час проведення дослідів, травматизм і загибель досліджуваних передличинок, личинок і памолоді;

- передбачати можливість оцінки інформації про перспективи подальшого виживання, нормального розвитку, дію на життєздатність і генетичну структуру популяції осетрових;
- включати систему показників, екологічно адекватно пов'язаних з основними чинниками, що визначають виживаність памолоді після її випуску в природні водойми.

Оцінка якості передличинок можлива з використанням видо-специфічної поведінкової реакції осетрових на перепад глибини. Тільки нормальні життєздатні передличинки можуть здійснювати "свічки" (Ходоревська, Рубан і Павлов, 2009). Така поведінкова реакція пояснюється природними умовами річки з різним донним покриттям (галькове або мулистопіщане). На відміну від галькового, мулке дно менш придатне для передличинок (гірше кисневий режим, велика вірогідність замулювання, наявність дрібних хижаків). Життєздатні передличинки потрапляючи в несприятливі умови річки, збільшують інтенсивність "свічок", що сприяє їх зносу течією на сприятливіші ділянки річки. Передличинки з різними морфологічними дефектами головного відділу, серця, жовткового мішка і так далі не здатні, після вилуплення, здійснювати періодичні вертикальні підйоми і в природних умовах річки можуть потрапити в ділянки з більшою глибиною та загинути в результаті замулювання. Про якість потомства можна судити по інтенсивності підйомів "свічок" (Таблиця 5.1).

Таблиця 5.1. Максимальна інтенсивність підйомів "свічок" передличинок осетрових на різних глибинах (Ходоревська, Рубан і Павлов, 2009).

Вид	Вік, діб	Глибина, см	
		20	100
Російський осетер	3	1,6	0,7
Севрюга	1	2,1	1,7
Білуга	5	4,1	1,1

Інтенсивність "свічок" у передличинок білуги і російського осетра

підвищується в період, наступний за вилупленням (Ходоревська, Рубан і Павлов, 2009). Оскільки передличинки севрюги, що містяться при більш високій температурі, переходять на зяброве дихання в перші 24 год. після вилуплення, то максимальна інтенсивність спливань доводиться саме на цей період.

Після переходу на зяброве дихання частота "свічок" знижується, і передличинки починають здійснювати горизонтальні переміщення, а до моменту переходу на змішане живлення ця частота наближається до нуля. У перші три доби передличинки російського осетра і севрюги найбільш чутливі до перепадів глибин. У білуги реакція на перепад глибин слабкіше із-за менш розвиненого органу стато-акустики на цій стадії. Відразу після вилуплення проводять тестування з метою оцінки відсотка передличинок, що адекватно реагують на перепад глибини. Цей тест також можна використати для оцінки якості виробників за якістю потомства і при відборі личинок для формування або поповнення ремонтно-маткових стад.

Наступним тестом, що дозволяє оцінити життєздатність личинок і памолоді осетрових, є тест "реореакція" (Павлов, 1966), або так званий, "реотаксис" (Lyon, 1905), що полягає в тому, що, знаходячись в потоці води, риби, як правило, рухаються проти течії. Цей тест припускає визначення часу, впродовж якого риба може рухатися в потоці води з певною швидкістю (Павлов і Сабуренков, 1974). Плавальна здатність памолоді осетрових визначається в експериментальних умовах із застосуванням гідролотка з постійною глибиною, аналогічного лотку Бемса (Bams, 1976), починаючи із стадії вилуплення передличинок (Ходоревська, Рубан і Павлов, 2009). До переходу передличинок на екзогенне живлення, швидкість течії в лотку підтримується рівною 15,8 см/с, а на пізніших стадіях розвитку вона збільшується до 20,6 см/с. Слід зазначити, що важливе значення в підтримці плавучості і опірності потоку має загальна сформованість тіла та розташування плавників. У перші дні після вилуплення, передличинки осетрових ще позбавлені плавників, їх хвостовий відділ слабкий, тому вони

здатні здійснювати тільки вертикальні спливання "свічки", здійснюючи їх за рахунок хвилеподібних рухів усього тіла. З переходом на активне живлення тіло личинок набуває форми, характерної для дорослих риб з великим хвостовим подовженням, особливою будовою рила (рострума), сприяючою підтримці плавучості і зменшенню опору при русі. Збільшення часу опірності потоку пов'язане з переходом личинок на зовнішнє живлення.

В період переходу на зовнішнє живлення плавальна здатність личинок білуги складає – 120, осетра – 180, севрюги – 80 сек. (при швидкості течії – 15,8 см/с). Збільшення швидкості течії в лотку до 20 см/с призводить до зниження плавальної здатності (Таблиця 5.2).

Таблиця 5.2. Зміна плавальної здатності личинок і памолоді осетрових в потоці води швидкістю 20 см/с (Ходоревська, Рубан і Павлов, 2009)

Температура води, °С	Вік, діб	Довжина, мм	Маса, мг	Плавальна здатність, сек
Російський осетер				
19,5-21,6	8-9	18,4-19,7	34,0-39,8	45,0
22,0-22,4	13-18	23,4-25,0	48,0-79,3	64,0
Севрюга				
22,3-22,4	5-6	16,2-17,0	26,4-26,6	15,0
22,5-22,9	8-15	21,0-23,4	31,0-65,0	48,0
Білуга				
19,2-21,1	10-11	21,5-22,0	69,5-72,4	30,8
22,5-22,9	16-20	28,0-34,0	74,0-89,0	95,0

У личинок севрюги старшого віку плавальна здатність вища, ніж у личинок російського осетра і білуги. Це пов'язано з особливостями будови тіла севрюги (максимальна товщина тіла на 6,1% менша, ніж у білуги), та її пристосованістю чинити опір потоку води (Ходоревська, Рубан і Павлов, 2009). Так, памолодь севрюги, завдовжки 22 мм, може чинити опір потоку впродовж 48 сек., завдовжки 60 і 90 мм – 350 і більше 3600 сек. відповідно. У заводської і у "дикої" памолоді збільшення плавальної здатності залежить від довжини риб. Так, памолодь севрюги заводського походження, завдовжки 45

мм має плавальну здатність – 467 сек., при довжині 77,5 і 128 мм – 1499 і 2536 сек. відповідно (при швидкості течії в лотку 20 см/с). У памолоді севрюги, отриманої від природного нересту (при середній довжині тіла 62,6 мм), плавальна здатність дорівнює 357 сек., при довжині 68,8, 107,8 і 115 мм – 367, 651 і 1390 сек. відповідно. Плавальна здатність памолоді стерляді також залежить від її розмірів. Так, при довжині 65 мм, вона складає 125 сек., при довжині 95 мм – 940 сек. і при довжині 125 мм – 1280 сек.

Ще одним способом оцінки є оцінка розмірів і форми жовткового мішка передличинок. Слід зазначити важливість цього методу (Рис. 5.1) при здійсненні екологічного для рибоводного моніторингу передличинок, вирощених на осетрових заводах.

