

НУБІП України

НУБІП України

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА

НУБІП України

РОБОТА

07.07– КМР. 2044 «С» 2021.12.02.019ПЗ

НУБІП України

ХОЛОДОВА ВЛАДИСЛАВА ПАВЛОВИЧА

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет тваринництва та водних біоресурсів
Кафедра аквакультури

УДК639.34:620.3

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декаан факультету тваринництва та водних біоресурсів
Завідувач кафедри аквакультури

Кононенко Р. В.

Бех В. В.

(підпис)

(ПІБ)

(підпис)

(ПІБ)

« » 2022 р. « » 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Дослідження впливу наночастинок оксиду заліза (III) на ріст і виживаність стерляді (*Acipenser ruthenus*) за умов акваріумного утримання»

Спеціальність

207 «Водні біоресурси та аквакультура»

(код і назва)

Освітня програма

Водні біоресурси та аквакультура

(назва)

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник кваліфікаційної магістерської роботи
доцент, к.с.-г.н. Коваленко Василь Олександрович

(підпис)

Виконав

Холодов Владислав Павлович

(підпис)

КНІВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри аквакультури

д.с.-г.н., професор Бех В. В.

“15” грудня 2021 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Холодову Владиславу Павловичу

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема кваліфікаційної магістерської роботи: «Дослідження впливу наночастинок оксиду заліза (III) на ріст і виживаність стерляді (*Acipenser ruthenus*) за умов акваріумного утримання», затверджена наказом ректора НУБіП України від 2 грудня 2021 р. № 2044 «О».

Термін подання завершеної роботи на кафедру - 24 листопада 2022 р.

Вихідні дані до магістерської роботи

1. Об'єкт дослідження – використання біологічно активних препаратів в аквакультурі.
2. Предмет дослідження – вплив наночастинок оксиду заліза на продуктивні показники і виживаність молоді стерляді за умов акваріумного утримання.
3. Ключові аспекти розробки:

- розроблення схеми і проведення експерименту з дослідження впливу препарату нанозаліза на результати вирощування стерляді в акваріальній системі;
- аналіз матеріалів дослідження і підготовка висновків.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Теоретична частина:

- аналіз джерел про використання біологічно активних препаратів в аквакультури;
- теоретичне обґрунтування вибору теми дослідження;
- розроблення схеми і вибір методів дослідження. За неможливості проведення експерименту – виконати аналіз джерел науково-технічної інформації стосовно стану використання препаратів нанозаліза у різних галузях економіки і оцінити перспективи використання цих препаратів в аквакультури;
- заключення за оглядом літератури.

2. Результати дослідження:

- описання, аналіз і обговорення результатів матеріалів дослідження. За відсутності експерименту – провести аналіз джерел науково-технічної інформації стосовно стану використання препаратів нанозаліза у різних галузях економіки і оцінити перспективи використання цих препаратів в аквакультури;
- підготовка висновків.

3. Заходи з охорони праці і техніки безпеки у рибництві.

Перелік графічного матеріалу:

- 4.1. Таблиці і діаграми з результатами дослідження
- 4.2. Презентація доповіді за темою випускної роботи у Microsoft PowerPoint

Дата видачі завдання

10 грудня 2021 р.

Керівник магістерської роботи

Коваленко В. О.

Завдання прийняв до виконання

Холодов В. П.

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Кваліфікаційна магістерська робота на тему "Дослідження впливу наночастинок оксиду заліза (III) на ріст і виживаність стерляді (*Acipenserruthenus*) за умов акваріумного утримання" складається із вступу, двох розділів, висновку, списку використаної літератури, додатки. Основна частина магістерської роботи складається з:

– Розділ 1 "Огляд літератури", який складається з чотирьох підрозділів;

– Розділ 2 "Результати власних досліджень", який складається з чотирьох підрозділів;

– Висновки;

– Список літератури;

– Додатки;

Робота містить 8 таблиць (3 в розділі 1 "огляд літератури", та 5 в додатках), список літератури складається з 52 джерел літератури. Об'єм магістерської роботи складає 61 сторінку.

Актуальність теми. На сьогоднішній день стерлядь є рідким видом, який занесено до Червоної книги України в акваторії України, про причини забруднення водойм сільськогосподарськими стоками, які знищують природні нерестовища стерляді не даючи їй добре розмножуватися. Також по цій ж причині є актуальним вирощування молоді стерляді в штучних умовах для її подальшого випуску у природні водойми. Також стерлядь є цінним видом для аквакультури завдяки своєму дієтичному м'ясу та цінній ікрі. Наразі стерлядь вирощується в басейнових господарств в умовах УЗВ для збільшення постачання риби у ринок збуту. Також актуальною темою є використання

НУБІП України

препаратів з наночастинками металів для покращення життєдіяльності риби при контрольованому вирощуванні і збільшенні виходу продукції.

Мета дослідження: Проаналізувати джерела науково-технічної інформації щодо впливу наночастинок оксиду заліза на ріст і розвиток стерляді та обґрунтувати перспективи використання цих препаратів для вирощування продукції аквакультури.

Завдання дослідження:

1. Аналіз джерел інформації щодо досліджень із впливу наночастинок оксиду заліза (III) та інших металів на сільськогосподарських тварин та риби.
2. Описати характер впливу наночастинок заліза (III) на сільськогосподарських; тварин та риби
3. Підготувати висновки щодо перспектив використання нанопрепаратів заліза в аквакультурі.

Об'єкт дослідження: джерела наукової інформації з впливу наночастинок заліза на сільськогосподарських тварин та об'єктів аквакультури.

Предмет дослідження: Вплив наночастинок оксиду заліза (III) на ріст і виживаність стерляді в акваріумних умовах.

Методи дослідження – загальнонаукові: аналіз наукових джерел, синтез та їх узагальнення.

Практичне значення одержаних результатів. Аналіз наукових джерел показує ефективність використання препаратів з додаванням наночастинок оксиду заліза (III) для покращення обмінних процесів та постачання корисних речовин через кров.

Ключові слова: стерлядь, наночастинки, залізо, обмін речовин.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1 Біологічна особливість та господарська цінність стерляді (<i>Acipenser ruthenus</i>).....	8
1.2 Технологія вирощування стерляді в штучних умовах (УЗВ).....	11
1.3 Роль заліза в організмі риби.....	26
1.4 Роль дихання в організмі риб.....	30
1.5 Вплив наночастинок заліза на життєдіяльність риби.....	32
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛІ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	36
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	37
3.1 Використання біологічно-активних речовин в тваринництві.....	37
3.2 Використання біологічно-активних речовин в аквакультурі.....	39
3.3 Потрапляння заліза та її локалізація в організмі риби.....	40
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	46
ДОДАТКИ.....	58

НУБІП України

ВСТУП

Природний стан популяції стерляді на території України, а саме у річці Дунай, знаходиться у критичному стані, що призвело до внесення цього виду до Червоної книги України. Внесення молоді стерляді у природні водойми може не мати успіху по причині поганого стану річки, що заважає природному відтворенню популяції. Для забезпечення надходження стерляді на ринок, є необхідність у використанні установок замкнутого водопостачання (УЗВ).

Установки забезпечують повний контроль над штучним середовищем та процесом вирощування. Тим самим, можна отримати необхідну якість продукції. Для отримання цього результату, необхідно мати повний доступ до чистої води необхідної якості, мати систему фільтрації використаної води та її

подальше відновлення, та забезпечувати рибу кормами. Годівля є важливою вимогою для отримання швидкого приросту маси риби. Важливо використовувати корм з правильно збалансованими складовими

Можливість створити комбікорм необхідного складу дозволяє отримати рибу необхідної якості, поліпшити умови вирощування, прискорити темп росту та забезпечити її необхідними речовинами. Важливим компонентом у комбікормах стали спеціальні біодобавки, які містять склад певних речовин або їх комплекс, що поліпшують той чи інший аспект росту та розвитку риби.

Такі біодобавки додають у корм, тим самим, поліпшуючи їх ефективність.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Біологічна особливість та господарська цінність стерляді

(*Acipenserruthenus*)

НУБІП України

Стерлядь (лат. *Acipenserruthenus*) єдина прісноводна риба серед усіх осетрових видів риб, тому весь цикл життя, від ікри до природної смерті, перебуває у прісній воді [1,2,7,12,14]. В Україні ця риба дуже рідкісна і цінна

НУБІП України

яка занесена у Червону книгу України. Причиною цьому стало забруднення нерестовищ сільськогосподарськими та комунальними стоками. Самі численними популяціями є волзька та камська стерлядь. У природних водоймах зустрічаються такі форми стерляді – це гострорила та тупорила.

НУБІП України

Тупорила зустрічається рідко, а гострорила в свою чергу – частіше [14].

НУБІП України

Поширення. Стерлядь поширена на території України, Росії та на території європейських держав (Казахстан, Грузія, Азербайджан, Білорусь, Молдова, Румунія, Болгарія, Сербія, Боснія і Герцеговина, Хорватія, Угорщина, Словаччина, Чехія, Австрія, Німеччина) [1,2,7,10,13].

НУБІП України

На території України стерлядь поширена у внутрішніх річках які належать до басейнів Чорного та Азовського морів, а саме Південний Буг, Сіверський Донець, Дунай, Дніпро, Десна та Прип'ять. На р. Дніпро, Південний Буг, та р. Дністер риба зустрічається дуже рідко але на р.Дністер можна її зустріти біля Дубоссарської ГЕС (Молдова) [1,2,7,13].

НУБІП України

На території Росії стерлядь перебуває у басейні Каспійського моря та у багатьох річках: Дон, Урал, Сура, Мами, Кубань, Вятка, Енисей, Ангари, Оскол, Медведиця, Хопр, Таганрогський залив. Також декілька екземплярів

НУБІП України

були виловлені у річці Ріоні. У р. Дон стерлядь перебувала у притоках річки,

а саме: Донець, Оскол, Медведиця, Хопр. В р. Кубань стерлядь завжди була рідкісною рибою.

Біологія. Зовнішній опис. Тіло має веретеноподібну форму тіла, довжина тіла може сягати 55-90см (промислова довжина 30-65 см.) та ваги 5-6 кг (промислова вага 3-4 кг. рідко досягає 8 кг.), тому стерлядь вважається самою малою рибою серед інших видів осетрових риб. Рідко стерлядь може досягти довжини до 125 см та 16 кг. [8]

Стерлядь живе від 20 до 30 років. Статевої зрілості в певні роки досягає в залежності від стану зовнішнього середовища. В умовах росту та розвитку південних водоймах з теплим кліматом досягає: самці досягають у 3-7 років, а самки у 5-12 [14].

