

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра Водних біоресурсів та  
аквакультури

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: Рибницько–біологічні особливості ремонтно–маточного стада  
райдужной форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) сформованого в  
умовах індустріального господарства

Виконав студент 2 року групи МВБ 61  
спеціальності 207 Водні біоресурси та аквакультура  
Камінський Євген Вікторович

Керівник д., с-г.н., проф.  
Шекк Павло Володимирович

Рецензент

Одеса 2020

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.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

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

Римарьов Олексій Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема Рибницько-біологічні особливості ремонтно-маточного стада райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) сформованого в умовах індустріального господарства

керівник роботи Шекк Павло Володимирович, д., с-г.н., проф. \_\_\_\_\_,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ \_\_\_ ” листопада 2020 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Робота присвячена дослідженню рибницько-біологічних характеристик ремонтно-маточного стада райдужної форелі

Мета роботи: удосконалення методів формування та вирощування ремонтно-маточного стада райдужної форелі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз наявної в літературі інформації щодо методів формування та вирощування ремонтно-маточного стада райдужної форелі

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 \_\_\_\_\_ 02.11.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
<b>1</b>	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання першого розділу магістерської роботи	02-20.10.20	88	добре
<b>2</b>	Екстер'єрні, рибницько-біологічні та репродуктивні характеристики ремонтно-маточного стада форелі. Написання другого розділу магістерської роботи	20-25.10.20	90	відмінно
<b>3</b>	Рубіжна атестація	25-30.10.20	90	відмінно
<b>4</b>	Аналіз якості плідників за нащадками. Написання третього розділу магістерської роботи	1-10.11.20	92	відмінно
<b>5</b>	Аналіз та узагальнення отриманих результатів дослідження. Формулювання висновків за результатами магістерської роботи	10-15.11.20	90	відмінно.
<b>6</b>	Оформлення магістерської роботи	15-20.11.20	90	добре.
<b>7</b>	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	20-30.11.20	93	відмінно.
<b>8</b>	Перевірка роботи завідувачем кафедри	01.12.20		
<b>9</b>	Перевірка на плагіат	05.12.20		
<b>10</b>	Надання рецензенту перевіреної на кафедрі роботи	10-13.12.20		
<b>11</b>	Попередній захист роботи на кафедрі	16.12.20		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>91</b>	відмінно

Студент \_\_\_\_\_ Камінський Є. В.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Шекк П.В.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### **РИБНИЦЬКО–БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТНО – МАТОЧНОГО СТАДА РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) СФОРМОІВАНОВОГО В УМОВАХ ІНДУСТРІАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА**

**Камінський Є. В., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури**

Проведено порівняльний аналіз продуктивних ознак та досліджено основні відтворювальні властивості різних вікових категорій плідників райдужної форелі, вирощених в індустріальному господарстві з комбінованим водопостачанням.

Встановлено, що вода в дослідному господарстві відноситься до гідрокарбонатного класу групи кальцію. В період досліджень основні гідрохімічні показники не перевищували нормативних значень. Температурні показники відповідали сезонній динаміці.

Виявлено, що під час нерестової кампанії 10,4% самиць досягли статевої зрілості у віці двох років при середніх показниках маси –  $720 \pm 158,0$  г., робочій плодючості – 2,3 тис. ікринок, маси продукрованої ікри – 84,4 г., запліднення ікри 90,5%, виживання ембріонів – 60,2%.

Відмічено, що отримані нащадки від даних плідників характеризувалися посередніми показниками. Так, середній показник маси тіла личинок у віці 45 діб за середнього показника виживання 47,7% становив  $974,5 \pm 86,87$  мг.

Встановлено, що самиці райдужної форелі у віці 3-х років упродовж періоду досліджень характеризувалися помірними показниками темпу росту. Отримані результати щодо аналізу репродуктивних показників трирічних самиць суперечать даним багатьох дослідників стосовно використання їхніх статевих продуктів в нересті. В класичній технології формування маточного стада відбувається у віці трьох років, а основу мають складати плідники 4–6-ти років. При цьому, варто зазначити, що у самиць з віком репродуктивні

показники мають негативну динаміку, тому їх не рекомендується використовувати.

*Ключові слова:* райдужна форель, ремонтно-маточне стадо, плодючість робоча, відносна, маса та довжина тіла, якість нащадків

## ANNOTATION

### **RYBNYTSKO-BIOLOGICAL FEATURES OF THE REPAIR-UTERINE HERD OF THE RAINBOW TROUT *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) FORMED IN THE INDUSTRIAL INDUSTRY**

**Kaminsky EV, Master of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture**

A comparative analysis of productive traits is carried out and the main reproductive properties of different age categories of rainbow trout breeders grown in an industrial economy with combined water supply are investigated. It is established that water in the experimental farm belongs to the hydrocarbonate class of the calcium group. During the study period, the main hydrochemical parameters did not exceed the normative values.