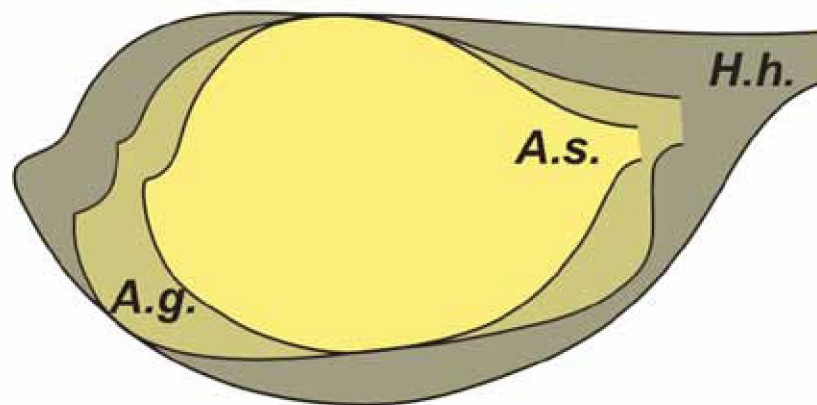


Рисунок 105: Вид жовткового мішка у передличинок різних видів осетрових на стадії 36 (збоку) (Детлаф, Гінзбург и Шмальгаузен, 1981), де:

H.h. – білуга; A.g. – російський осетер; A.s. – севрюга.

Важливим показником деформації жовткового мішка передличинок осетрових являється відношення його висоти до довжини (в нормі від 0,55 до 0,69). Для деформованого (грушовидного або подовжено-овального) жовткового мішка це відношення зменшується до 0,29-0,44. (Беляєва, 1983). Дійсно, у разі невеликих розмірів жовткового мішка (і значній індивідуальній мінливості його морфометричних показників), ендегенні ресурси не забезпечують подальше зростання і нормальний розвиток на одному з найбільш важливих етапів – переході до екзогенного живлення (Галич, 2000).

В той же час, надмірно великий об'єм жовтка на стадіях диференціювання відділів травної системи також негативно впливає на їх формування, призводячи до затримки секреторної функції епітелію (Гербільський, 1957; Богданова, 1972).

Анафазний метод обліку хромосомної аберації у передличинок дозволяє проводити прямий облік частоти хромосомних порушень в клітинах зародків риб, які можуть бути викликані як мутагенами, так і відхиленнями умов утримання від оптимальних. Оцінка хромосомної аберації є прийнятним параметром для моніторингу фізіологічного стану самиць, якості ікри, умов штучного нересту і оптимальних умов утримання осетрових риб (Svardson, 1945; Серебрякова, 1985).

При реєстрації хромосомних ушкоджень враховуються поодинокі і групові хромосомні і хроматидні мости, парні і поодинокі фрагменти, відставання хромосом, багатоплюсні мітози. При цьому аберантні мітози підраховуються як поодинокі ушкодження, незалежно від числа аберації на мітоз. Після оцінки кількості нормальних і аберантних анафаз-телофаз розраховується відсоток аберантних клітин по формулі: $A/B \times 100\%$, де А – кількість клітин з порушеннями; В – загальна кількість клітин. Фоновий природний рівень мутації у передличинок російського осетра на риборозплідних заводах Азовського басейну в останні 20 років лежав межах 1,45-5,3% (Кузина, 2005).

Оцінка фізіологічного стану личинок осетрових по "фонових" реакціях меланофорів (пігментних клітин) відбиває стан нейрогормональної системи, що визначає можливості личинок і памолоді до утворення протекційного забарвлення і виживання її в природних водоймах (Краснодембська, 1994). Для оцінки ступеня агрегації і дисперсії пігменту в меланофорах запропонована п'ятибальна шкала меланофорових індексів (m). Максимальне значення, рівне 5, відповідає максимальній дисперсії пігменту і потемнінню забарвлення тіла, а мінімальне, рівне 1 - максимальній агрегації пігменту і світлому забарвленню тіла.

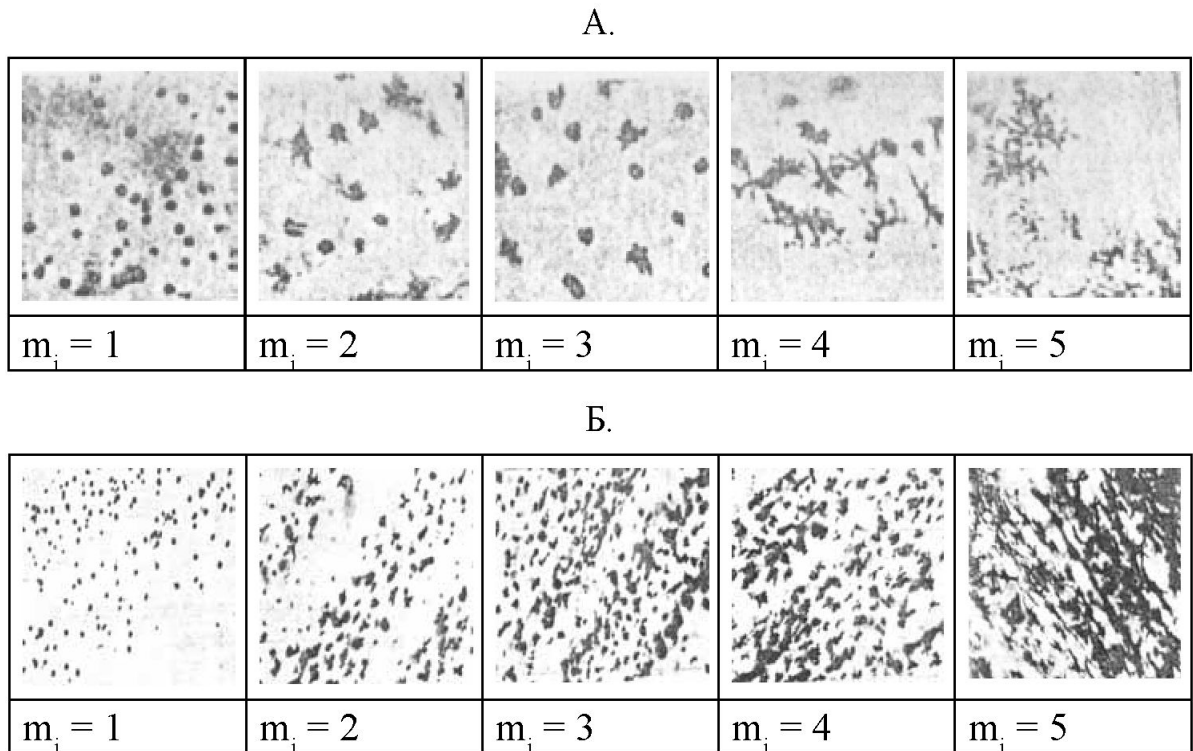


Рис. 5.2. П'ятибальна шкала для оцінки функціонального стану меланофорів за величиною меланофорового індексу (m) у осетрових (Краснодембська, 1994), де: А – на личинковому етапі розвитку (меланофори голови і бічної поверхні тіла);
Б – памолоді осетрових (меланофори грудних плавників).