Тіло стерляді вкрите п'ятьма рядами "жучок" або бляшок, які складаються з речовини ганоїн. Розташовані "жучки" вздовж спини, вздовж боків та вздовж черева. Кількість самих жучок на кожній стороні набагато більше ніж у інших видів осетрових (більше 50 штук). Хвіст має гетероцеркальну форму з епібатним положенням лопатей. Голова приплюснута зверху. Рот займає нижнє положення, для легшого споживання донних організмів рот висовується, між ротовим апаратом та кінцем рила розташовані чотири вусика для кращого виявлення їжі. Для стерляді характерним є сильно виражена нижня губа.

Живлення. Живиться стерлядь переважно донними організмами (бентофаг), а саме: личинками хірономід та іншими комахами, ікрою інших риб, черв'яками, дрібними моллюсками, безхребетними (мізиди, гамариди).

Молоді на початку свого розвитку живиться ракоподібними, невеликими червами та личинками комах. Вночі стерлядь може підніматися

до поверхні води, перевертатися догори черевом та живитися одноклітинними організмами, які можуть впасти у воду.

Дорослі особини живляться переважно личинками комах (хірономіди та одноденки) та самими комахами, що впали у воду.

У зимовий період стерлядь майже не годується, перебуваючи у ямах.

Нерест. Нерест стерлядь розпочинається з температур 7-10 градусів і продовжується у травні в швидкотекучих річках при температурі води 10-15

градусів і закінчуючи у червні під час паводків. Самка може відкласти від 3-4

тис. до 140 тис. шт. клейкої ікри яку самка відкладає на кам'янистий ґрунт (літофіл) [1,2,14].

Діаметр ікринок складає від 1,9 до 2 мм, інкубаційний період складає від 4-6 до 11 діб. При досягненні 6 – 10 діб після вилуплення, жовтковий мішок у

личинки розсмоктується повністю. Через тиждень-півтора личинки викльовуються, особини які підросли, залишають місця народження і

збираються в загонах, на плесах, де знаходять кормові об'єкти. З похолоданням вони переміщуються в глибоководні місця. У віці 30 діб мальки досягають

довжини 3 – 4 см, а цьоголітки в вересні – 8 – 15 см.

Нерест у молодих особин проходить кожен рік, нерест у старших особин він проходить не постійно та повторюється через кожні 2 роки. Тривалість між

нерестового періоду триває в залежності від зовнішніх умов середовища водойми.

Після нересту стерлядь йде в заплавні заливні ділянки (невеликі озера), в воложки, стариці, до берегів річок, а при спаді паводкових вод, стерлядь знову входить в русла річок.

Промислове використання. Стерлядь майже не використовується для товарного вирощування, по причині її тугорослості, малому вилову при

промислового рибальства та малій рибопродуктивності [4,14]. Але є деякі переваги у стерляді які роблять її перспективним видом для вирощування: раннє дозрівання та можливість жити та розвиватися у прісній воді.

При промисловому рибальстві використовують неводи, плавними сітками та спеціальними пастками.

Для того щоб отримувати високу рибопродуктивність і продукцію стерляді загалом використовують гібриди стерляді з іншими осетровими, а саме білуга, ленський осетер, веслоніс.

Самим відомим гібридом є бестер, який був виведений з стерляді та білуги. Цей гібрид поєднує в собі швидкий ріст білуги та раннє дозрівання статевих продуктів як у стерляді та отримав високу плодючість. Менш розповсюдженим є гібрид сибірського осетра і сибірської стерляді при схрещуванні яких був отриманий гібрид «остер».

1.2 Технологія вирощування стерляді в штучних умовах (УЗВ)

Для вирощування стерляді в системі УЗВ використовують басейни прямокутної та круглої форми. Прямокутні басейни використовують для вирощування дорослих особин, прямокутна форма басейну дозволяє краще розміщувати басейни у приміщенні та дозволяє розподіляти саму стерлядь по всій площі басейну краще, а також забезпечує легке очищення басейнів від залишків корму. Круглі басейни використовують для вирощування молоді. Розміри самих басейнів залежить від запланованого об'єму вирощування риби.

Основним елементом для УЗВ є якість води та водообмін. Воду в установках замкнутого водопостачання треба постійно міняти використану

воду на нову. Для цієї цілі служать безліч насосних систем, у які попадає використана вода, потім вода потрапляє у систему фільтрів які очищають воду від великих та малих компонентів. За необхідністю воду можна додатково наситити мінеральними речовинами, у тому випадку якщо вода пройшла через іонний фільтр, або додатково підігріти до потрібних температур. Також додатково воду можна знезаразити за допомогою ультрафіолетового світла. Після фільтрації вода знову потрапляє у басейни.

Для вирощування стерляді використовують прямий чи круговий потік води. Якість самої води повинна відповідати стандартам для кращого росту і розвитку стерляді.

Таблиця 1.1

Оптимальні показники при вирощуванні стерляді в умовах УЗВ [6,14]

Показники	Гранично допустима концентрація
Прозорість	30 см
Кольоровість	30°
pH	7,0-8,0
Вільна вуглекислота (CO ₂)	10,0 мг/л
Розчинений кисень	4,0 мг/л
Перманганатна окислювальність	10,0 мгО ₂ /л

Продовження таблиці 1.1

Показники	Гранично допустима концентрація
Сірководень	0,002 мг/л
Кальцій	180 мг/л
Магній	40 мг/л
Кадмій	0,003 мг/л
Залізо	0,01 мг/л
Свинець	0,003 мг/л
Цинк	0,03 мг/л
Натрій + Калій	120 + 50 мг/л
Хлориди	30 мг/л
Сульфати	50 мг/л
Фосфати	0,3 мг/л
Гідрокарбонати (лужність)	7,0-8,0 мг экв/л
	1,0 -5,0 ммоль/л
Амміак (NH ₄)	0,5 мг/л
Азот аміаку (NH ₃)	0,003 мг/л

Продовження таблиці 1.1

Показники	Гранично допустима концентрація
Азот нітритів	0,1 мг/л (м'ягка вода) 0,2 мг/л (жорстка вода)
Азот нітратів	1,0 мг/л
Загальна жорсткість	6,0-8,0 мг/л
Біохімічна потреба у кисні (БПК5)	2,0 мг/л
Зважені речовини	10,0 мг/л

У випадку якщо відбувається вилов диких плідників, використовують ставні неводи для відлову у прибережних районах морів або в гирлових частинах. Після вилову рибу транспортують у живорибні судна. Отриманих плідників мітять внутрішніми (ПГТ-мітки) або зовнішніми мітками [14].

Після доставки плідників у господарство, проводять сезонне бонітування з розподілом на різні стадії зрілості статевих продуктів та визначення статі.

Для визначення статі використовують різні методи, суть їх полягає у прижиттєвому визначенні статі, без завдання шкоди внутрішнім риби та органам [14]. Серед таких методів використовують:

Біосіягонд

Суть методу полягає у введенні щупа у черевну порожнину риби. Для початку роблять отвір за допомогою шила, щоб не пошкодити внутрішні органи, потім вводять щуп, діаметр шила для стерильності складає 3-4 мм. Щуп вводять між рядами бокових і черевних жучок у задній третині тіла на глибину 5-7 см, потім щуп повертають і витягують, у внутрішній канавці щупа остаються статеві продукти.

Пряма пальпація і лапароскопія

Визначення статі передбачає акуратне введення пальця в тіло риби через операційне отвір для вивчення структури гонад на дотик. За допомогою методу прямої пальпації легко розрізнити гонади самок і самців, які досягли ваги 7-9 кг і віку 3-4 року.

Пряма пальпація гонад через операційне отвір є модифікацією оперативного методу. Точність даного методу трохи вище, ніж біопсійного, однак він більш травматичний і вимагає накладення операційних швів, а також більш тривалий за часом.

Ендоскопія

Даний метод дозволяє візуально оцінити гонади за допомогою медичних діагностичних інструментів, таких як цистосуретроскоп або борескоп, використовуваних для дослідження захворювань уrogenітальної системи. Досліджування гонад здійснюється через оптико-волоконну систему приладу. Роздільна здатність методу досить висока, особливо для зрілих риб, оскільки через оптичну систему приладу добре видно найдрібніші деталі будови і забарвлення тканин. При цьому, оскільки у зрілих риб зонд борескопа

вводиться в порожнину тіла через статевий отвір, діаметр і довжина зонда повинні відповідати розмірам статевого отвору і сім'яного протоку.

Метод Подушки С.Б.

В останні роки найбільш ефективним способом відбору ікри є метод надрізання яйцепроводів з подальшим сціджуванням ікри, що є найменш травматичним для риби.

При використанні цього методу самку поміщають на спеціальний похилий столик, який відповідає розміру риби, рибу кладуть на спину головою вгору, так щоб хвіст звисав. Через статевий отвір вводять скальпель, спрямований ріжучою поверхнею вгору (ширина леза повинна бути менше діаметра геніального отвору) і роблять надріз довжиною 1-2 см в каудальній частині стінки одного або обох яйцепроводів, відкриваючи тим самим невеликий отвір в черевній порожнині.

Через утворений розріз ікру зціджують, акуратно масажуючи задню третину черевця. Для підтримки зробленого розрізу у відкритому стані можна використовувати рукоятку скальпеля або шпатель.

Зціджування продовжують до тих пір (зазвичай від 2 до 20 хв залежно від розміру самок), поки ікра вільно витікає з порожнини тіла. Через годину після першого зціджування, при якому відбирають 80-90% ікри, проводять друге, яке не потребує нового надрізу яйцепровода, а у великих і високоплодовитих риб іноді і третє зціджування. Після отримання ікри не потрібно зашивати і додатково обробляти розрізи. У деяких випадках абдомінальні пори у самок можуть бути настільки великі, що без надрізу і додаткових зусиль через них може бути сціджена в один або два прийоми вся овулірована ікра. Інший ризик пов'язаний з можливістю випадкового

пошкодження нирки або кровоносних судин в прямій кишці. Зазвичай подібні пошкодження не призводять до смерті плідників.