Temperature indicators corresponded to seasonal dynamics. It was found that during the spawning campaign 10.4% of females reached sexual maturity at the age of two years with an average weight of  $720 \pm 158.0$  g, working fertility - 2.3 thousand eggs, weight of eggs produced - 84.4 g, fertilization of eggs 90.5%, survival of embryos - 60.2%. It is noted that the offspring obtained from these breeders were characterized by mediocre indicators.

Thus, the average body weight of larvae at the age of 45 days with an average survival rate of 47.7% was  $974.5 \pm 86.87$  mg. It was found that female rainbow trout at the age of 3 years during the study period were characterized by moderate growth rates. The results obtained on the analysis of reproductive performance of three-year-old females contradict the data of many researchers regarding the use of their sexual products in spawning. In the classical technology,

the formation of the uterine herd occurs at the age of three years, and the basis should be the offspring of 4-6 years. However, it should be noted that in females with age, reproductive performance has a negative trend, so they are not recommended.

*Key words:* rainbow trout, repair and breeding herd, working fertility, relative, body weight and length, quality of offspring

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	<b>5</b>
<b>1. СТАН ДОСЛІДЖЕННОСТІ ПИТАННЯ</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Загальна рибницько-біологічна характеристика струмкової форелі</b>	<b>7</b>
<b>1.2. Вирощування струмкової форелі в аквакультурі</b>	<b>15</b>
<b>2. МІСЦЕ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>27</b>
<b>2.1 База досліджень</b>	<b>27</b>
<b>2.2. Рибницько-біологічний аналіз та штучне відтворення</b>	<b>28</b>
<b>3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>35</b>
<b>3.1. Якість води в період вирощування струмкової форелі</b>	<b>35</b>
<b>3.2. Ріст струмкової форелі в індустріальних умовах до досягнення статевої зрілості</b>	<b>38</b>
<b>3.3. Морфометрична характеристика плідників струмкової форелі</b>	<b>43</b>
<b>3.4 Рибницька характеристика плідників струмкової форелі</b>	<b>47</b>
<b>3.5. Репродуктивна характеристика плідників струмкової форелі</b>	<b>50</b>
<b>3.5.1 Моніторинг репродуктивних показників 3–5-літніх плідників струмкової форелі</b>	<b>55</b>
<b>4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>62</b>

<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>66</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>68</b>



## ВСТУП

**Актуальність теми.** В річках Карпатського регіону мешкає аборигенний вид лососевих – струмкова форель (*Salmo trutta m. fario* L.). Сьогодні чисельність цього цінного представника лососевих в карпатських річках неухильно зменшується. Причиною тому зростання антропогенного впливу на вкрай вразливі гірські ріки, браконьєрство та нерегульоване любительське рибальство.

Саме тому природна популяція *S. trutta* сьогодні представлена представниками молодших вікових груп (річниками та дволітками) рибі старшого віку зустрічаються вкрай рідко та поодинокі [1-2].

Критичний стан популяції лососевих в регіоні виник внаслідок зростання промислового, побутового забруднення та гідротехнічної забудови рік [3], а також в результаті нерегульованого вилову плідників [4]. Сприяє погіршенню стану природної популяції також відсутності штучного зарибнення природних водойм.

В зв'язку з цим актуальним є виконання комплексу робіт з відновлення чисельності аборигенної популяції струмкової форелі шляхом її штучного відтворення в умовах індустріальної аквакультури.

Відтворення *S. trutta* стримує відсутність ефективної біотехнології відтворення цього аборигенного виду форелі, а також незацікавленість існуючих приватних форелевих господарств в відновленні природної популяції.

Лососеві на сьогодні складають лише незначну частку в асортименті виробництва аквакультури України (до 7%). Це значною мірою пов'язано з певною складністю та недосконалістю біотехнологій їх відтворення, а також відсутністю продуктивний стад плідників сформованих у контрольованих умовах індустріальних господарств [5].

Аж до середини минулого століття форель *S. trutta* була одним з об'єктів штучного відтворення та товарного вирощування в Європі та західному регіоні України [6].

Ситуація докорінно змінилась після інтродукції в Європу і в Україну райдужної форелі. Цей вид виявився більш швидкорослим та толерантним до несприятливих умов середовища ніж аборигенний вид. Таким чином, форель *S. trutta* втратила своє провідне місце в вітчизняному лососівництві. Немаловажною причиною цього була також недосконалість біотехнології відтворення та вирощування струмкової форелі та відсутність адекватних високоефективних штучних кормів [7].