Для личинок осетрових оцінюється стан меланофорів голови і бічної поверхні тіла; для памолоді – меланофорів грудних плавників. Встановлено (Галич, 2000а; Galich and Chebanov, 2004), що неадекватна пігментна реакція характерна тільки для памолоді, що відстає в розвитку.

Своєчасна і адекватна адаптивна реакція меланофорів на темний і світлий фон свідчить про функціональну норму елементів нейро-гормональної системи у осетрових риб. На відміну від традиційної методики з фіксацією памолоді в етанолі (Краснодембська, 1994), що призводить до її загибелі, для зручності обробки результатів тестування на персональному комп'ютері і збереження памолоді використаної в експрес-тесті, рекомендовано застосовувати цифрове фотографування тестових личинок і памолоді. Застосування цього методу дозволяє проводити кількісну оцінку у балах

ступеня агрегації або дисперсії пігменту у памолоді осетрових.

Тератологічний аналіз личинки і памолоді різних видів дозволяє оцінити частоту зустрічі різних морфологічних аномалій потомства (Таблиця 5.3), отриманого на заводах від диких і домашніх виробників (Галич, 2000; Чебанов, Галич і Чмир, 2004).

Таблиця 5.3. Різні групи аномалій осетрових в ранньому онтогенезі
(Акімова та ін., 2004).

Група аномалій	Прояв
Аномалії форми тіла	Зміна форми голови, викривлення тіла і хвостового стебла; недорозвинення грудних плавників; дефекти будови плавникової облямівки; неправильна форма жовткового мішка тощо
Аномалії будови зовнішніх органів	Збільшення залози вилуплення; відсутність очей (одного або обох) і зміна їх розмірів; катаракта; недорозвинення зябрових кришок; дефекти розвитку вусиків; аномалії у будові органів нюху (незрощення перемички нюхових органів, недорозвинені нюхові ямки і так далі); стоншування і розриви черевної стінки тощо
Аномалії будови внутрішніх органів	Відсутність четвертого шлуночку довгастого мозку (або малі його розміри); аномалії у будові серця (недорозвинення серцевої трубки, вигин серцевої трубки в ліву сторону); аномалії травної системи (наявність первинної перегородки між глоткою і стравоходом, недорозвинення печінки, пілоричних придатків, дефекти проміжної і спіральної кишків і так далі)
Аномалії будови тканин	Відшаровування, стоншування і розриви покривного епітелію; епітеліальні нарости на тулубі, хвості, плавниках; пухлиноподібні утворення на тілі і хвості, плавниках, тканинах, жовтковому мішку; порушення пігментації шкіри; наявність порожнин в поперечно-смугастій м'язовій тканині
Функціональні аномалії	Крововиливи в різних органах і тканинах: (у серці, мозку, печінці, плавниковій облямівці і так далі); порушення водно-сольового обміну: (гідроцефалія головного мозку, водянка перикарду, жовткового мішка, плавникової облямівки, черевної порожнини); порушення ліпідного обміну (наявність жирових крапель в ротовій порожнині, в перикарді під епітелієм черевця, в середній кишці і так далі)
Механічні аномалії	Переломи тіла і хвостового стебла; розриви зовнішніх покривів; відсутність частини хвоста і плавників внаслідок механічної дії і канібалізму.

Оскільки детальніший опис морфологічних аномалій осетрових риб на різних етапах раннього онтогенезу не входив в завдання цього посібника, читачам слід звернутися до спеціальних видань, наприклад, до атласу (Акімова та ін., 2004). Багато хто з перелічених вище аномалій знижує життєстійкість памолоді, а деякі призводять до загибелі (Горюнова, Шагаєва і Микільська, 2000). Проте деякі аномалії не роблять істотного впливу на життєздатність личинок і памолоді (наприклад, незрощення перемичок нюхових органів, відсутність одного або обох очей, незначні дефекти в структурі м'язової тканини, укорочення плавників) і зустрічаються у дорослих риб в аквакультурі.

Тест "відкрите поле" (Рис. 5.3), розроблений для оцінки адаптаційних якостей памолоді по реакціях центральної нервової системи (ЦНС), дозволяє оцінити рівень рухової активності памолоді, її реактивність на зовнішні стимули (зорові, тактильні, гідродинамічні), її придатність для виживання в природному середовищі (Тихомиров і Хабумугиша, 1997).

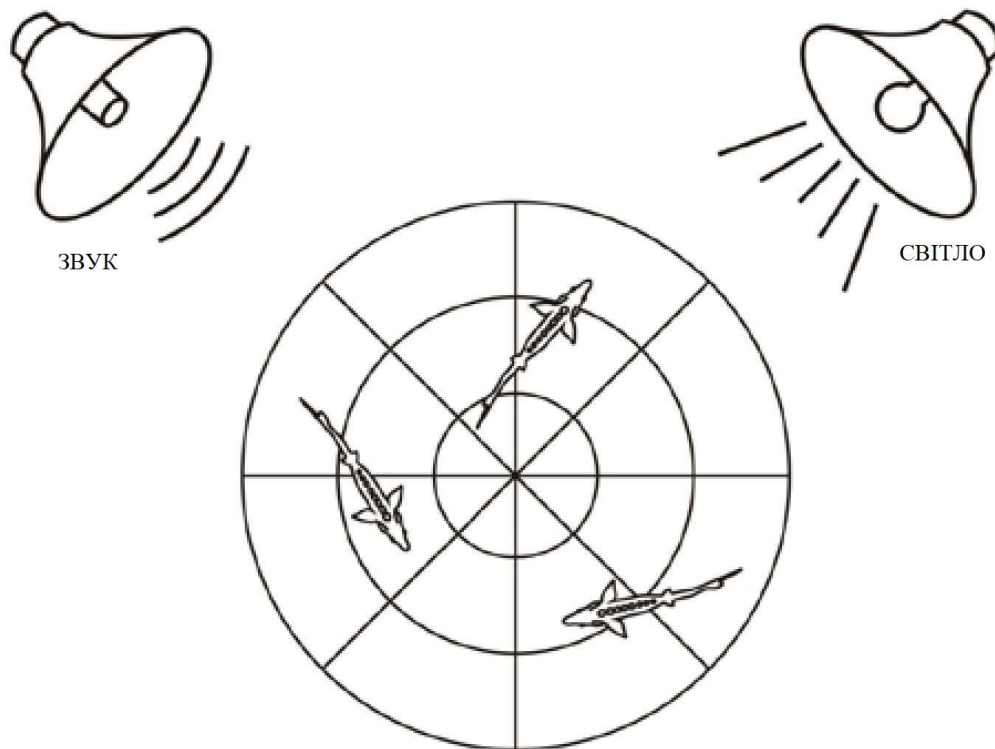


Рис. 5.3. Тест «відкрите поле».