Після отримання статевих продуктів від плідників, розпочинають процес осіменіння. Осіменіння проводять не пізніше, ніж через 10-20 хвилин

після взяття ікри. Перед осіменінням з ємності з ікрою зливають надлишок порожниної рідини. Для осіменіння ікри, відібраної від однієї самки,

рекомендується використовувати суміш сперми від 3-5 самців (з розрахунку 10 см^3 сперми на 1 кг ікри) і розводити її водою в 200 разів. У ікру додають

розведення водою сперму і перемішують статеві продукти риб за допомогою пташиного пера протягом 2 хвилин. Сам процес осіменіння триває 2-3

хвилини.

Знеклеювання ікри проходить з використанням таких розповсюджених речовин як: мінеральний мул, тальк, «блакитна» або вулканічна глина, танін.

Знеклеювання ікри повинно проходити при певних дозах (яке залежить від використання певної речовини), при високих концентраціях ікра може

зашкодити ікрі, що може призвести до її загибелі. Сам процес знеклеювання ікри проводять в спеціальних апаратах або вручну.

При знеклеюванні в ємність заливають суспензію глини, після чого суміш або поміщають в апарат для знеклеювання, або обережно перемішують

рукою. Для забезпечення необхідного насичення суспензії киснем, через 15-20 хвилин після внесення мулу, додають порцію чистої води (20 - 25% від об'єму

ємності). Після знеклеювання ікри промивають водою до повного видалення знеклеювальної речовини. Використовувана для промивання вода повинна мати

нормативні гідрохімічні показники, мати нерестовий температуру та не повинна містити речовини, які можуть зашкодити ікрі.

Інкубація ікри

Після осіменіння і знеклеювання ікри її зливають в інкубаційні апарати.

Під час утримування ікри в інкубаційних апаратах необхідно дотримуватися вимог, які визначаються в залежності від виду ікри [1, 2, 7, 14].

Таблиця 1.2

Вимоги при інкубації ікри [14]

Параметр	Значення
Кисень	6,6-9 мг/л
Витрати води	2-6,2 л/хв
Освітленість	50-100 люкс
Температура	13-16°С

При недотриманні умов утримання ікри в апаратах перш за все відбудеться порушення процесу розвитку ембріона в ікринці, по-друге, збільшується рівень смертності серед ікри.

Найчастіше в аквакультурі використовують такі види апаратів:

Інкубаційний апарат “Осетер”

Апарат складається з: рибоводні ящики з сітчастим дном, центральна магістраль, перекидні ковші та зливні ковші. Норма завантаження ікри стерляди в один ящик складає 200-250 тис. шт. Через центральну магістраль проходить вода, яка потрапляє у жолоб, потім вода переливається у перекидні ковші. При заповненні певного об'єму, ковші перекидаються і вода переливається у зливний ківш рибоводного ящика. Під дією сили тяжіння води

рибоводний ящик швидко занурюється у воду, що заповнює ємність і зупиняється. По мірі витікання води із зливного ковша, рибоводний ящик за рахунок запасу плавучості поплавка спливає у вихідне положення і цикл повторюється.

Інкубаційний апарат Вейса

Апарат Вейса призначений для інкубації ікри корона, білорибци та сига, але його можна використовувати для інкубації малої партії ікри осетрових.

Норма завантаження ікри стерляді в колбу об'ємом 8 л. складає 35 тис. шт.

Норма витрати води – 1-8 л/хв.

Апарат складається з: колби (ємністю 8-10 л), на дні якого розташовується отвір через який поступає вода, на верхній частині розташована лійка, сітка яка не дає залежуванню та виходу ікри з апарату, вертикальна стійка, зливний носик. Висота апарату складає 50 см, діаметр верхнього отвору – 20 см, нижнього отвору – 3 см.

Апарат працює за таким принципом, вода поступає під великим тиском через шланг, яка виходить з нижньої частини апарату і піднімає ікру до поверхні колби.

По мірі підйому ікри до поверхні апарату, тиск води зменшується, таким чином ікра опускається вниз і піднімається під сильним тиском води знову.

Таким чином, впродовж всього періоду інкубації ікра знаходиться в безперервному русі в товщі води. Скидання води з апарату відбувається через зливний носик, зроблений в залізному обручі, що обтягує верхні краї апарату.

Перед зливним носиком встановлені ґрати, що попереджують вихід ікри і передличинок, які вилупилися з апарату.

Апарат Вейса встановлюють в стійці, що має два гнізда, одне з яких утримує нижню частину, а інше – його середню частину, при цьому апарат обов'язково повинен стояти в строго вертикальному положенні. Інакше струмені води спрямовуватимуться по одній його стороні, що може викликати нерівномірне обертання ікринок і замори в окремих частинах апарату. Апарати Вейса зазвичай вмонтовують по 10–20 шт. на одній стійці, забезпечуючи кожному незалежне водопостачання. Скидання води з апаратів здійснюється спочатку в загальний водоскидний лоток, що знаходиться під стійкою, а з нього – в каналізаційну мережу. Витрата води в апараті – 3–4 л/хв. Норми завантаження ікри в апарат (тис. шт.): білорибци – 200, сигів – 300, пеляді – 500. Крім того, для інкубації ікри застосовують також апарати Вейса у модифікації ВНДПРГ, об'ємом 50, 100 та 200 л. [14].

Інкубаційний апарат Казанського

Апарат являє собою модифіковану версію призначену для інкубації ікри осетрових. Відмінністю цієї модифікації від апарату Вейса є спеціальний пристрій для розсіювання потоку води.

Інкубаційний апарат Мак-Дональда

Апарат Мака-Дональда схожий за принципом роботи на апарат Вейса.

Апарат складається з: колби (5 л, 6,5 л, 13 л), трубки, яка розміщена у центрі колби, зливного отвору. Норма завантаження ікри стерляді в колбу об'ємом 5 л складає 23 тис. шт.; 6,5 л. - 30 тис. шт.; 13 л. - 60 тис. шт. Норма витрати води (колба об'ємом 13 л) – 4-5 л/хв., при завершальних стадіях розвитку – 10 л/хв. [14].

Вода потрапляє зверху вниз через трубку яка розміщена у самій колбі, вода проходить через трубку і піднімає ікру догори. Вода біля поверхні має найменшу силу тиску води, тому ікра опускається вниз і знову піднімається.

Вилуплені передличинки виходять через зливний отвір, який розташований збоку колби.

Інкубаційний апарат Ющенка

Апарат складається з таких частин: інкубатор, рухома лопать, сифоновий ківш, фільтр аератор та стіл. Відомі чотири модифікації апарату даного типу, але найбільшого поширення отримали друга і третя, які відрізняються одна від одної лише розмірами. Норма завантаження ікри стерляді в одну секцію складає 200-250 тис. шт.

Інкубаційний апарат Ющенка Ю-ІІ працює з самовідбором передличинок і гідравлічним безконтактним способом їх транспортування до накопичувачів. Інкубаційний апарат системи Ющенко являє собою два металічні ящики – зовнішній та внутрішній з сітчастим дном. Між дном зовнішнього і внутрішнього ящиків є вільний простір. Подача води здійснюється у зовнішній ящик через сітчасте дно, потім вода проходить у внутрішній ящик і витікає через зливний лоток. Вихрові потоки води, що утворюються при русі спеціальної лопаті (яка приводиться в рух за рахунок води, що витікає з апарату), омивають ікру і не дають їй залежуватися.

Модернізований апарат Ю-ІІ складається з двох паралельних рядів інкубаційних секцій (ванн для ікри). Всього один апарат може мати 8 або 10 таких секцій. Працює апарат без відкидного ковша, який замінений барабанним колесом. Вода надходить в кожну інкубаційну секцію з водопровідної труби і скидається у кишеню колеса. Коли кишеня

заповнюється до певного об'єму, колесо робить частину обороту. Карман виявляється перевернутим вниз, і вода витікає з нього.

Лопати, розташовані під ваннами і з'єднані за допомогою тяги з колесом, переміщуються в горизонтальному напрямку і приводять в рух масу води.

Завдяки цьому ікринки, розміщені в інкубаційних ящиках, піднімаються в товщу води. Подальше переміщення лопатей відбувається в зворотному напрямку після того, як інша кишеня заповниться водою і колесо перемістить її з верхнього положення в нижнє.

Передличинки, що виклюнулися, піднімаються до поверхні води і виносяться її потоком через вікно, вирізане в стінці кожного інкубаційного ящика, у жолоб, а з нього у встановлені в лотковому накопичувачі сітчасті садки. Личинконакопичувач має прямокутну форму і різні розміри залежно від потужностей інкубаційного цеху. Так, він може вміщувати 10–15 шт. сітчастих

садків. Норма завантаження ікри в апарат становить: білуги – 300 тис. ікринок (8 кг); осетра – 3 тис. ікринок (6 кг); севрюги – 550 тис. ікринок (6 кг) [14].

Вилуплена передличинка стерляді досягає довжини 8–9 см та маси 8–11 мг. Вилуплені предличинки переносять в круглі бетонні або пластикові басейни площею 2–4 м². У разі великої кількості предличинок (понад 0,5 млн.),

їх індивідуальний підрахунок практично неможливий, і зазвичай ведеться візуально за зразком 500 шт або ваговим способом. Нормативи щільності посадки предличинок в басейни і лотки, глибина і якість води складає. На

наступний день після посадки предличинок в басейнах проводиться відбір оболонки, мертвої ікри і особин з аномаліями. Відбір загиблої ікри і оболонки слід проводити за допомогою гумового сифона. Предличинок у подальшому витримують у басейнах і вирощують до стадії личинок.

Лотковий інкубаційний апарат Садова-Коханської

Апарат складається з: металевої рами (150×38×180 см), усередині якої закріплені дюралюмінієві куточки (2×5×150 см), на які встановлюються

пластикові лотки. Довжина одного лотка складає 140 см, ширина 36 см, висота бортів 2 см. В одному апараті розміщується 21 лоток, куди завантажують ікру за допомогою спеціальної сівалки.

Запліднену ікру поміщають в пристосування для розсіювання і рівномірно розподіляють по дну лотків. Після того як ікринки приклеїлись,

лотки встановлюють похило в раму самого апарату. При цьому в кожних двох послідовно встановлених один за іншим лотках нахил повинен бути направлений в протилежні сторони. Так наприклад, якщо верхній лоток має нахил в ліву сторону, то розташований лоток під ним нахилений в праву

сторону, і навпаки. Завдяки такому розташуванню лотків вода, що надходить з крану у верхній лоток, самопливом проходить по всіх лотках по черзі зверху до нижнього лотка, омиваючи при цьому кожну ікринку, використана вода скидається з нижнього лотка в каналізаційну систему. Витрата води на 1 лотковий апарат складає 18 л/хв.