Зважаючи на практично повну відсутність продуктивних ремонтно-маточних стад струмкової форелі в форелевих господарствах Карпатського регіону одним з найважливіших завдань вітчизняного форелівництва на сьогодні є розробка комплексної технології формування та утримання стада плідників *S. trutta* в умовах індустріальних форелевих господарств. Тільки такий підхід здатен забезпечити ефективне відтворення струмкової форелі.

**Мета дослідження** полягала в розробці принципів та засобів формуванні про ремонтно-маточного стада форелі *S. trutta* в умовах індустріального форелевого господарства.

В ході роботи досліджували особливості росту струмкової форелі, проводилась морфометрична оцінка та репродуктивні показники плідників, струмкової форелі, процес штучного відтворення та розроблялися основи відтворення чисельності популяцій струмкової форелі в річках Карпатського регіону.

*Об'єкт дослідження* — технологічні процеси формування ремонтно-маточного стада та заводське відтворення струмкової форелі.

*Предмет дослідження* — фізико-хімічні параметри водного середовища, морфометричні та репродуктивні показники плідників струмкової форелі, рибницько-біологічні показники молоді на різних етапах вирощування.

В роботі використані матеріали отримані в індустріальному форелевому господарстві підчас проведення робіт з відтворення струмкової форелі. Здобувачем самостійно проведено пошук та аналіз літературних джерел за темою магістрської роботи, здійснено статистичну обробку отриманих матеріалів, виконано їх аналіз та узагальнення.

## 1. СТАН ДОСЛІДЖЕННОСТІ ПИТАННЯ

В загальному обсязі товарної продукції рибництва України частка лососевих не перевищує 1500 т/рік. В останні роки спостерігається тенденція до її зростання. Основним об'єктом розведення є райдужна форель *Oncorhynchus mykiss* Walb., частка якої складає 99%, але у зв'язку з розширенням асортименту делікатесної рибної продукції сьогодні бажаним об'єктом аквакультури в Україні є форель *S. trutta* [5].

Цей вид має реальні перспективи збагатити видову структуру продукції аквакультури в Україні, що сприятиме розширенню асортименту делікатесної продукції для вітчизняного споживача.

### 1.2. Біологія та рибницька характеристика струмкової форелі

Форель струмкова походить від атлантичного лосося кумжі *Salmo trutta* L., є її прісноводною сталою формою. Вважають, що процес перетворення кумжі на форель струмкову та навпаки у ріках, сполучених з морем, відбувається постійно. Із всіх видів лососевих риб в екологічному відношенні кумжа є найбільш пластичним видом. У Європі та Азії розрізняють п'ять філогенетичних груп кумжі (форелі) роду *Salmo*: «атлантичну», «дунайську», «середземноморську», «адриатичну» та «*marmoratus*» [8, 9, 10].

Довгий час кумжу та форель вважали окремими групами риб. Вчені вважали, що струмкова та озерна форелі різні види.

Багаточисельними дослідженнями доведено, що прохідний вид форелі – кумажа при певних умовах здатен перетворюватись на струмкову та озерну форель. Ця трансформація відбувається постійно. Європейська струмкова форель іноді навіть скочується на 300–700 км вниз за течією річок та виходить до простору Середземного та Адриатичного морів, тобто набуває характеристик прохідної форми. Молодь струмкової форелі випущена з

рибницьких заводів у Балтійське море легко набувала сріблястого кольору та поверталися на нерест у вигляді прохідної кумжі [26].

Струмкова форель поширена у гірських ріках Європи, де зустрічається до висоти 2500 м. Зустрічається в Малій Азії, Марокко, Алжирі, Ірані. Розповсюджена від Кольського півострова до Чорного та Азовського морів де зустрічається в ріках Криму, Кубані. В Україні *S. trutta* зустрічається практично в усіх Карпатських ріках, а також у Дністрі та Дніпрі (в р. Березина). Немає струмкової форелі в Японії, у Печорі, в річках Сибіру та на Далекому Сході [12, 13].

Акліматизація струмкової форелі в низці країн Південної півкулі — Аргентині, Новій Зеландії та інших — привела до того, що в річках, куди випускали струмкову форель, утворилися прохідні форма – кума. Цей вид відрізняється від *S. trutta* тим, що нагул його проходить в морі а нерест в ріках.

Форель *S. trutta* живе та відтворюється у річках та струмках, які впадають у море або озеро. У таких водоймах часто зустрічаються різні форми кумжі (морська та озерна). Такі невеликі озера, де зустрічається озерна кума досить розповсюджені у Скандинавії, Карелії та Кольському півострові, та в багатьох озерах Фінляндії.