При проведенні дослідів визначають гостроту реакції памолоді з тестованої вибірки на різні подразники (світло і звук різної частоти). Для цього памолодь поміщають в круглий акваріум (діаметром 1 м), дно якого розділене на вісім секторів, і реєструють кількість перетинів рибою ліній дна за певний період часу. хронологічна схема проведення дослідів приведена в Таблиці 5.4.

Таблиця 5.4. Хронологічна схема проведення тесту «відкрите поле»

Час, хв.	Подразники (стресори)
1-3	Адаптація риби в нових умовах (експериментальні ємкості)
3-5	Пост адаптаційний період
Вплив звуком низької частоти	
5-7	Спостереження за реакцією на звук
Вплив звуком високої частоти	
7-9	Спостереження за реакцією на звук
Вплив постійним світлом	
9-11	Спостереження за реакцією на світло
Вплив короткочасними спалахами світла	
11-13	Спостереження за реакцією на світло

Адаптація риби до нових умов займає близько 3 хв., впродовж яких визначають орієнтовну рухову активність (ОА, од/хв) шляхом підрахунку середньої кількості пересічених рибою ліній. Після того, як рухова активність риб стає відносно постійною, розраховує усереднена кількість перетинів ліній дна і набувають цього значення за фонову активність (ФА, од/хв). Після дії дратівливим елементом визначають реактивність (РА, од/хв) – середня кількість перетинів за наступні 30 сек. При цьому у памолоді може спостерігатися як позитивна, так і негативна реакція на зовнішні подразники. На основі отриманих абсолютних характеристик розраховуються відносні показники (ОА і РА), що дозволяють оцінити міру рухової активності памолоді осетрових під дією сильних сенсорних стимулів:

$$\text{ПА}\% = \text{ОА}/\text{ФА} \times 100\%$$

$$\text{ПР}\% = \text{РА}/\text{ФА} \times 100\%,$$

де ПА% - показник активації; ОА (од/хв) - орієнтовна рухова активність;

ФА (од/хв) - фонові рухова активність; ПР - показник реактивності;

РА (од/хв) - реактивність.

Оцінку придатності заводської памолоді осетрових до виживання в природних водоймах шляхом використання тесту "відкрите поле" і визначення плавальної здатності за допомогою її сортування в гідродинамічних лотках з регульованою швидкістю течії в умовах осетрових заводів ефективніше здійснювати в спеціалізованій установці "Іхтіотест" (Никоноров і Вітвицька, 1993; Тихомиров і Хабумугиша, 1997).

Нейро-фармакологічне тестування памолоді, ґрунтоване на оцінці стійкості памолоді до стресових абіотичних дій, так само є способом прижиттєвої експрес-оцінки (менше 30 хв.) життєстійкості риб (Никоноров і Вітвицька, 1993). Значною перевагою методу є технічна простота застосування, що дозволяє здійснити нейро-фармакологічну оцінку у виробничих масштабах при випуску памолоді в природні водойми або відборі риб в ремонтну частину стада. Стійкіша до нейротропних препаратів памолодь відрізняється підвищеною життєстійкістю і стійкістю до екстремальних значень температури і солоності, дефіциту кисню, сенсорних дій і має раціональніший рівень обміну речовин. Методика ґрунтована на визначенні тривалості дії розчину анестетика, що викликає стійку наркотизацію риб, що виражається у втраті рівноваги і припиненні рухів хвостового стебла.

Аналіз зовнішньої картини впливу наркозу на поведінку памолоді дозволяє виділити три основні стадії:

- підвищення рухової активності з подальшим порушенням координації руху;
- пригнічення фонові активності риб, втрата рефлексу рівноваги;
- виключення зовнішнього дихання і знерухомлення риб.

Відновлення життєдіяльності наркотизованих риб, при переміщенні їх в

чисту воду, відбувається в зворотній послідовності. Слід зазначити, що існують видові відмінності реакції памолоді осетрових риб з різною масою на дію нейро-фармакологічного препарату (Галич, 2000).

Для експрес-аналізу можуть бути також використані і інші нейро-фармакологічні препарати: хінальдін (2-метилхінолін), гвоздична олія, гідрохлорид хіноліну та ін. (Никоноров і Вітвицька, 1993). Нейро-фармакологічне тестування памолоді по реакції на дію нейротропних речовин проводиться при різних концентраціях (50 і 75 мг/л) анестетика MS-222 (трикаїнметансульфонат). Час експозиції залежить від концентрації MS-222. При проведенні процедури проводиться моніторинг рухової активності, числа наркотизованих особин і швидкості їх відновлення в чистій воді (Галич, 20006; Galich and Chebanov, 2009).

Чутливість памолоді різних видів осетрових риб до абіотичних стресорів (високій температурі води (32°C), солоності (12‰), дефіциту кисню) досить тісно корелює з їх чутливістю до анестетиків (Лук'яненко, Касимов і Кокоза, 1984). Це дозволяє використати час наркотизації окремих особин в якості інтегрального показника життєздатності риб. В той же час, цей метод є прижиттєвим на відміну від летального методу функціональних навантажень.

6 ОПТИМІЗАЦІЯ ВИПУСКУ МОЛОДІ У ПРИРОДНІ ВОДОЙМИ

Тривалий період нересту, сезонні форми (екотипи) нерестових мігрантів, тривалий скат памолоді в морі є важливими екологічними особливостями осетрових риб. У природних річкових умовах (до зарегулювання річок) різновікова і різнорозмірна памолодь різних сезонних форм (озимини, ярини, що літньо-нереститься) скачувалася в пригірлову частину річок і в морі в різні сезони, що знижувало харчову конкуренцію і оптимізувало використання кормових ресурсів.

Дослідження сезонної динаміки кормових організмів в річці, естуарії і гірловій області, а також спостереження за виживаністю і зростанням памолоді різних видів осетрових дозволили запропонувати нову стратегію випуску осетрових. Новий підхід включає оптимізацію цього процесу на основі екологічних особливостей видів, управлінні сезонністю відтворення, випуску різнорозмірної і різновікової памолоді залежно від сезону випуску і водності року (Chebanov, 1996; Chebanov and Savelyeva, 1999; Chebanov et al., 2002). Тому розтягнутий в часі випуск різнорозмірної і різновікової памолоді сприятиме не лише підвищенню виживаності памолоді, що випускається, але і збереженню біорізноманітності формованих популяцій і раціональному використанню кормових організмів в річках, їх гірлах, і в прибережній зоні моря (Chebanov, 1998; Chebanov and Billard, 2001). Випуск рибоводної продукції робиться при позитивному укладенні про її іхтіопатологічний стан (FAO, 2007).

Визначення кількості памолоді, що випускається осетровими заводами, робиться суцільним (ваговим, об'ємним, поштучним) і бонітувальним методами. Конкретний метод обліку памолоді вибирають відповідно до особливостей осетрового заводу.