За кілька годин перед вилупленням передличинок лотки по черзі виймають з рами і переносять у басейн, де їх кладуть на спеціальні підставки, які встановлюють так, щоб вода, яка надходить у басейн, заходила з однієї сторони лотка, а витікала з іншого кінця в спеціальний вловлювач.

Передличинки, що вилупилися, змиваються водою з лотка у вловлювач, з якого вони виносяться в басейн. Загиблі ікринки та оболонки, що залишилися після вилуплення передличинок, також змиваються у вловлювач, але залишаються у сітках, розміри яких не дозволяють потрапити загиблим личинкам у басейн. Після завершення процесу інкубації ікри лотки, підставки

і вловлювачі виймають з басейнів, та знову використовуються для витримання ікри.

НУБІП УКРАЇНИ

Личинкова стадія

Після інкубації, передличинки зливають і вирощують вже в басейнах, площа яких повинна становити 2-4 м², глибина басейну 20 см. Щільність посадки передличинки стерляді становить 7 тис. шт./м². Стерлядь при досягненні личинкової стадії досягає маси 19-21 мг та довжини 13-15 мм. Для стерляді яка досягла маси до 600 мг., щільність посадки повинна бути 10-12 тис. екз./м³, при масі 1000 мг., щільність посадки повинна бути 5-6 тис. екз./м³, при масі 3000 мг., щільність посадки повинна бути 3-4 тис. екз./м³.

Недоліком вирощування стерляді є нерівномірний ріст, тому необхідно проводити постійне сортування за масою. Для стерляді яка досягла маси до 600 мг., щільність посадки повинна бути 10-12 тис. екз./м³, при масі 1000 мг., щільність посадки повинна бути 5-6 тис. екз./м³, при масі 3000 мг., щільність посадки повинна бути 3-4 тис. екз./м³. Також при збільшенні маси стерляді необхідно змінювати витрати води: стерлядь масою до 100 мг водообмін повинен бути 0,8 л/хв, для стерляді масою до 1000 мг – 1-1,4 л/хв, для стерляді масою до 1500 мг – 1,6 л/хв, для стерляді масою 3000 мг – 2 л/хв.

Таблиця 1.3

Приріст маси стерляді при вирощуванні в умовах УЗВ [14]

Доба	1	10	20	25	30	35	40	45
Маса	8	20	45	90	180	550	1000	1500

НУБІП УКРАЇНИ

Годування личинок стерляді повинно відрізнятися від подальших стадій розвитку [7,14]. Після переходу стерляді на екзогенне живлення необхідно створити умови в яких риба буде краще жити, а саме створити низький рівень води в басейні, за допомогою цього фактору стерлядь витрачає менше енергії для пошуку кормів, що виключає втрати живих кормів з при зливі води для очищення від зайвих частинок. Для нормального росту і перш за все, формування травної системи личинок в перші дні рекомендується годувати живими кормами, а саме: науплії артемії (*Artemia*), дафнії (*Daphnia magna*), моїни (*Moina macrocarpa*), веслоногі ракоподібні (*Copepoda*), дрібні зяброногі Branchiopods (*Streptocephalus torvicornis*), коловертка (*Rotatoria*), личинки хірономід (*Chironomus plumosus*), гаммариди (*Gammaridae*), олігохети *Oligochaeta* (білі черви *Enchitreus albus*), трубоквик (*Tubifex tubifex*) і каліфорнійський черв'як (*Eisenia foetida*).

Годування личинок починають з науплій артемії (*Artemia*), подрібнених олігохет і невеликої кількості дрібного зоопланктону з розрахунку 3-5 г корму на 1000 личинок. Дуже важливим моментом це не перегодувати личинок стерляді, необхідно додавати корм у басейни невеликими порціями. Беручи до уваги особливості живлення стерляді, а саме на поведінкову особливість, личинок ввечері годують зоопланктоном, а вранці та вдень - олігохетами та ін. Трубоквиків і олігохет також подрібнюють і використовують для годування (ступінь подрібнення залежить від маси личинки), розводять водою і вносять по периметру басейну дрібними крупками в два або три прийоми. Надалі раціон годування визначають залежно від мети вирощування молоді.

Перед тим як годувати личинок стерляді, необхідно очищати басейни від накопиченого мулу, мертвих личинок і залишків корму. Очищення басейнів від зайвих речовин забезпечує кращий ріст та розвиток личинки, а також пристосування до пошуку їжі, оскільки нюх грає важливу роль в харчуванні

осетрових. Нормативний вихід вирощеної личинки стандартної маси становить не менше 70%.

Тривалість вирощування становить зазвичай 7-10 діб, в залежності від температури води. Для коригування добового раціону в кожному басейні загиблу молодь аналізують і рахують загальну кількість загиблих личинок.

Контрольне зважування молоді проводять один раз в п'ять днів в кожному басейні для спостереження за темпами росту та для контролю витрат живих кормів.

Після того, як у личинок повністю розвилася травна система, личинок починають годувати стартовим комбікормом. Головною вимогою до стартового комбікорму є вміст протеїну (тваринного походження) не менше 45%.

Малькова стадія

Після досягнення стерильної стадії малька або підрощеної личинки, визначають кількість екземплярів які будуть вирощуватись до дорослої особини (для подальшого продажу або для отримання потомства).

1.3 Роль заліза в організмі риби

Залізо в тілі риби, міститься в якості органічної речовини, яка виконує роль транспортування кисню (O_2) або вуглекислого газу (CO_2) по кров'яних каналах для забезпечення організму киснем або виведення вуглекислого газу з тіла риби. Залізо міститься в форменому елементі крові – еритроциті. Це клітина, овальної форми з одним ядром посередині, сама клітина, відносно великого розміру, що дозволяє зберігати в собі більш молекул кисню. Розміри

еритроцитів осетрових складають $16,75 \times 14,00$ мкм. [3,6,11]. За Н. Т. Івановою, ступінь зрілості поділяються на: еритробласти, пронормобласти, базофільні, поліхроматофільні та оксифільні нормобласти і зрілі еритроцити. Головна функція форменого елементу гемоглобіну це отримання від зовнішнього середовища кисень через зябра, зв'язування кисню з гемоглобіном (а саме з атомом двовалентного заліза) та його подальше транспортування по всьому організму риби. Забезпечується це завдяки наявності в еритроциті дихального пігменту – гемоглобін.

Гемоглобін

Походить від грецького $\alpha\mu\alpha$, трансліт. haíma – кров і лат. globus – куля – (-ін), позначається як Hb або Hgb, є хромопротеїдом, що складається з глобіну (білкова частина пігменту) та гема (небілкова частина пігменту). Кількість гемоглобіну на 1 кг маси риби становить 0,5 – 4 г. Білковий елемент гем складається з сполуки, що утворена з чотирьох пірольних кілець залізопорфіл. В центрі сполуки розміщений атом двохвалентного заліза, що надає пігменту червоний колір [3,6].

Будова пігменту. Гемоглобін має молекулярну масу 64–66 кД. Сам пігмент складається з чотирьох молекул гема та чотирьох поліпептидних ланцюгів (2 α та 2 β ланцюги). Поліпептидні ланцюги утворюють сферичну форму, завдяки закручуванню амінокислотних залишків у α та β спіралі, сфера приймаючи свою форму має діаметр 4-5 нм. Іон заліза, який є місцем прив'язування кисню, з'єднаний із чотирма атомами азоту в центрі кільця, які всі знаходяться в одній площині. Гем міцно (ковалентно) з'єднаний із глобулярним білком за допомогою атомів азоту (N) кільця імідазолу залишку F8 гістидину (також відомого як проксимальний гістидин) під порфіриновим кільцем. Шоста позиція може оборотно прив'язувати кисень за

допомогою донорно-акцепторного зв'язку, завершуючи октаедричну групу з шести лігандів. Це оборотне зв'язування з киснем є причиною такої користі гемоглобіну в транспортуванні кисню по тілу. Один атом кисню зв'язується з Fe, а інший виступає і утворює кут. Коли кисень не прив'язаний, дуже слабо зв'язана молекула води заповнює вільне місце, утворюючи спотворений октаедр.

Рівень гемоглобіну в крові риб залежить від зовнішніх умов середовища. В першу чергу, рівень гемоглобіну залежить від вмісту розчиненого кисню у воді. Також, рівень гемоглобіну залежить від способу життя риб, більш активні риби мають більший вміст гемоглобіну, і відповідно, заліза. Малорухомі види мають менший вміст заліза і гемоглобіну в крові. Вплив на рівень гемоглобіну безпосередньо має зміна сезонів, що відображається на зміні поведінки риб. Під час нересту вміст гемоглобіну міняється лише у тих видах риб, які нерестують в одній водоймі, а нагулюються в іншій, до них відносять прохідні та напівпрохідні види риб.

Захисною реакцією риб при малому вмісті розчиненого кисню у воді є збільшення вмісту гемоглобіну в крові, яка називається – компенсаторна реакція.

Також, одним з важливих білків у тілі риби є феритин.

Феритин – це складний комплекс білків (так званий залізопротеїд), який виконує функцію транспортування атомів заліза у тілі тварин та людей. Білок був відкритий у 2001 році, виявили його у складі органели клітини, а саме у мітохондрії. Сам білок феритин утворюється в таких органах як: кістковий мозок, печінка та селезінка, де також білком контролюється рівень заліза в цих органах.

Недолік цього білку може свідчити про недостатню кількість заліза в організмі. Коли резерви заліза з цього білка вичерпано, рівень феритину в організмі починає падати, в свою чергу, тіло, яке потребує заліза, починає забирати його з клітин та тканин органів. Також при недостатній кількості заліза починає знижуватись рівень гемоглобіну або еритроцитів в крові, що може призвести до анемії (малокрів'я, недокрів'я), а потім і до кисневого голодування тканин [3,6].

Головна функція це утворення запасів заліза у органах та клітинах організму у рідкій формі. Рідка форма заліза міститься у гіалоплазмі (або ж цитозолі), якою є рідка частина клітини і більшою частиною якої є внутрішньоклітинна рідина. Звичайні атоми заліза виявляють токсичну дію на організм, тому для забезпечення організм від токсичної дії заліза, воно міститься в рідкій формі.

Залізо, яке знаходиться в білку феритину, зберігається і може бути використане організмом (від 0,1%) для забезпечення своїх потреб.