В результаті багаторічних досліджень фінських вчених було виявлено 250 місць існування популяцій кумжі, в тому числі морської – 33, озерної — 71 та струмкової форелі — 132.

Фінські рибоводи сміливо йдуть на так звані «генетичні» порушення: з 71 популяції озерної кумжі 33 — природні, 25 — змішані та 13 — штучно розведені. З 33 популяцій морської кумжі 10 — природні; 11 — змішані та 12 — штучно розведені. З 132 популяцій струмкової форелі 90 — природні; 33 — змішані та 9 — штучно розведені. Тобто, у Фінляндії йдуть спроби не тільки збереження та відновлення генетично «чистих» популяцій кумжі, а й активне створення як змішаних «нечистих» популяцій, так і штучних [14-16].

Дослідження кумжі у водоймах Фінляндії показало, що тут мешкає 1329 популяцій кумжі і тільки 50% з них є генетично чистими, одна третина — природними та 16% інтродуковані [7-16].

Форель *S. trutta* розповсюджена у верхній течії Дністра, річках і струмках Карпат, зустрічається в деяких річках Криму [17].

У Карпатах розповсюджена до висоти 1000 м над рівнем моря, але в гірських ріках Східної та центральної Європи її можна зустріти до висоти 2,2 тис м над рівнем моря.

Форель *S. trutta* зазвичай риба не зграйна. Невеликі скупчення може утворювати молодь, або статевозрілі особини підчас нересту. Вид осілих риб, але спостерігаються сезонні міграції (навесні у верхні річок, влітку у найглибші місця – на ями або у місцях з похиленими до води деревами, де нижча температура води, ховається під уламками скель та корягами. В спекотну погоду воліє до глибоких місць [18-19].

Струмкова форель риба реофільна. Вибаглива до вмісту кисню у воді. Воліє до мілководних річок та струмків з кам'янистим, або гальково-піщаним дном, швидкою течією та прозорою водою. Оптимальна температура для *S. trutta* – 16–18°C, але витримує короткострокові підвищення температури води до 20-22°C.

Форель *S. trutta* дуже вибаглива до якості водного середовища. Не витримує забруднення води нафтопродуктами, смолами, побутовими відходами мінеральні добрива, отрутохімікати та іншими речовинами. Навіть незначні концентрації цих забруднювачів у воді веде до зникнення *S. trutta*. Її кількості, як форель з неї швидко зникає. Найчутливішою до забруднення води є ранні стадії – ікра, ембріони, личинки і мальки. Їхня загибель спостерігається навіть при мінімальному забрудненні [19].

Струмкова форель вкрай чутлива до коливань вмісту кисню у воді, порогове значення становить 3,5 мг/дм<sup>3</sup>. Особливо вимогливі до кисню личинки на початковому етапі розвитку. Чим бідніша вода на кисень, тим повільніший приріст біомаси риб.

Тіло форелі *S. trutta* має торпедоподібну форму. Забарвлення яскраве. Інтенсивність та кольори забарвлення залежать від фізіологічного стану риб та умов середовища (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд струмкової форелі (*Salmo trutta morpha fario* L.)

Забарвлення спини темно-зеленкувате. Боки темно-сірі, або сіро-жовті з інтенсивними дрібними плямами. Черевце сіре або біле з жовтим відтінком. Молодь має сріблястий або темно-блакитні колір [20].

За наявності сприятливих умов струмкова форель росте досить швидко. Середня довжина цьоголіток (з карпатського регіону) – 10 см, маса 21 г. Дволітки при доважені – 20 см досягають маси 68 г. Середня довжина триліток, чотирьохліток, п'ятиліток та шестиричок відповідно 25, 27, 30 та 35 см, а середня вага – 105, 160, 210 та 300 г .

В деяких карпатських озерах (Синівір) та річках (Тиса, Прут та ін.) розміри *S. trutta* можуть бути вдвічі більшими ніж в середньому по регіону, а окремі екземпляри у віці 8–10 років мають довжину 60-70 см. і масу 1,28 кг.

Про те струмкова форель значно поступається за темпом росту дунайському лосося та райдужній [21-22].

Максимальний термін життя струмкової форель – 12 років. Шлюбне вбрання у *S. trutta* виражено слабше ніж у прохідних форм [18, 83, 84]. Самці темніші за розміром від самиць, але мають більш яскраве забарвлення. На нижній щелепі у самців загострена, є епітеліальний горбок. Самиці мають нижню щелепу округлої форми. Під час нересту у плідників потовщується епітелій шкіри [23]. Сім'яники самців – у вигляді великих щільних стрічок молочно-білого кольору. Ястики самиць жовті або помаранчеві з крупною ікрою.