Суцільний облік. Уся памолодь, що випускається, вимірюється об'ємно, зважується або прораховується поштучно. Облік памолоді робиться за

допомогою мірної місткості (не менше 0,5 літра). Кожна десята по рахунку об'ємна мірка прораховується, визначається середня арифметична величина кількості памолоді в мірці, по середньоарифметичній робиться підрахунок загальної кількості випущеної памолоді.

Бонітувальний облік. Облік робиться перед випуском памолоді. У вирощувальному ставку встановлюються зони обліку. Проби відбираються за допомогою знарядь лову (бім-трал або мальковий невід з розмахом "крил" 20-25 м), для яких зазвичай визначають коефіцієнт уловистості (як правило, коефіцієнт приймають рівним 0,5). Збір роблять одночасно або впродовж декількох дуже коротких періодів. На основі аналізу відібраних проб, з урахуванням коефіцієнта уловистості знарядь лову, розраховують загальну кількість памолоді у водоймі як відношення добутку кількості памолоді в улові, шт. та площі водойми, м² до добутку коефіцієнт уловистості та площі обловленої ділянки, м² (Кушнарєнко, 1971).

Зазвичай коефіцієнт уловистості малькового трала приймають рівним 0,5. Крім того, існує пряма залежність між масою памолоді і коефіцієнтом уловистості, який значно збільшується при досягненні рибою маси 0,4 г. Для більшої памолоді (вагою більше 10-12 г), коефіцієнт уловистості вважають рівним 0,8 (Кушнарєнко, 1971). При проведенні бонітувального обліку у водоймах з памолоддю білуги укрупненої маси (5-7 г) коефіцієнт уловистості малькового трала приймають рівним 0,25-0,3. При цьому він залежить від щільності посадки і зростає до 0,58 при її збільшенні до 1500 шт./м² (Крупий, Григор'єв і Отпущєннікова, 2005).

Скидання води із ставків здійснюється через спеціальні рибовловлювачі, з яких, у міру накопичення, памолодь переносять в садки або безпосередньо в живорибний транспорт. Слід зазначити, що витримка памолоді в садіннях (чи обгородженій частині ставків, що аєрується) перед випуском в природні водойми впродовж 1-1,5 діб сприятливо впливає на її адаптивні здібності, оскільки швидкість плавання памолоді, що голодувала впродовж 1-2 діб значно вище, ніж ситою, що може сприяти пошуку кормових площ і

підвищенню її виживаності, після випуску в природні водойми.

Випуск памолоді здійснюється в заздалегідь вибрані місця, що відповідають біологічним потребам виду, що випускається. Основними критеріями при виборі місць випуску осетрових являються: забезпеченість їжею відповідно до кількості памолоді, що випускається, і її доступність; стан дна (щільні, піщані, слабко замулені ґрунти) щоб уникнути скупчення памолоді на обмежених ділянках.

Випуск памолоді в річки або пригирлові ділянки моря має бути розосереджений за площею і в часі, з урахуванням розмірів основних кормових організмів, відсутності великого числа хижаків, шкідників памолоді і підводної рослинності. Перед випуском памолоді необхідно оцінити відповідність ключових гідрохімічних показників (температурний режим, рН, вміст кисню і токсичних речовин) видовим вимогам. У місцях випуску памолоді має бути відсутньою термічна і сольова стратифікація, що знижує швидкість розселення, що може привести до локалізації площі нагулу і підвищення пресу хижаків, негативно позначитися на фізіологічному стані памолоді і, відповідно, на рівні її виживаності (Левін, 1989).

Солестійкість памолоді осетрових відіграє важливу роль при випуску в природні водойми. Тому їх аналіз для різних розмірно-вікових груп риб дозволяє оптимізувати місця, терміни випуску і видоспецифічні схеми адаптації памолоді, вирощеної на осетрових заводах, до різної солоності.

У природних умовах памолодь осетрових що скачується, у міру зростання освоює усе більш солоні ділянки моря. Памолодь осетрових старшого віку має більше сформовані механізми осмотичного і іонного гомеостазу. Важливою умовою є те, що ембріональний розвиток повинен проходити в прісній воді (максимальна допустима солоність 2-3‰). Найбільш чутливої до коливань солоності води являється ікра шпильки, що розвивається, високий рівень смертності ембріонів (до 30%) спостерігається вже при солоності води 2‰ (Касимов, 1987). Ступінь морфо-функціональної сформованості, що визначає рівень осмотичної регуляції у памолоді

осетрових, зв'язана більшою мірою з розміром і масою памолоді. При більшому розмірі риб змінюються співвідношення між поверхнею тіла, його масою і об'ємом, а також між розміром кровоносної системи і кількістю крові, зябровим епітелієм і кількістю хлоридсекретуючих клітин. Велика памолодь російського осетра у віці 45 діб (довжина – 10,2 см, маса – 3,8 г) здатна, не гинути й адаптуватися до води солоністю 12,0‰. Дрібна памолодь такого ж віку (довжина – 5,3 см, маса – 1,0 г) частково гине. У великої памолоді зниження осмолярності крові у воді з солоністю 12,0‰ відбувається швидше, ніж у дрібної, що свідчить про те, що осморегуляторна функція цієї памолоді більше сформована.

Встановлено, що севрюга і російський осетер, досягнувши 2-4 г, здатні витримувати різкий перекид у воду, солоністю до 12‰. Попередня їх адаптація, забезпечує виживаність у воді солоністю до 16‰ (Краюшкіна, 1983). Білуга менш стійка і здатна переносити солоність 12,0‰, тільки після досягнення маси 6,0 г. Сформована осморегуляторна система памолоді осетрових прохідних видів характеризується здатністю швидко переходити від гіпотонічного типу осморегуляції до гіпертонічного, внаслідок чого осмолярність сироватки крові у воді з різною солоністю знижується до початкового рівня (Krayushkina, 2006).

В процесі адаптації осетрових до солоної води відбувається активація екскреторної функції хлорних клітин зябер, що забезпечують видалення з організму надлишку одновалентних іонів. В ході адаптації до води різної солоності посилюється функціональна активність ендокринних залоз (інтереналової і щитовидної) (Дюбин і Кисельова, 1983). Оптимальний режим адаптації памолоді до підвищеної солоності, розроблений Кокозою (2004), представлений в Таблиці 6.1. Важливе значення при переводі памолоді з прісної води в морську грає температура води. Зниження температури з оптимальною 20-23°C до 3-5°C призводить до зниження іонорегуляції у риб. Важливим чинником, сприяючим успішній адаптації памолоді до гіпергалінного середовища являється також кількість отриманого корму.

Таблиця 6.1. Основні етапи вирощування памолоді осетрових риб в режимі наростаючої солоності (після переходу на активне живлення) (Кокоза, 2004).