Білковий комплекс феритин складається з білку апоферитина та атома трихвалентного заліза (Fe^{+3}), які входять у склад фосфатного гідроксиду.

Феритин міститься у клітинах та органах в організмі. Феритин може містити в одній молекулі до 4 тис. атомів заліза.

Феритин є глобулярним білковим комплексом, який складається з 24 субодиниць. Субодиниці феритину у ссавців поділяються на два типи: Н і L-субодиниця. Н-субодиниця містить в собі фероксидазу (або ж церулоплазмін), яка являє собою білок з вмістом міді, що міститься у плазмі крові. L-субодиниця забезпечує обробку атомів заліза в організмі. В селезінці та в печінці знаходиться лише L-субодиниця феритину, в сироватці крові міститься одночасно як і Н-субодиниця так і L-субодиниця феритину.

Молекули феритину є неоднорідними і їх склад залежить від багатьох умов. Відомо до 20 різновидів молекули феритину, які складаються або з H- або з L-субодиниці, або з H_L-субодиниці одночасно. Самим головним показником для утворення феритину є кисень. Кисень утворює за допомогою двохвалентного заліза (Fe⁺²) молекули феритину, який містить багато SS-груп.

Утворюються в організмі феритин двома способами: анаболічний та катаболічний.

Анаболічний – утворюється з заліза, який всмоктується у кишківник;

Катаболічний – утворюється з заліза гемолізованих еритроцитів.

1.4 Роль дихання в організмі риб

Розчинений кисень з водного середовища поступає в тіло риби через зябра. Через зябра, розчинений кисень потрапляє у кров'яну систему та приєднується до заліза в пігментній клітині гемоглобін, утворюючи оксигемоглобін (HbO₂), а сам процес називається оксигенацією. Атом заліза може приєднувати до себе лише чотири атоми кисню. Ця сполука в клітині гемоглобіну, пересувається по тілі риби і віддає атоми кисню, стаючи знову звичайним пігментом гемоглобіну або відновленим (дезоксигемоглобін). У випадку якщо окисник дуже сильний, то утворюється метгемоглобін (MetHb), який перетворює двовалентне залізо на тривалентне та не може відати атоми кисню.

При наявності у воді монооксиду вуглецю (CO) та потраплянні його у тіло риби, при контакті з гемоглобіном воно утворює карбоксигемоглобін (HbCO), який не може приєднувати атоми кисню.

Зв'язок гемоглобіну із киснем дуже специфічний, тому він повинен бути достатньо сильним, щоб молекули кисню приєднувались до молекули двовалентного заліза в гемоглобіні в з'ябрах, і в той же час, достатньо зв'язок має бути достатньо слабким, щоб віддавати кисень в тканини, тобто зв'язок повинен бути легким і зворотним. Цей зворотний зв'язок зазвичай характеризується сімейством кривих дисоціації.

Ці криві характеризують частку оксигемоглобіну, що утворюється за даного P_{O_2} – напруга кисню. Оскільки ці характеристики залежні від зміни температури, pH та P_{CO_2} , необхідно декілька кривих для визначення точних показників.

Криві дисоціації мають S-подібну форму – крива дисоціації гемоглобіну. В графіку ось абсцис позначається напруга кисню (P_{O_2}), а на осі ординат – ступінь насичення крові киснем (S_{O_2}), яку визначають за формулою та позначають як HbO_2 [11].

$$\text{Формула визначення } S_{O_2}: \frac{HbO_2}{Hb + HbO_2} \times 100\%$$

Ці зміни обох кривих сприяють звільненню O_2 від атому заліза та випуск їх у тканини тіла риб, при цьому. Вчений М. Бор встановив, що при підвищенні показника P_{CO_2} зсув кривої відбувається вправо, що отримало назву – ефект Бора, зсув кривої донизу називається ефектом Рута, розвиток другого ефекту приведе до зниження висоти кривої. Обидва ефекти є результатом зсуву P_{CO_2} або pH , які пов'язані між собою, по причині того, що розчинення CO_2 у воді призводить до утворення кислот.

Наприклад, якщо при однаковому рівні P_{CO_2} , оксигемоглобін в артеріальній крові з низьким вмістом CO_2 дисоціює на 24%, в той час як показник P_{CO_2} вищий в капілярах, то це приведе до збільшеній віддачі кисню

у 1,5 рази. При збільшенні вмісту діоксиду вуглецю в капілярній крові, прискорюється віддача кисню оксигемоглобіном.

Ефект Рута найбільш яскраво виражений у риб ніж ефект Бора, по причині того, що риби, які мають газову залозу (у плавальному міхурі) та майже не виявляється у риб, які дихають чистим повітрям. У риб, що дихають чистим повітрям, P_{CO_2} внутрішнього середовища значно вищий, ніж у риб із водним диханням, тому ефект Рута більш сильніше пригнічує спроможність гемоглобіну переносити в собі молекули кисню [1].

Пігментна клітина гемоглобін риб більш чутлива до діоксиду вуглецю, оскільки ефект Бора в них спостерігається при більш низьких рівнях діоксиду вуглецю, в порівнянні із рівнями CO_2 у наземних тварин, які дихають атмосферним повітрям.

1.5 Вплив наночастинок заліза на життєдіяльність риб

В аквакультури біологічно-активні речовини стали необхідною частиною годівлі риб, для покращення результатів росту та розвитку риби.

Біологічно-активні речовини, в залежності від поставленої задачі, містять необхідний склад речовин, які посилюють або змінюють дію деяких ферментів, для поліпшення протікання обміну речовин. Для аквакультури важливим є поліпшення обміну речовин і збільшення маси тіла за менший період часу та при меншій затраті ресурсів.

У біологічно-активних речовинах можуть міститися різні елементи, наприклад залізо. Спочатку використовували розчини солі заліза або молекули самого заліза, що виявилось не дуже ефективним та може призвести до утворення токсичних речовин. З часом, почали використовувати наночастинок

металів, що давало більший позитивний ефект та не дозволяло утворюватися токсичним речовинам та забруднювати зовнішнє середовище.

Наночастинки оксиду заліза — це частинки оксиду заліза діаметром приблизно від 1 до 100 нм. Дві основні форми — магнетит (Fe_3O_4) та його окислена форма маггеміт ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Вони викликали великий інтерес завдяки своїм суперпарамагнітним властивостям та потенційним застосуванням у багатьох сферах [19-48].

Дві форми оксиду заліза відрізняються за будовою. Магнетит має зворотну шпінельну структуру з киснем, утворюючи кубічну кристалічну систему. Всперей, всі тетраедричні ділянки мають тривалентний атом заліза, а октаедричні ділянки мають як двовалентне так і тривалентне залізо. Маггеміт відрізняється тим, що майже всі ділянки зайняті тривалентним атомом заліза і лише октаедральні ділянки мають вакантні катіони. Маггеміт має кубічну елементарну комірку, в якій кожна клітинка містить 32 іона кисню.

Добувають наночастинки оксиду заліза за методами синтезу, осадження, мікроемульсії та високотемпературний розпад органічних попередників.

Синтез. Є найпоширенішим методом отримання наночастинок оксиду заліза, при якому, осаджують солі двовалентного і тривалентного заліза в лужному середовищі. Після повного осадження, наночастинки покривають мономерними чи полімерними покриттями-стабілізаторами (карбоксилатами або поліетиленгліколем). Іноді їх додають під час осадження.

На процес синтезу впливають такі чинники: концентрація і різновид лугу, концентрація і співвідношення іонів Fe^{2+} і Fe^{3+} , нагрівання, перемішування, співвідношення полімерута заліза. Ці чинники можна регулювати для отримання запланованого результату [19-29].

Існують і інші методи отримання наночастинок оксиду заліза.

Отримання наночастинок оксиду заліза у зворотних мицелах-нанореакторах.

Сонехімічний синтез – полягає у швидкому спаланні порожнин, утворених

звуком, внаслідок чого нагріті солі заліза перетворюються на наночастинки

заліза. Лазерний піроліз – лазер нагріває газову суміш пентакарбонілу заліза

та повітря, призводячи до утворення малих наночастинок оксиду заліза. При

Міжнародному центрі електронно-променевої технології Інституту

електрозварювання імені Є.О. Патона проводять синтез наночастинок оксиду

заліза шляхом електронно-променевого випаровування у вакуумі. При цьому,

макроскопічний об'єкт-попередник (металевий злиток) атомізується шляхом

нагрівання потужним електронним променем. У подальшому створений

паровий потік Fe_3O_4 конденсує на підкладці (яку можна регулювати для

отримання наночастинок певних розмірів) і утворює наночастинки оксиду

заліза.

При дослідженнях впливу нанозаліза на рибу, його додають у комбікорма

та/або з домішками препаратів (біологічно-активних речовин або пробіотиків),

призначених для поліпшення обміну речовин. При додаванні нанозаліза у

корма спостерігається збільшення вмісту макроелементів у тілі риби: кальцій,

калій, магній, натрій і фосфор. Серед мікроелементів також спостерігається

збільшення їх концентрації: хром, мідь, кобальт, залізо, марганець, селен,

цинк. Єдиний елемент який не змінював своєї концентрації це йод.

Комбінована дія наночастинок оксида заліза з біологічно-активними

речовинами показує ще більш позитивний ефект в збільшенні концентрації

макро- та мікроелементів.

Додавання наночастинок оксида заліза та/або з біологічно-активними

речовинами проявляє антитоксичний ефект, при якому, концентрація

токсичних речовин зменшується. Серед елементів, що зменшують свою

концентрацію є: свинець, олово, алюміній, ртуть, кадмій та стронцій. Це свідчить про те, що дія наночастинок оксида заліза разом з біологічно-активними речовинами проявляє протидіючий ефект на зменшення концентрації токсичних речовин та запобігання їх подальшого накопичення.

Також, потрапляючи в тіло риби наночастинок оксиду заліза сприяють збільшенню чисельності пігментних елементів еритроцитів – гемоглобіну.

Така позитивна дія на організм риби пояснюється тим, що наночастинок оксиду заліза є більш доступними формами які стимулюють дію пробіотиків та біологічно-активних речовин на більш ефективну дію на організм.