Статевої зрілості форель досягає, зазвичай, у 3-річному віці, але дуже часто дворічні самці містять в собі зрілі молоки, а самиці з ікрою цього ж віку зустрічаються лише за винятково сприятливих умов середовища та якісного живлення [24].

Встановлено, що нерест форелі відбувається не щороку, як думали раніше, а один раз на два роки. Статевозрілі самці зустрічаються рідше, ніж статевозрілі самиці. Нерест проходить в листопаді–грудні і може зміщуватись на 30-40 днів в залежності від кліматичних умов та висоти над рівнем моря. Репродуктивні особливості струмкової форелі вивчені слабо. В ріках південної частини Балтійського регіону та Ладозькому озері абсолютна плодючість форелі складає 281–1124 ікринки (відносна –1,49–4,37 ікринок/г). В річках басейну Ладогои форель має плодючість 310–840 (в середньому 555 ікринок на самицю), а її середня відносна плодючість вдвічі нижча ніж у риб Балтійського басейну.

Форелі *S. trutta* з рік Польщі, має середню відносну плодючість – 3,16 ікринок/г (від 1,56 до 4,71) [25].

Плодючість залежить від віку та розміру самиці. Вперше нерестуючі самиці (L – 18 см, W–100 г) відають 100–150 ікринок (Д- 4,5 мм), а самиці масою 1 кг – до 2 тис.



Максимальна плодючість – до 3000 кл. і більше спостерігається у риб масою 2 кг. У сприятливих природних умовах на третьому році життя самиці досягають 15–20 см та стають статевозрілими. Для всіх форм та підвидів Самицям *S. trutta* (всіх форм та підвидів) притаманне зменшення відносної плодючості та збільшення діаметру ікринки у міру зростання [26-27].

Нерест у риб відбувається на мілководді гірських потоків на глибині 20–30 см в місцях з уповільненою течією (за водоспадами чи порогами, брилами або штучними перепадами).

Нерестові температури для струмкової форелі лежать в діапазоні від 5 до 10°C. Самиці будують гніздо – овальну заглибину ямку у ґрунті, в яке відкладають ікру. З запліднює ікру найбільший та найсильніший самець, хоча поблизу самиці в нерестовий період знаходиться 2-3 особини. Протягом 20–30 хв. після нересту ікринки приклеюються до субстрату (галька камінці, тощо). Самиця закопує ікру для захисту від змивання течією та поїдання хижаками. Ікра форелі має багато природних ворогів. Найбільшу шкоду завдають риби: гольян, щипавка, харіус та, особливо, статевонезріла молодь форелі [28-29].

Після відкладення ікринок риби нічого не їдять та упродовж 5–10 днів після нересту нього, втрачають обережність. Легко стають кормом для хижаків. У зв'язку з великою вразливістю ранніх стадій *S. trutta* та її низькою, зважаючи на цінністю цієї риби, її розводять у Карпатському регіоні штучно [23, 30].

Ембріогенез проходить під шаром ґрунту. Ікра у гнізді добре промивається водою. Розвиток ембріонів триває аж до наступної весни. Тривалість ембріогенезу та зростання личинок форелі істотно залежить від інтенсивності течії води. За проточності води 12 л/хв, маса личинок зростає на 41% більше, ніж у особин за проточності 6 л/хв.

В залежності від температури води ембріогенез триває від 40 до 60 діб. Після вилуплення передличинка майже весь час ховається серед камінців і набуває стадії малька тільки на початку весни (через 60–90 діб). Розвиток та

зростання в цей період проходить за рахунок поживних речовин жовткового мішка. Це зумовлено тим, що взимку їжі для личинок майже немає. Весною мальки струмкової форелі селяться на річок зі спокійною течією та теплою водою. В таких місцях є більше кормів [31, 26].

Форель струмкова *S. trutta* – поліфаг. По мірі зростання рипереходить до хижого способу живлення. Живиться переважно комахами, що літають над водоймами, а також волохокрильцями, листоїдами, павуками, бабками, веснянками, одноденками, які потрапляють у воду, бокоплавами, молюсками, рибою, жабами тощо [29, 32-33].

Інтенсивність живлення знижується в кінці літа на початку осені. Плідники підчас нересту (перша половина листопада) практично не харчуються. У цей період форель упродовж дня майже не з'являється на «кормових ділянках» та проявляє харчову активність тільки вранці та надвечір [20, 34].