Солоність, ‰	Маса, г	Час, діб
Білуга		
1,6-1,8	0,8	10
2,0	1,0	13
3,0	1,9-2,0	20
5,8	2,9-3,0	25
8,5-9,0	4,6-5,0	30
12,2-13,0	6,5	35
Севрюга		
0,8	0,06-0,08	5
1,0	0,4-0,5	15
1,8-2,0	0,8-1,0	20
2,0	1,2	25
3,0	1,5	30
4,0	2,0	35
6,0	3,0	40
9,8-10,0	5,0	45
12	6,0	50
Російський осетер		
0,5-0,8	0,08-0,1	5
1,0	0,5-0,7	10
2,0	1,2	22
2,2	1,5	25
4,0	2,0-2,5	30
5,8-6,0	3,5-3,8	35
8,0	5,0	40
10,0	6,0	43
12,0	7,0	46

При нестачі корму у памолоді значно знижується здатність підтримувати постійність іонного складу, що призводить до зниження адаптивних можливостей памолоді осетрових. Розглянуті видові і розмірно-вікові відмінності солестійкості і режими сольової адаптації слід враховувати при визначенні оптимальних місць випуску "заводської" памолоді в природні водойми.

Для вивезення памолоді до місць випуску використовують

спеціалізовані транспортні засоби, які повинні забезпечувати збереження памолоді. Щільність посадки залежить від виду використовуваного транспортного засобу, розміру памолоді і умов транспортування (тривалість, температури тощо).

Графік скидання води із ставків, випуску і перевезення памолоді складають з урахуванням того, щоб випуск риб доводився переважно на темний час доби. При вантаженні в транспортні засоби памолодь повинна постійно знаходитися у воді. Слід уникати проведення навантажувальних робіт в години піку добових температур. Тривале транспортування памолоді до місць випуску (наприклад, пригирлові ділянки річок або узмор'я) можна здійснювати спеціальними судами, обладнаними системами контролю за температурно-кисневим режимом. (Чепуркіна та ін., 2008).

Для зниження внутривидової харчової конкуренції і вірогідності виїдання хижаками при випуску з живорибних судів памолодь необхідно розсіювати (випускати) невеликими партіями по стрижню, на ділянках із швидкістю течії води меншої, ніж крейсерська швидкість плавання памолоді відповідного розміру, не допускаючи масового і тривалого випуску в одному місці.

ВИСНОВКИ

Не зважаючи на те, що установки замкнутого водопостачання (УЗВ) дозволяють здійснювати цілорічне вирощування осетрових риб незалежно від кліматичних умов при одночасному досягненні максимальних показників зростання і продуктивності на тлі збереження ресурсів та забезпечення екологічної чистоти виробничого процесу, а також підвищувати рівень інтенсифікації технології відтворення цінних видів – подальша інтенсифікація відтворення осетрових риб стикається з необхідністю системного підходу до освоєння і впровадження нових інноваційних технологій.

На сучасному етапі розвитку аквакультури необхідно робити розмежування в технології вирощування одного і того ж виду залежно від кінцевої мети. Так, при вирощуванні осетрових в умовах аквакультури є три основні напрями: вирощування посадочного матеріалу для зарибнення природних водойм, товарне вирощування та вирощування риби з метою відтворення (отримання посадочного матеріалу або харчової ікри). Кожен з вказаних напрямів має відмітні особливості, без урахування яких результативні показники будуть значно понижені.

Відтворення цінних видів риб – це складний технологічний процес, що включає роботу з виробниками, отримання посадочного матеріалу, формування ремонтного і маткового стада. Кожен етап цього технологічного процесу впливає на успіх наступного етапу і в цілому усій технології відтворення: успіх отримання життєстійкого посадочного матеріалу залежить від продуктивності, здоров'я і якості виробників з маткового стада; повноцінне ремонтне стадо формується з посадочного матеріалу, який повинен вирощуватися по іншій, відмінною від товарного вирощування, технології; продуктивність робочого маткового стада залежить від ефективності відбору і якості ремонтного стада. Кожен з названих елементів, у свою чергу, залежить від умов і технології вирощування.

Для підвищення ефективності кожного етапу процесу відтворення необхідно не лише строго виконувати увесь технологічний цикл, але і впроваджувати систему нових інноваційних методів.

В умовах зарегулювання стоку річок, промислове відтворення стало грати основну роль у формуванні запасів осетрових в природних водоймах, особливо в Чорному та Азовському морях, що в свою чергу вимагає удосконалення біотехніки розведення осетрових і адаптації методів відтворення до нових екологічних умов.

Різде скорочення чисельності зрілих виробників в Чорному та Азовському морях, незважаючи на заборону спеціалізованого промислу осетрових з 2000г. привело до різкої необхідності швидкого формування маткових стад видів, що розводилися.

Крім того, незважаючи на інтенсивний розвиток різних форм товарного осетрівництва харчова ікра від штучно створених маткових стад досі робиться тільки в експериментальних масштабах. Однією з причин цього є відсутність до останнього часу методів ранньої діагностики статі осетрових риб, починаючи з віку досягнення самцями товарної маси (1 рік і 1,5 кг), що дозволило б істотно підвищити ефективність формування і використання не лише "дійних" маткових стад, але і, звичайно, племінних і колекційних маткових стад осетрових.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Акимова Н.В., Горюнова В.Б., Микодина Е.В., Никольская М.П., Рубан Г.И., Соколова С.А., Шагаева И.Г. и Шатуновский М.И. 2004. Атлас нарушений в гаметогенезе и строении молоди осетровых. М.: ВНИРО. 120 с.
2. Артюхин Е.Н. 2008. Осетровые (экология, географическое распространение и филогения). С-Пб.: Изд-во С-Пб. ун-та. 137 с.
3. Ахундов М.М. 1997. Пластичность дифференцировки пола у осетровых рыб. Баку: ЭЛМ. 197 с.
4. Ахундов М.М. 1999. Пластичность дифференцировки пола у осетровых рыб (гормональные и экологические аспекты). Автореф. дисс. докт. биол. наук. Баку: Инст. физиол. АН Азербайджана. 45 с.
5. Баденко Л.В., Дорошева А.В., Корниенко Г.Г. и Чихачёва В.П. 1984. Эколого-физиологические основы повышения эффективности заводского разведения азовских осетровых. Воспроизводство рыбных запасов Каспийского и Азовского морей. (Ред). И.Б. Буханевич. М.: ВНИРО. С. 88-101.
6. Баранникова И.А. 1970. Новые данные о реакции популяции осетровых на нарушение условий миграции и размножения. Тр. ЦНИОРХ 2: 12-19.
7. Баранникова И.А. 1975. Функциональные основы миграции рыб. Л.: Наука. 210 с.
8. Баранникова И.А. 1979. Состояние и основные задачи осетроводства в современный период. Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоёмах СССР. (Ред.). И.А. Баранникова и Л.С. Бердичевский М.: Наука. С. 49-58.
9. Баранникова И.А. и Боев А.Н. 1977. Методические указания по применению метода гипофизарных инъекций в осетроводстве. М.: Главрыбвод. 24 с.
- 10.Беляева Е.С. 1983. Об аномалиях в развитии личинок осетровых.