Препарати в свою чергу сприяють більш активній дії наночастинок заліза у дихальному процесі та у розвитку тканин риб.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

НУБІП УКРАЇНИ

Матеріалом для досліджень були науково-технічні джерела з різноманітних інтернет джерел для подальшого їх аналізу. Методами дослідження були аналіз, синтез та узагальнення зібраної інформації з науково-технічних джерел.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

НУБІП УКРАЇНИ

3.1. Використання біологічно-активних речовин в тваринництві

Першочергово дослідити з впливу пробіотиків та наночастинок оксиду заліза були проведені на сільськогосподарських тваринах. Використання препаратів з вмістом наночастинок оксиду заліза передбачає поліпшення

росту і розвитку тварин в умовах сільськогосподарського вирощування, а

також, поліпшити їх рівень виживаності та продуктивності.

Використання препаратів викликано тим, що сільськогосподарські тварини потребують в кормах відповідний вміст мікро- та макроелементів та

покращення проходження процесу травлення для покращення оптимального

росту та розвитку і в кінці, отримання якісної продукції, тому необхідно

забезпечувати їх усіма необхідними вітамінами, тому використання препаратів є важливим компонентом у вирощуванні тварин.

Першочергово використовують пробіотики для поліпшення

проходження травних процесів у тварин. Препарати поліпшують мікрофлору

сільськогосподарських тварин шляхом додавання в їх мікрофлору бактерій,

які, потрапляючи до травної мікрофлори, підтримують її оптимальний стан і

тримають її рівень у збалансованому стані [15-18]. Пробіотики містять

бактерії, які підтримують мікрофлору травної системи сільськогосподарської

тварини у збалансованому стані, що дозволяє покращити проходження

травного процесу, який забезпечить більш оптимальну роботу організму, а

також, покращить та збільшить якість та кількість виробленої продукції

сільськогосподарської тварини. Також використання таких препаратів

НУБІП УКРАЇНИ

дозволяє отримати більше продукції при таких витратах кормів, які використовувалися без додавання пробіотичних препаратів.

Недоліком використання пробіотичних препаратів є те, що бактерії, які були отримані з пробіотиків, можуть конфліктувати з бактеріями, які є в організмі сільськогосподарської тварини. Це відбувається коли різні за видами бактерії конкурують за простір в тілі тварини та за необхідні поживні для них речовини. Наслідком цього є різноманітна реакція кожної особи на дію препарату, що проявляється у різній кількості продукції. Так у коровах при використанні пробіотиків виходить різна кількість молока, що в середньому складає 5,5-9,2%, при тих самих витратах корму перед використанням пробіотиків. Також змінюється хімічний склад молока. Так вміст жиру та білку в молоці може як зменшитися, так і збільшитися, в залежності від реакції організму на препарат [15-18].

За вище зазначених причин використання пробіотиків може бути недоцільним, тому необхідно знайти препарат, на основі якого, можна збільшити об'єм вирощувальної продукції тваринництва. Так наприклад використовують препарати на основі частинок металів, а саме їх наночастинки, які збільшують кількість вирощувальної продукції.

Використання наночастинок оксиду заліза є провідним методом для забезпечення вітамінів та доставки їх по організму. Наночастинки, в порівнянні з неорганічними солями заліза, мають менший токсичний вплив на організм та краще засвоюються їм в порівнянні із звичайними елементами.

Так наприклад, використання наночастинок заліза у кормі для птиць-бройлерів збільшує їх масу на 6,2% у першу добу та на 9,4% у четверту добу.

3.2. Використання біологічно-активних речовин в аквакультурі

Біологічно-активні речовини (грец. bios — життя + лат. activus — активний) — це сполуки, які впливають або змінюють певні функції організму (каталітична, енергетична, пластична, регуляторна). БАР в залежності від мети та складу, може впливати на біохімію, фізіологію або генетику тварини під час споживання [9].

В аквакультурі ці речовини додають у комбікорма для поліпшення умов вирощування промислово важливих видів риби, та для збільшення маси тіла за менший період вирощування.

З часом було виявлено, що елементи в біологічних добавках у вигляді розчинів солей сприяють токсичній дії, що може призвести до загибелі риби. Рішенням цієї проблеми стало використання наночастинок елементів (порошок), що знижують вірогідність токсичної дії на організм риби та є більш екологічними.

В аквакультурі постійно йде розвиток та вдосконалення методів вирощування, технічних засобів та оптимізація годівлі для отримання більшої кількості продукції та збільшення приросту маси тіла риби за менш короткий час. Комбікорма напряму впливають на ріст і розвиток риби під час вирощування в контрольованих умовах. При годівлі риби спеціальними кормами, коли риба вирощується в умовах в яких відсутня природна кормова база, необхідно підібрати корм за певною рецептурою, щоб отримати бажаний результат та оптимальний приріст маси. Для покращення результатів використовують добавки у вигляді біологічно-активних речовин та пробіотиків, які посилюють в організмі утворення необхідних сполук та

речовин, наприклад, при додаванні наночастинок заліза збільшується кількість гемоглобіну в крові [50-52].

3.3 Потрапляння заліза та її локалізація в організмі риби

Організм риби потребує постійного постачання макро- та мікроелементів для забезпечення оптимальної життєдіяльності. Риба поглинає з води всі хімічні речовини які безпосередньо знаходяться у водному середовищі. В залежності від вмісту речовин у воді, утворюється відповідний

вміст хімічних речовин в тілі риби. Саме по цій причині важливо дотримуватись стандартів та норм хімічного складу речовин в воді, відповідно до видів, які перебувають у водоймі, та заподіяти заходи, які запобігають потраплянню або утворенню шкідливих речовин або підвищення дози вже існуючих, щоб вони не перетворилися на шкідливі речовини токсичної дії.

Хімічний склад водного середовища утворюється в залежності від скиду сільськогосподарських та промислових відходів, наявність певних видів представників рослинного та тваринного світу, які в залежності від своїх потреб утворюють певний хімічний склад водойми.

Скид сільськогосподарських та промислових відходів є прямим постачальником важких металів та шкідливих речовин, що може зіпсувати стан водойми та призводить до зниження кількості популяції видів або їх повного зникнення з водойми при нерегульованому скиду відходів.

Для прикладу можна привести р. Дністер в якій перебуває чорноморська стерлядь, яка занесена до Червоної книги України. Причиною зменшення популяції стерляді є ненормативний скид сільськогосподарських та

промислових відходів, що призводить до знищення природних нерестовищ, зменшення особин у річці та ускладнення нересту стерляді.

Організм риби постійно потребує постачання речовин (макро- та мікроелементів) для забезпечення своїх потреб та дотримування оптимального стану організму. Органи та тканини в залежності від їх призначення потребують певні хімічні елементи в певних кількостях.

Перший контакт з хімічним складом води мають зябра, які в свою чергу, профільтровують воду та переносять макро- та мікроелементи в організм риби.

На кожний орган та тканину виділяється певна кількість хімічних речовин.

Так важкі метали локалізуються в таких органах та тканинах: зябра, луска, кров, м'язи, серце, печінка та гонади. Зябра здійснюють фільтраційну функцію, пропускаючи речовини з води до внутрішніх органів риби. Луска має захисну функцію. Саме по зябрам та лусці оцінюється стан водойми за її хімічним складом.

Кров виконує транспортну функцію, через неї проходить усі речовини для забезпечення організму. М'язи виконують депонуючу функцію – утримання хімічних елементів на певний час. Печінка виконує як функцію біоаккумуляції та забезпечення обміну речовин по організму.

При нестачі певних елементів, печінка виділяє їх у організм, потім ці речовини транспортуються через кров у місце призначення. Печінка та серце також виконують ідентифікаційну функцію, що дозволяє їм визначати забруднення води важкими металами.

Як було зазначено вище, певні хімічні елементи, а саме метали, виконують певну функцію у тлі риб. Серед металів, які необхідні для оптимальної життєдіяльності у водному середовищі є: мідь, цинк, кобальт, марганець, нікель, кадмій, свинець, залізо [11,19,21,47,49,51].

Мідь приймає участь у дуже важливій функції організму, це синтез гемоглобіну. Вміст міді в організмі регулюється центральною нервовою системою, а також залозами внутрішньої секреції. В печінці знаходиться велика кількість міді, причиною того, являє знаходження в ній клітинів гепатоциту, які відіграють ключову роль в обміні міді. Вміст міді в печінці стерляді в середньому становить 20,01 мг/кг. Також мідь знаходиться в зябрах, кількість складає 9,46 мг/кг, в нирках – 9,95 мг/кг, в кишечнику – 12,44 мг/кг сухої речовини. Зябра та нирки містять в 2,1 рази менше міді ніж у печінці, у кишечнику – менше в 1,6 рази. У той же час відносно високі показники вмісту міді в печінці, нирках, зябрах, стінках кишечника свідчать про те, що процес кровотворення у стерляді перебуває у пригніченому стані. Вміст міді в гонадах самок та самців стерляді в середньому становив $9,79 \pm 0,8$ мг/кг, причому найвищі значення відзначені у самців – $11,74 \pm 0,7$ мг/кг.

Цинк входить до складу багатьох ферментів риби. Найбільша потреба у цинку спостерігається в період інтенсивного росту та статевого дозрівання риби. Найбільше цинку, як і міді, спостерігається також в печінці стерляді, а саме 98,27 мг/кг сухої речовини. Також високий вміст цинку виявилось в кишечнику – 127,97 мг/кг сухої речовини, що, мабуть, пов'язане із вмістом цинку в кормових організмах, якими харчується стерлядь. Трошки меншим вмістом цинку відзначились гонади – 48,92 мг/кг сухої речовини, у самців визначається його переважання. Накопичення цинку в гонадах під час переднерестового періоду пов'язане, з присутністю високоактивних металорганічних комплексів та ферментів.

Марганець пов'язаний з ферментами, гормонами, вітамінами і бере участь у біологічному каталізі, стимулюючи білковий, вуглеводний та ліпідний обмін. Марганець значно впливає на ріст, розмноження, кровотворення у риб. Регулюванням марганцю в тілі риби визначається

нервовою та ендокринною системою. В тілі стерляді марганцю спостерігається дуже мало, що пояснюється малим його накопиченням в організмі. Вміст марганцю становить 6,04 мг/кг сухої речовини.

Кобальт, як і залізо, впливає на процес кровотворення. Надлишок кобальту, навпаки, пригнічує гемопоез, а за його нестачі розвивається анемія. Фізіологічні дози кобальту стимулюють утворення гемоглобіну в еритроцитах. Вміст цього елемента виявлено у печінці і становить 1,87 мг/кг сухої речовини, а у м'язах – 0,34 мг/кг сухої речовини. Слід зазначити, що

основною біологічною функцією кобальту в організмі тварин є його присутність у молекулі вітаміну В12, оскільки, на думку багатьох дослідників, дефіцит вітаміну В12 в організмі є наслідком недостатнього надходження кобальту в організм із харчуванням. Вітамін В12 утворюється в печінці, і нестача у ній кобальту може викликати авітаміноз та анемію крові різного ступеня.