У жовтні починається друга фаза зростання інтенсивності живлення статевозрілих особин, яка досягає найбільшої активності у листопаді. У зазначений період спостерігається посилене інтенсивності живлення, що може здійснюватись тричі на добу та супроводжується постійними добовими міграціями у місця скупчення кормових об'єктів струмкової форелі. Підчас нагулу у відповідності з сезонними піками зростання чисельності кормових організмів кормові ділянки струмкової форелі змінюються [34-35]. Зниження харчової активності *S. trutta* спостерігається на початку грудня і триває приблизно до початку квітня [18].

Струмкова форель вибаглива до умов довкілля. Це стало однією з причин скорочення чисельності природних популяцій в минулому столітті. Негативні для виду антропогенні чинники проявилися не лише в забрудненні та надмірному вилученні, а в деяких випадках і повному знищенні репродуктивного покоління, але і в інтенсивному вирубуванні лісів, яке проводилось без дотримання загальноновизнаних правил: заборона трелювання

деревини через ріки без запобіжних мостів, роботи на ріках під час нерестового ходу та інкубації ікри тощо.

Негативним результатом такого впливу стало замулювання нерестовищ та знищення та погіршення природних річкових ґрунтів (зменшення частки оптимальної фракція – 5–10 мм), що звело нанівець природне відтворення. Сучасний стан популяції струмкової форелі знаходиться на межі внесення до Червоної книги України: чисельність виду, згідно з ретроспективними відомостями, знизилась у 13,4 рази, а біомаса – у 42 рази [36-37].

Зокрема, сучасна тенденція щодо пошуку альтернативних джерел енергоносіїв привернула увагу інвесторів до гірських річок, як до найбільш низьковитратної технології отримання електроенергії. Хоча гідроенергетика є відновлюваним джерелом енергії без викидів вуглецю в атмосферу, її роль в досягненні пом'якшення наслідків зміни клімату є обмеженою. При цьому гідроелектростанції справляють негативний вплив на водні екосистеми: будівництво гребель, відбір значної кількості води в дериваційні труби, установка цих труб призводять до порушення рівноваги та зміни русел річок, що, в свою чергу, спричиняє зрушення ґрунтів та ерозійні процеси. Це засвідчили нині існуючі міні-гідроелектростанції (МГЕС) на рр. Теремля, Красна, Тур'я, Чорний Черемош та ін. [19, 73].

Будівництво, яке широко розгортається в регіоні, потребує значної кількості гравію та каміння, яке повсюдно вибирається з рік, оскільки є дешевим будівельним та оздоблювальним матеріалом, не вимагає значних трудових та матеріальних витрат. Крім того, протиповеневі заходи, з метою захисту господарських угідь та поселень від розлиття рік, та на які виділяються значні бюджетні кошти, проводять звичайним нагортанням гравію з ложа ріки в напрямку берегової зони грейдерами та бульдозерами, замість проведення капітальних робіт з укріплення берегів на тривалий термін. Утворені греблі розмиваються черговим паводком, при цьому наслідки для біоценозу ріки є катастрофічними [3,36].

Причини дуже повільного відновлення запасів цього виду в природних акваторіях є низька плодючість, вразливість на стадії раннього онтогенезу та масове браконьєрство, завдяки якому під час нересту виловлюються кращі плідники [22, 37].

Разом з тим, відомостей щодо вивчення біологічних особливостей струмкової форелі у водоймах Карпатського регіону не так і багато.

Таким чином єдиний шлях відновлення природної популяції струмкової форелі в природному ареалі є штучне відтворення. Для цього в умовах індустріальних форелевих господарств необхідно сформувати ремонтно–маточні стада домістекованих з інтактних плідників, розробити та запровадити ефективну біотехнологію штучного відтворення та вирощування [38].

### **1.3. Вирощування струмкової форелі в аквакультурі**

Індустріальне рибництво — це розведення та вирощування риби у контрольованих або напівконтрольованих умовах [39-41]. Рівень інтенсифікації виробничих процесів та обсяг виробництва у форелівництві визначаються кількістю і якістю води (кратністю водообміну в рибницьких місткостях), якістю кормів, способами годівлі, відсотком ручної праці при її вирощуванні, а також видовим складом об'єктів розведення.

Важливим елементом сучасного рибництва є лососеві риби, яких успішно вирощують у садках, басейнах та ставах. Головна умова успішності та ефективності процесу культивування лососевих є оптимальний температурний режим (не вище 20°C), високий вміст розчиненого у воді кисню (не нижче 7–8 мг/дм<sup>3</sup>) [42-43].

Для вирощування струмкової форелі використовують в основному три методи: садковий, басейновий або ставовий та з використанням УЗВ (установки замкнутого водопостачання).

Вирощування форелі в садках – досить простий метод. Садки можуть встановлюватись на глибоких ділянках природних водойм. Важливим аспектом є вибір відповідної водойми, умови якої повинні відповідати фізіологічним вимогам форелі. Така технологія досить перспективна та потребує незначних витрат [5, 39].