- Комплексное использование биологических ресурсов Каспийского и Азовского морей. (Ред.) В.Н. Беляева. Тез. докл. Всесоюзн. конф. молодых учёных и специалистов. М.: ВНИРО. С. 12-13.
- 11.Берг Л.С. 1948. Рыбы пресноводных вод СССР и сопредельных стран. М.: Изд-во АН СССР, т 1. 468 с.
- 12.Богданова Л.С. 1972. Сравнение перехода на активное питание личинок русского и сибирского осетров при разной температуре. Труды ЦНИОРХ. IV: 217-223.
- 13.Бойко Н.Е. 2008. Физиологические механизмы адаптивных функций в раннем онтогенезе русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. С-Пб.: 31 с.
- 14.Бурлаченко И.В. и Бычкова Л.И. 2005. Способ клинической оценки состояния осетровых рыб при их культивировании в установках с замкнутым циклом водообеспечения. М.: Рыбное хозяйство. 6: 70-72.
- 15.Бурцев И.А. 1969. Метод получения икры от самок рыб: Авторское свидетельство СССР, № 244793.
- 16.Васильева Е.Д., Куга Т.И. и Чебанов М.С. 2010. Характер наследования некоторых количественных морфологических признаков у реципрокных гибридов севрюги *Acipenser stellatus* и белуги *H. huso* (*Acipenseridae*). Вопросы ихтиологии. 50(1): 24-31.
- 17.Галич Е.В. 2000а. Эколого-морфологические особенности развития осетровых рыб р. Кубань в раннем онтогенезе при управлении сезонностью их размножения. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Краснодар: 20 с.
- 18.Галич Е.В. 2000б. Эколого-морфологическая характеристика и нейрофармакологическое экспресс-тестирование молоди различных видов осетровых, выращенной в бассейнах. «Осетровые на рубеже XXI века» Тез. докл. межд. конф, Астрахань: КаспНИИРХ. С. 227-229.
- 19.Гербильский Н.Л. 1957. Пути развития внутривидовой биологической дифференциации, типы анадромных мигрантов и вопрос о

- миграционном импульсе у осетровых. Уч. зап. ЛГУ, 228: 11-32.
20. Гинзбург А.С. 1968. Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии. М.: Наука. 358 с.
21. Гончаров Б.Ф. 1981. Приложение 2. Использование продолжительности созревания ооцитов осетровых рыб *in vitro* как критерий отбора производителей для скрещивания. Развитие осетровых рыб. (Ред.) Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург и О.И. Шмальгаузен. М.: Наука. С. 189-190.
22. Гончаров Б.Ф. 1998. Гормональная регуляция заключительных стадий оогенеза у низших позвоночных животных (теоретические и практические аспекты). Автореф. дисс. докт. биол. наук. М.: ИБР РАН: 64 с.
23. Горбачёва Л.Т. 1977. О повышении эффективности работы осетровых заводов Дона. Воспроизводство рыб Азовского и Каспийского морей. М.: Тр. ВНИРО, Т СХХVII А. С. 124-131.
24. Горюнова В.Б., Шагаева В.Г. и Никольская М.П. 2000. Анализ аномалий строения личинок и молоди осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна в условиях искусственного воспроизводства. Вопросы ихтиологии, 40(6): 804-809.
25. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С. и Шмальгаузен О.И. 1981. Развитие осетровых рыб. М.: Наука. 224 с.
26. Дюбин В.П. и Киселева С.Г. 1983. Адаптация молоди осетровых к морской воде при разных температурах и различной накормленности. Биологические основы осетроводства. М.: Наука. С. 167-178.
27. Желтенкова М.В. 1964. Питание осетровых рыб южных морей. Осетровые южных морей Советского Союза. М.: Тр. ВНИРО. 54(2): 9-48.
28. Жукинский В.Н. 1986. Влияние абиотических факторов на разнокачественность и жизнеспособность в раннем онтогенезе. М.: Агропомиздат. 245 с.
29. Заикина А.И. 1975. Повышение продуктивности прудов осетроводных

- заводов. М.: Пищевая промышленность. 111 с.
30. Казанский Б.Н., Феклов Ю.А., Подушка С.Б. и Молодцов А.Н. 1978. Экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых. Рыбное хозяйство. 2: 24-27.
31. Кокоза А.А. 2004. Искусственное воспроизводство осетровых рыб. Астрахань: АГТУ 208 с.
32. Купинский С.Б. и Янченко Ю.К. 2001. Расчёт плотности посадки личинок осетровых в лотки при подращивании. Рыбоводство и рыболовство. 1: 67-68.
33. Кушнарченко А.И. 1971. К вопросу о качественной оценке искусственно выращенной молоди осетровых. Астрахань: Труды ЦНИОРХ. 3: 168-174.
34. Кузина В.Ф. 2005. Методы учёта хромосомных aberrаций. Физиологобиохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна. Методическое руководство. (Ред.) В.В. Войнова. Ростов-на-Дону: Эверест. С. 56-59.
35. Макаров Э.В. 1970. Оценка динамики и структуры стада азовских осетровых. М.: Труды ВНИРО Т 71: 96-115.
36. Матишов Г.Г., Пономарев С.В. и Пономарева Е.Н. 2007. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры в осетроводстве. (Ред.) Пономарёв С.В. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. 368 с.
37. Мильштейн В.В. 1982. Осетроводство. М.: Пищевая промышленность. 150 с.
38. Моисеева Е.Б., Фёдоров С.И. и Парфёнова Н.А. 1997. О нарушениях строения половых желёз у самок осетровых (*Acipenseridae*) Азовского моря. Вопросы ихтиологии. 37(5): 660-666.
39. Некрасова С.О. 2006. Повышение эффективности выращивания молоди севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas) и веслоноса (*Polyodon spathula* Walbaum) на основе особенностей их поведения в раннем онтогенезе. Автореф. дисс. канд. биол. наук Астрахань: 24 с.
40. Никоноров С.И. и Витвицкая Л.В. 1993. Эколого-генетические

- проблемы искусственного воспроизводства осетровых и лососевых рыб. М.: Наука. 254 с.
41. Орлов Ю.И., Кружалина Е.И., Аверина И.А. и Ильичева Т.И. 1974. Транспортировка живой рыбы в герметических емкостях. М.: Пищевая промышленность. 97 с.
42. Павлов Д.С. 1966. Особенности миграций молоди полупроходных рыб. Вопросы ихтиологии. 6(3): 539-548.
43. Павлов Д.С., Сабуренков Е.Н. 1974. Скорости и особенности движения рыб. Основные особенности поведения и ориентации рыб. М.: Наука. 155187.
44. Пальмер П.Е.С., Брейер Б., Вругуеро С.А., Гарби Х.А., Голдберг Б.Б., Тан Ф.Е., Вачира М.В. и Вэйлл Ф.С. 2000. Руководство по ультразвуковой диагностике. Женева: Всемирная организация здравоохранения. 334 с.
45. Персов Г.М. 1975. Дифференцировка пола у рыб. Л.: ЛГУ 148 с.
46. Петрова Т.Г., Кривцов В.Ф., Козовкова Н.А., Кушнирова С.А., Мельченков Е.А. и Виноградов В.К. 2001. Методика формирования коллекционных стад стерляди. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре. М.: ВНИРО. С. 212-221.
47. Рекомендации по воспроизводству осетровых рыб в рыбоводных индустриальных комплексах с применением инновационных методов / Н. В. Барулин [и др.]. Горки : БГСХА, 2016. 204 с.
48. Решетников Ю.С. 2002. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т 1. М.: Наука. 379 с.
49. Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. 1986. М.: ВНИРО. 272 с.
50. Сытина Л.А. и Тимофеев О.Б. 1973. Периодизация развития осетровых и проблема изменчивости организмов. Вопросы ихтиологии, 13. 2(79): 275-291.