Нікель утворює гемоглобін, ферментні елементи еритроцитів, що схоже за дією заліза та кобальту. Нестача його в організмі призводить до затримки зростання, підвищеної смертності виробників та їх потомства, зниження рівня гемоглобіну. Вміст нікелю у плідників стерляді невисокий але вищий, ніж вміст кобальту. Максимальні значення вмісту нікелю в органах спостерігаються у пілоричній залозі – 6,49 мг/кг сухої речовини, мінімальні – у зябрах – 0,92 мг/кг сухої речовини. В печінці вміст нікелю становить – 2,14-10,57 мг/кг.

Свинець спостерігається у всіх органах та тканинах, причому максимальна його кількість виявлена у зябрах – 3,76 мг/кг сухої речовини. Високий вміст свинцю виявлено також у м'язах, нирках – 1,81 та 1,79 мг/кг сухої речовини відповідно і пілоричній залозі та печінці – 1,60 та 1,29 мг/кг сухої речовини відповідно.

Кадмій – один із продуктів радіоактивного розпаду. При фонових концентраціях у навколишньому середовищі він накопичується насамперед у нирках та печінці. Якщо кадмій надходить в організм у вигляді солей, то його накопичення спостерігається насамперед у печінці. Якщо ж його вводять в організм у складі металоїдину, підвищення концентрації кадмію відзначається в нирках. У пшідників стерляді кадмій накопичується переважно у печінці, вміст становить – 1,77 мг/кг сухої речовини, у кишкоцику – 1,21 мг/кг сухої речовини, та у нирках – 0,89 мг/кг сухої речовини. Мінімальна кількість цього мікроелемента виявлена у м'язах – 0,38 мг/кг сухої речовини. Як відомо, кадмій довго зберігається в організмі, маючи надзвичайно тривалий період виведення. Велика кількість кадмію у тканинах сприяє негативному впливу на якість статевих продуктів та майбутнього потомства.

Залізо виводиться з організму в основному через шлунково-кишковий тракт та нирки. У стерляді найбільша кількість цього елемента містить печінка – $386,13 \pm 1,6$ мг/кг сухої речовини. Кількість заліза у зябрах становить – $171,13 \pm 1,4$ мг/кг, у нирках цей показник досягає – $159,93 \pm 2,7$ мг/кг сухої речовини. Значний вміст заліза в зябрах та нирках обумовлено участю цих органів у гемопоезі та їх інтенсивним кровопостачанням. У статевозрілих особин стерляді рівень вмісту заліза у гонадах становить – 63,86 мг/кг. Це свідчить про те, що інтенсивний процес кровопостачання гонад у переднерестовий період сприяє нагромадженню в них заліза. Необхідно відзначити, що резервне залізо, депоноване в печінці у вигляді складних залізобілкових комплексів, витрачається насамперед на утворення пігментів крові [49-52].

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Аквакультура, як джерело постачання рибної продукції завдяки використанню інтенсивних технологій вирощування та засобів, що дозволяє за менший проміжок часу отримати продукцію, це потребує вдосконалень та впровадження нових та засобів для поліпшення умов вирощування та отримання високоякісної продукції.

Запровадження використання біологічно-активних препаратів на постійній основі може дозволити господарствам володіти більшим контролем за умовами вирощування, що також дозволить отримувати більш якісну товарну продукцію.

Використання в аквакультурі наночастинки оксиду заліза з додаванням до них біологічно-активних речовин або пробіотиків забезпечує збільшення кількості гемоглобіну в крові, макро- та мікроелементів.

На підставі аналізу джерел науково-технічної інформації було встановлено, що застосування нанопрепаратів металів є перспективним напрямком інтенсифікації в аквакультурі. При використанні в кормах для риб наночастинок оксиду заліза, які мають підвищену біологічно-активну дію, у порівнянні із солями заліза, збільшиться маса тіла риби, покращиться обмін речовин, знизиться вірогідність токсичного отруєння без зменшення кількості кормі.

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрющенко А.І., Вовк Н.І. Аквакультура штучних водойм
Частина II Індустріальна аквакультура: підручник. Київ, 2014. 586

2. Андрющенко А.І. Аквакультура штучних водойм Частина

I «Ставова аквакультура»: підручник. Київ, 2015. 648 с.

3. Дехтярьов П.А., Євтушенко М.Ю., Шерман І.М. Фізіологія
риб: підручник, 2010. 315 с.

4. Маренков О.М. Проблеми функціонування та підвищення
біопродуктивності водних екосистем: мат-ли III Міжнар. наук.-
практ конф., присвяченої (25-27 березня 2020 р., м. Дніпро).
Дніпро: Видавець Білка К.О., 2020. 144 с.

5. СОУ 05.01-37-385:2006

6. Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. Фізіологія людини і
тварин: підручник. Вища шк., 2003. 463 с.

7. Шекк П.В. Індустріальне рибництво: підручник, 2017. 280 с.

8. Шерман І.М., Пилипенко Ю.В., Шевченко П.Г. Загальна
іхтіологія: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2009. 432 с.

9.

9.Абросимова Н.А., Абросимов С.С., Саенко Е.М. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры: учебник. Ростов-на-Дону: "Медиа-Полис", 2007. 147 с.

10.Васильев А.А., Кузнецов М.Ю., Сивохина Л.А., Поддубная И.В.

Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы II национальной научно-практической конференции. Санкт-Петербург: ООО "ЦеСАин", 2017. 188 с.

11.Влияние физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных экосистемах /Давыдова О.А., Климов Е.С., Ваганова Е.С., Ваганов А.С. Ульяновск: УлГТУ, 2014. 167 с.

12.Расс Т.С. Жизнь животных. Том 4, часть 1. Рыбы: "Просвещение", 1971. 710 с.

13.Романенко В.Д. Основы гидроэкологии: учебн. для студентов высших учебных заведений. Генега, 2004. 664 с.

14.Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб: технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре №558. Анкара: ФАО, 2011. 297 с.

15. Демєнєска Н.М. Вплив використання біологічно-активних добавок у годівлі корів на кількість та хімічний склад молока. Науковий вісник Асканія-Нова, 2008 р. С. 66-71.

16. Для корів і телят – пробіотики "Ентеронормін" і "ЕнтеронормінДетокс". Тваринництво сьогодні 2018 р. №6. С. 404-407.

17. Кузьменко О.А., Бомко В.С. Вплив мананоогігосахаридів на склад мікрофлори травного каналу у молодняку свиней: Матеріал науково-практичної конференції "Аграрна 5 освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту: Сучасний розвиток ветеринарної медицини та технологій тваринництва. Інноваційні технології в харчових технологіях". Біла Церква, 27–28 вересня. 2018 р. С. 29-31.

18. Харко М.В., Денькович Б.С., Півторак Я.І., Наумюк О.С., Петришак Р.А. Голодюк І.П. Молочна продуктивність та обмінні процеси в організмі корів за використання в структурі раціону препарату "Biosprint". Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені Ґжицького С.З. 2017 р. Том №19. С. 122-126.

19. Алексєєв В.А., Немцева Е.Ю. Повышение продуктивности цыплят-бройлеров при использовании в их рационах цеолитсодержащего препарата "Пермаит". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования "Ульяновский государственный аграрный университет имени Столыпина П.А.". 2017. №3. С. 105-108.

20. Андреев В.В. Микроэлементный состав органов и тканей севрюги в морской и речной периоды жизненного цикла. Федеральное

государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный технический университет". 2011. №1. С. 7.

21. Бедняков Д.А., Невалённая Л.А., Новинский В.Ю. Влияние ионов металлов на ферменты мембранного пищеварения белуги, стерляди и их гибридов – бестера и стербела. Федеральное

государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный технический университет". 2011. №2. С. 74-77.

22. Буяров В.С., Юшкова Ю.А. Эффективность применения биологически активных добавок в рыбоводстве. Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Орловский государственный аграрный университет имени Парахина Н.В.". 2016. №3. С. 30-39.

23. Воробьев В.И., Каниева Н.А., Воробьев Д.В., Осипова Л.А.

Биогенная миграция микроэлементов в онтогенез белуги (*Huso huso*) в условиях Нижней Волги. Федеральное

государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный технический университет". 2006. №3. С. 125-129.

24. Жаткандаева Д.М., Койчибаева С.Л., Булавина Н.Б., Мукрамова А.А., Ссатыбалдиева А.С., Нурсейтова А.У., Балиева Э.А.,

Омарова Ж.С. Испытание в аквакультуре биологически активных веществ, повышающих иммунное состояние рыб. Всероссийский

научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного

учреждение "Федеральный научный центр – Всероссийский

научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени Скрябина К.И. и Коваленко Я.Р. Российской академии наук". 2013. №14. С. 4.

25. Зайцев В.Ф., Агабабова Н.Г. Динамика накопление металла в органах и тканях осетровых рыб северной части каспийского моря. Федеральное государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования "Астраханский государственный технический университет". 2006. №6. С. 6.

26. Зайцев В.Ф., Щербакова Е.Н. Накопление и распределение некоторых тяжелых металлов в органах и тканях белуги (Huso huso).

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

"Астраханский государственный технический университет". 2005.

№3. С. 190-193.

27. Зайцев В.Ф., Щербакова Е.Н. Содержание некоторых тяжелых

металлов в органах и тканях волжской стерляди (*a. stellarus*).

Федеральное государственное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования "Астраханский
 государственный технический университет". 2006. №3. С. 119-124.

28. Кононенко С.И., Юрина Н.А., Максим Е.А. Применение
 пробиотиков "Бацелл" и "Споротермин" в рационах молоди
 осетровых рыб. Федеральное государственное бюджетное научное
 учреждение "Северо-Кавказский научно-исследовательский
 институт животноводства". 2016. Том 5, №1. С. 5.

29. Кочунов А.А., Металов Г.Ф., Григорьев В.А., Ковальова А.В.
 Динамика биохимического состава тела и половых продуктов
 стерляди (*Acipenserruthenuslinnaeus*, 1758). Федеральное
 государственное учреждение высшего профессионального
 образования "Астраханский государственный технический
 университет". 2012. №1. С. 136-143.