Садки бувають стаціонарними, понтонними (плавучими) та секційними. Найбільшою популярністю користуються понтонні. Вони можуть бути мобільними, що забезпечує можливість їх транспортування по водоймі. Утримання риби в садках дозволяє легко проводити сортування, пересадку та вилов риб, спостерігати за їхнім станом та поведінкою. Товарне вирощування форелі в садках може проводитись при щільності до 250 екз./м<sup>3</sup>. При цьому вихід товарної продукції складає 30–50 кг/м<sup>3</sup> [44-45].

Перевага УЗВ перед іншими технологіями розведення струмкової форелі полягає в можливості повного за процесом утримання та вирощування риби. Автоматизований контроль дозволяє своєчасно відстежувати хімічний склад та температуру води. Контролювати поведінку та фізіологічний стан риби. Здійснювати раціональне годування штучними кормами.

Основною перевагою УЗВ є екологічність та мінімальні витрати води, які в середньому складають 100–500 л на 1 кг вирощеної риби. Тобто, джерело потужністю 10 л/с може забезпечити вирощування 100 т на рік товарної продукції. При цьому тверді відходи, які фільтраційне обладнання виводить з системи, є цінним органічним добривом для сільськогосподарських рослин.

При вирощуванні форелі в ставах щільність посадки однорічок складає 1000 екз./га. При розведення в індустріальних умовах при інтенсивній годівлі щільність посадки може зрости у 40–50 і більше разів [5, 39].

Комплекс УЗВ включає в себе ангарні приміщення з басейнами для розміщення форелі, насосні та компресорні установки для циркуляції води, генератори кисню та оксигенатори в кожному з басейнів, механічні фільтри, біологічні фільтри води, автоматичні годівниці тощо [46].

Історія культивування форелі в Україні нараховує понад два століття. Перші форелеві господарства в яких розводили струмкову форель були збудовані в Карпатському регіоні ще у ХІХ столітті[6]. До середини минулого століття *S. trutta* була найпоширенішим видом в гірських річках Карп та Криму [48].

Культивування форелі в Закарпатті розпочалося в другій половині ХІХ ст. Однак, не підтверджена інформація, що статеві продукти відбирались від плідників штучно. Імовірніше, запліднену природним способом ікру збирали в спеціально пристосовані ящики-лотки та інкубували в незамерзаючих потічках. На той час річки з форелевими угіддями знаходились в приватній власності. Форель як продукт споживання була доступною тільки для власників лісових масивів та для багатой аристократичної верхівки, що визначило її характеристику — «королівська риба» [1,42, 49].

В кінці ХІХ та на початку ХХ ст. значні запаси струмкової форелі в карпатських ріках підтримувались за рахунок природного та заводського відтворення. У 1894 р. на потоці Шипот, приток р. Тур'я, був збудований перший форелевий завод – «Шипот». У 1896 р. в басейні р. Тересви почав працювати завод «Турбуцил».

До 1930 р. були побудовані заводи: «Свалявський» (п. Бистрий), «Вовчий» (п. Вовчий), «Усть-Чорний» (п. Чорний), «Ясина» (п. Лазещина), «Богдан» (п. Богдан), «Брадулів» (п. Брадулів), «Чорноголовий» (п. Лютянка), «Лумшур» (п. Туричка).

Всього з 1894 по 1941 рр. в Карпатському регіоні працювало до 10 форелевих заводів. Плідників струмкової форелі для відтворення ловили у місцевих річках [37, 50]. До 1940 р. на один кілометр в карпатських ріках виловлювали до 310 екз. форелі *S. trutta*. Її середня маса складала 350 г.

Таким чином продуктивність карпатських рік складала від 21 до 110 кг/км, (20–150 кг/га), а загалом для Карпатського регіону вона досягала 1360 ц на рік [7].

Треба відмітити, що промислове повернення від заводського відтворення струмкової форелі не перевищувало 1%, тому його ефективність біла вкрай мала [42, 51-52].

Фактично, в Україні вилов форелі заборонений правилами рибальства, однак місця у Червоній книзі України для форелі не знайшлося. Вірогідно ситуація не покращиться й надалі. Тому найпочесніше місце у меню майже кожної карпатської колиби належить нібито пстругам, виловленим у місцевих річках. Насправді ж ресторани та кафе, в основному, пропонують відвідувачам райдужну форель, штучно вирощену [7, 53].

В європейських країнах широко розповсюджена практика ліцензованого рибальства. Воно суворо контролюється. Практикується риболовля за принципом «упіймав — відпусти», який вже давно нікого не дивує. А продукт до столу, товарну струмкову форель, вирощують виробничі господарства [54].