51. Трусов В.З. 1964. Метод определения степени зрелости половых желез самок осетровых. Рыбное хозяйство. 1: 26-28.
52. Чебанов М.С. 1996. Экологические основы оптимизации воспроизводства осетровых рыб. Рыбоводство и рыболовство. 2: 9-12.
53. Чебанов М.С. 1996в. Осетровые в аквакультуре: перспективы ресурсосберегающих технологий. Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Краснодар: Здравствуйте. С. 102-103.
54. Чебанов М.С. и Галич Е.В. 2010. Ультразвуковая диагностика осетровых рыб. Краснодар: Просвещение-Юг. 135 с.
55. Чебанов М.С., Галич Е.В. и Чмырь Ю.Н. 2004. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 136 с.
56. Чебанов М.С. и Савельева Э.А. 1996. Биотехнология воспроизводства осетровых рыб на основе полициклического использования мощностей рыбоводных заводов в современных экологических условиях. Краснодар: КрасНИИРХ. 24 с.
57. Чебанов М.С., Чмырь Ю.Н. 2002. Новые методы оптимизации осетроводства. Рыбоводство и рыболовство. 1: 20-21.
58. Чугунов Н.Л. и Чугунова Н.И. 1964. Сравнительная промыслово-биологическая характеристика осетровых рыб Азовского моря. Тр. ВНИРО. 52: 87-182.
59. Bams, R.A. 1976. Survival and propensity for homing as affected by presence or absence of locally adapted paternal genes in two transplanted populations of pink salmon (*Oncorhynchus gorbusha*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 33: 2716-2725.
60. Barannikova, I.A., Bayunova, L.V. & semenkova, T.B. 2005. Serum sex steroids and their specific cytosol binding in the pituitary and gonads of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt) during final maturation. Journal of Applied Ichthyology, 22: 331-333.
- 61., W., E. Findeis & L. Grande. 1997. An overview of Acipenseriformes. Bemis

- Environmental Biology of Fishes, 48: 25-71.
62. Bemis, W.E. & Kynard, B. 1997 Sturgeon rivers: an introduction to Acipenseriformes biogeography and life history. In: sturgeon Biodiversity and Conservation (eds V.J. Birstein, J.R. Waldman and W.E. Bemis). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 167-183.
63. Billard, R. & Lecointre, G. 2002. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in fish Biology and fisheries*, 10: 355-392.
64. Birstein, V.J., Doukakis, P. & Desalle R. 1999. Molecular phylogeny of Acipenserinae and black caviar species identification. *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 12-16.
65. Castelnaud, G., Rochard, E., Jatteau P. & Lepage, M. 1991. Données actuelles sur la biologie d'Acipenser sturio dans l'estuaire de la Gironde. In P. Williot, ed., *Acipenser*. Bordeaux, Cemagref. pp. 251-275.
66. Chebanov, M.s. 1997. Sturgeon culture in the Sea of Azov basin: problems and prospects of a new biotechnology. In H. Dunont, S. Wilson & B. Wazniewicz, eds. *Caspian Environment Programme. Proceedings from the first Bionetwork Workshop*. Bordeaux, World Bank. pp. 29-42.
67. Chebanov, M.s. 1998. Conservation of sturgeon genetic diversity: enhancement and living gene bank. Action before extinction. *Proceedings of the International Conference on Conservation of Fish Genetic Diversity*. Vancouver, Benwell- Atkins Ltd. pp. 163-173.
68. Chebanov, M.s. 2005. Conservation culture of sturgeons in the Azov Sea basin.
69. 1st International Workshop on the Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons in Southern Europe. Fausto Munoz, Granada. pp. 69-73.
70. Chebanov, M.s. & Billard, R. 2001. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquatic Living Resources*, 14: 375-381.
71. Chebanov, M.s. & Galich, E.V. 2009. Ultrasound diagnostics for sturgeon

- broodstock management. FSGTSR, Krasnodar. Izdatel'stvo Prosveshenie-Yug. 116 pp.
72. Chebanov, M.s., Galich, E.V. & Ananyev, D.V. 2008. Strategy for conservation of sturgeon under the conditions of the Kuban River flow regulation. Special Publication of the World Sturgeon Conservation Society, 2: 70-82.
73. Chebanov, M.s., Karnaukhov, G.I., Galich, E.V & Chmyr, Yu.N. 2002. Hatchery stock enhancement and conservation of sturgeon, with an emphasis on the Azov Sea populations. Journal of Applied Ichthyology, 18: 463-469.
74. Devedjian, K. 1926. Pêche et pêcheries en Turquie. Constantinople. 127 pp.
- 75., M. & Gessner, I. 1999. The sturgeons and paddlefishes of the Hochleithner world: biology and aquaculture. Kitzbuehel, Aquatech. 165 pp.
76. Ustaoglu, S. & Okumuş, I. 2004. The sturgeons: fragile species need conservation.
77. Vlasenko, A.D., Pavlov, A.V., Sokolov, L.I. & Vasilev, V.P. 1989. *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1883. In J. Holcik, ed. The freshwater fishes of Europe. Vol. 1. Pt. II. General introduction of fishes, Acipenseriformes. Wesbaden, AULA-Verlag. pp. 294-344.
78. Williot, P., Arlati, G., Chebanov, M.S., Gulyas, T., Kasimov, R., Kirschbaum,
79. Williot, P., Bronzi, P., Benoit, P., Bonpunt, E., Chebanov, M., Domezain, A., Gessner, J., Gulyas, T., Kolman, R., Michaels, J., sabeau, L. & Vizziano,
80. D. 2006. Cultured aquatic species information programme. *Acipenser baerii*. FAO, Rome. (available at: http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=culture&respecies&xml=Acipenser_baerii.xml).
81. Williot, P., Rochard, E., Castelnaud, G., Rouault, T., Brun, R., Lepage, M. & Elie, P. 1997. Biological characteristics of European Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio*, as the basis for a restoration program in France.