30. Максим Е.А., Юрина Н.А., Юрин Д.А., Мачнеча Н.Л. Способ
 выращивания молоди осетровых рыб с использованием
 пробиотиков. Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования "Камчатский
 государственный технический университет". 2017. №40. С. 10.

31. Металов Г.Ф., Левина О.А., Григорьев В.А., Ковалёва А.В.
 Биологически активные добавки в продукционных кормах для
 осетровых пород рыб. Федеральное государственное
 образовательное учреждение высшего профессионального

образование "Астраханский государственный технический университет". 2013. №3. С. 146-152.

32. Мирошникова Е.П., Ариджанов А.Е., Килякова Ю.В.,
Мирошникова М.С., Маленкина К.А. Гематологические
параметры молоди стерляди на фоне совместного использования
культуры *Bacillus subtilis* и наночастиц сплава Cu-Zn. Федеральное
государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный
научный центр биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук". 2018. Том 101, №3. С. 100-109.

33. Мирошникова Е.П., Ариджанов А.Е., Килякова Ю.В. Особенности
обмена химических элементов в организме рыб при введении в
рацион биодобавок и наночастиц железа. Федеральное
государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "Оренбургский государственный
университет". 2017. №6. С. 80-84.

34. Мирошникова Е.П., Ариджанов А.Е., Глущенко Н.В., Василевская
С.П. Обмен химических элементов в организме карпа при
использовании наночастиц кобальта и железа в корме.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Оренбургский
государственный университет". 2012. №6. С. 170-175.

35. Мирошникова Е.П., Ариджанов А.Е., Киляков Ю.В. Изменение
гематологических параметров карпа под влиянием наночастиц

металлов. ООО "Редакция журнала" Достижения науки и техники АПК". 2013. №5. С. 55-57.

36. Петрова Е.В., Дресвянников А.Ф., Цыганова М.А., Губайдуллина

А.М., Вассерман Д.В., Наумкина Н.И. Физико-химические свойства наночастиц железа, полученных химическим и электрохимическим способами. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Казанский национальный исследовательский технологический университет". 2009. №2. С. 24-32.

37. Плутахин Г.А., Мачнева Н.Л., Трохимчук Н.И. Интенсификация

культивирования хлореллы с использованием нано-частиц железа.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Кубанский государственный аграрный университет имени Трубилина И.Т. 2017. №126. С. 15.

38. Сизова Е.А., Мирошников С.А., Лебедев С.В., Кудашева А.В.,

Рябов Н.И. О перспективности нанопрепаратов на основе сплавов микроэлементов-антагонистов (на примере Fe и Co). Редакция журнала "Сельскохозяйственная биология". 2016. Том 51, №4. С. 553-562.

39. Спирина Е.В., Романова Е.М., Романов В.В., Любомирова В.Н.

Регуляция антиоксидантной системы рыб биологически активными кормовыми добавками. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Ульяновский государственный аграрный университет имени Столыпина П.А.". 2021. №4. С. 113-118.

40. Томилина И.И., Гремячих В.А., Гребенюк Л.П., Головкина Е.И.,

Клевлева Т.Р. Токсикологическое исследование металлических и металлооксидных наночастиц. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Институт биологии внутренних вод им. Папанина И.Д. Российской академии наук". 2017. №78. С.

19.

41. Шабоянц Н.Г. Особенности межорганного распределения микроэлементов у севрюги, выращенной в искусственных условиях. Федеральное государственное образовательное

учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный технический университет". 2017. №2 С. 122-129.

42. Шабоянц Н.Г., Шипулин С.В., Мелякина Э.И. Сравнительная

характеристика микроэлементного состава некоторых органов осетровых рыб в прудовых условиях. Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный технический университет". 2010. №1. С. 5.

43. Шиян А.А. Влияние нанопорошков оксидов металлов на успех прохождения личиночных стадий развития озерной лягушки (Ranaridibundapall.) Федеральное государственное

образовательное учреждение высшего образования Кубанский

государственный аграрный университет имени Трубилина И.Т.
2011. №66. С. 11.

НУБІП України

44. Шленкина Т.М., Романова Е.М., Романов В.В., Любомирова В.Н.

Иммуномодулирующие свойства ряда биологически активных кормовых добавок. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ульяновский

государственный аграрный университет имени Столыпина П.А."

2021. №4. С. 130-135.

НУБІП України

45. Щербакова Е.Н. Изменения содержания некоторых тяжелых металлов в органах и тканях русского осетра

(*Acipenser guldentstadtii* Brandt) с возрастом. Федеральное

государственное образовательное учреждение высшего

профессионального образования "Астраханский государственный технический университет". 2004. №2. С. 6.

НУБІП України

46. Ярушева Е.В., Мирошников С.А. Продуктивное действие совместного использования препаратов наночастиц железа и аргинина в питании цыплят-бройлеров. Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования "Оренбургский государственный аграрный университет". 2015. №5. С. 158-160.

НУБІП України

47. Ярушева Е.В., Мирошников С.А., Косян Д.Б., Сизова Е.А.

Наночастицы Fe в сочетании с аминокислотами изменяют

продуктивные и иммунологические показатели у цыплят-

НУБІП України

бройлеров. Редакция журнала "Сельскохозяйственная биология".

2016. Том 51, №6. С. 912-920.

48. Яушева Е.В., Мирошников С.А., Кван О.В. Оценка влияния

наночастиц металлов на морфологические показатели

периферической крови животных. Федеральное государственное

учреждение высшего образования "Оренбургский

государственный университет". 2013. №12. С. 203-207.

49. Abdul R.B., Michaela F., Marek R., Brian M., Tomas T., Mujahid

A.S., Roman F., Martin P. Delivery of iron oxide nanoparticles into

primordial germ cells in sturgeon. MDPI, 2019. Volume 9 Iss. 8, P.

10.

50. Ali N., Chakoli, Masud Sadeghzadeh. Recent trends in biomedical and

pharmaceutical industry due to engineered nanomaterials. Nuclear

Science and Technology Research Institute. 2018. Chapter 27, part 4.

P. 499-519.

51. Sophie Laurent, Delphine Forge, Marc Port, Alain Roch, Caroline

Robic, Luce Vander Elst, Robert N. Muller. Magnetic iron oxide

nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Vectorization,

Physicochemical Characterization, and Biological Application. 2008.

Vil. 108 Iss. 6. P. 2064-2110.

52. Srinivasan P., Saravana B., Rajkumar G., Sargurunathan T., Mura

lisankar T. Effects of dietary iron oxide nanoparticles on the growth

performance, biochemical constituents and physiological stress

responses of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*
post-larvae. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies.
2016, Part 4, P. 170-182.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП УКРАЇНИ

ДОДАТКИ

Результати електричної мікроскопії оксиду заліза [36, с. 26]

Спосіб отримання	№	Розподіл наночастинок по розмірам
Хімічний	1.	<ul style="list-style-type: none"> – частинки: розмір 60-100 нм, з нечітким розмітим обмеженням – прозорі частинки з темним вкрапленнями, розмір включень 20-30 нм.
	2.	<ul style="list-style-type: none"> – тонкозернисті частинки 20-40 нм. – подовженнопластинні частинки шириною ~ 50-100 нм., довжиною 500 нм. – частинки псевдотрубчастої структури шириною (діаметром) 30-60 нм., довжиною до 500 нм.
	3.	<ul style="list-style-type: none"> – частинки псевдотрубчастої форми шириною 20-30 нм., довжиною до 600 нм. – подовженнопластинні частинки розміром ~ 200x800 нм.
	4.	<ul style="list-style-type: none"> – частинки тонкозернистої структури розміром 20-40 нм.
	5.	<ul style="list-style-type: none"> – частинки з нечіткою, псевдогексагональним обмеженням, розміром ~ 120-140 нм. – ізометричні частинки зі слідами обмеження, розмір 20-70 нм. – напівпрозора аморфна субстанція, на фоні якої темні скупчення розміром до 3-4 нм.
Електричний	6.	<ul style="list-style-type: none"> – вузькопластинні частинки шириною 15-30 нм., довжина сягає 400 нм.; на пластинках – темні штриховані включення і рідше – круглі отвори діаметром ~ 10-15 нм. – напівпрозорі ізотермічні частинки зі слідами обмеження розміром 120-300 нм.

Вплив іонів металів на активність травних ферментів слизової оболонки кишечника [21, с. 75]

Рівень впливу ферментів, мкмоль/(г/хв)

Контроль			З додаванням Fe		
Мальтаза	Казеїнолітична протеїнази	Лужна фосфатаза	Мальтаза	Казеїнолітична протеїнази	Лужна фосфатаза
13,29±0,08	6,17±0,06	0,53±0,01	12,61±0,08	6,37±0,04	0,85±0,01

Вплив препаратів на збільшення маси коропа [33, с. 82]

Грпа	Маси риб на початку експерименту	Маси риб в кінці експерименту	Абсолютний приріст, г
Контроль	22,3±0,5	36,6±1,1	14,3
1	22,5±0,6	38,7±0,5	16,2
2	22,3±0,5	38,5±1,3	16,2
3	22,5±0,6	46,8±1,2	24,3

Зміна вмісту макроелементів під впливом введення препаратів з наночастинками заліза [33, с. 82]

Елемент	Група			
	Контроль	1	2	3
Ca	52745±1738	74868±2332	38925±1101	131127±3570
K	57312±1739	61988±2332	57650±1630	92763±2236
Mg	4612±152	5486±171	4850±137	9745±235
Na	17330±571	22040±687	19575±554	34669±836
P	50074±1651	66241±2064	51900±1468	100545±2628

Зміна вмісту мікроелементів під впливом введення препаратів з наночастинками заліза [33, с. 83]

Елемент	Група			
	Контроль	1	2	3
Cr	0,913±0,03	0,967±0,03	0,750±0,02	1,249±0,03
Cu	11,19±0,37	13,29±0,41	12,75±0,36	20,61±0,50
Co	0,228±0,008	0,242±0,007	0,250±0,007	0,625±0,015
Fe	275±9	281±8,6	262±7,4	435±10,1
I	6,39±0,21	6,04±0,19	6,49±0,18	6,56±0,16
Mn	11,65±0,38	20,06±0,63	14,75±0,42	43,10±0,09
Se	2,06±0,068	2,42±0,075	2,25±0,064	3,75±0,09
Zn	669±22	897±28	953±27	1509±36