В Європі струмкову форель традиційно вирощують у Франції, де було покладено початок її штучного культивування, що нараховує не одне століття. В Італії, Німеччині, Польщі, Чехії та Словаччині поповнення гірських рік молоддю аборигенних лососевих риб проводять за державними програмами, а також за рахунок рибалок-аматорів та орендарів природних водойм.

У 2007 р. французькі форелеводи виростили понад 903 т струмкової форелі. На південному заході Румунії форелеве господарство Бая де Араме за минулі десять років випустили в природні водойми понад 4 млн екз. струмкової форелі [54–56].

Струмкову форель штучно відтворюють в розплідниках, та випускають у водойми Франції, Чехії, Словаччині, Італії для спортивного рибальства. Вирощування струмкової форелі є низькорентабельним, а часто і збитковим.

Страви з струмкової форелі переважають за смаком такі з райдужної форелі. Вони користуються величезним попитом у гурманів та рекомендуються для дієтичного харчування не тільки дорослим, а також і дітям [22,57].

В Україні струмкову форель вирощують в незначних об'ємах. Її використовують як для зарибнення природних акваторій, та як товарну продукцію. Товарна маса струмкової форелі повинна бути не менше 200 г., при цьому тривалість вирощування коливається від 20 до 24 місяців. Технологія вирощування струмкової форелі відповідає загальноприйнятій у форелівництві [5, 22].

Заохотити рибоводів до відтворення струмкової форелі в сучасних умовах складно. Сучасні форелеві господарства в Україні орієнтовані на вирощування райдужної форелі та американської палії, як найбільш рентабельних об'єктів. Ці види активно споживають штучні корми, інтенсивно ростуть, витримують високу щільність посадки та більш толерантні до умов середовища.

Райдужна форель при оптимальних умовах вирощування за рік досягає маси 700–1000 г, а палія 300–500 г. Темп росту струмкової форелі значно нижчий. Маса 250–300 г вона досягає за 2,5–3,0 років [2,5].

В Російській Федерації ставові господарства, на яких відтворюють та вирощують струмку форель розташовані у Ленінградській області та Краснодарському краї. Географія акліматизації струмкової форелі дуже широка. Вона включає Південну Африку, Австралію, Тасманію, Нову Зеландію та деякі інші країни та регіони.

У 1949 р. проводилась акліматизація севанської форелі (*Salmo ischchan* Kessler) в озера Карелії, а згодом ікру сванської форелі привезли в Онезьке озеро. Ці роботи були продовжені в 1950 р., але позитивних результатів не було отримано [58].

В Росії всі форми кумжі занесені до Червоної книги. Її штучне відтворення в Росії (в Карелії, в Мурманській та Ленінградській областях), практично не проводиться [59].



Одня з причин ймовірно є невисока чисельність кумжі у порівнянні з атлантичним та прісноводними лососями. Ще в 50–60 рр. минулого століття Свірським та Салмінським рибницькими заводами було випущено в Ладозьке озеро сотні тисяч личинок та мальків озерної форелі, однак це не дало позитивних результатів [60].

Штучне відтворення лососевих та, зокрема, різних форм кумжі в скандинавських країнах складається зовсім інакше. Досвід та тенденція розвитку лососевих господарств цих країн повинні бути прикладом для вітчизняних працівників з розведення лососевих риб.

Масштабні роботи з відтворення морської та озерної кумжі проводяться у Фінляндії. Максимальний об'єм випуску молоді був у 1987 та 1995 рр., потім стабілізувалися на рівні 7–8 млн. смолтів на рік. [61].

Рибницькі роботи на оз. Сайма (Фінляндія) засвідчили, що промислове повернення від смолтів прісноводного лосося у середньому склало 6,5% та 11,9% — озерної кумжі. На тисячу смолтів прісноводного лосося виловлювали в середньому 67 кг дорослих особин, а озерної кумжі — 128 кг [62].

Ефективність зариблення озер кумцею може проілюструвати наступне: Завдяки зарибленню оз. Кіткаярві (північ Фінляндії) молодю озерної кумжі вилов товарної риби зріс від 0 до 574 кг. В середньому це склало 135 кг на 1000 дволіток та 216 кг на 1000 трирічних особин озерної форелі [63].

На сьогодні кількість змішаних (природних і інтродукованих) популяцій кумжі в Фінляндії досягає 661, або 49,7% загальної кількості. Доведено, що вартість зарибку лосося та кумжі окупується виловом понад 150 кг на тисячу випущених риб. [64],

Це доказує, що основний шляхів збільшення вилову струмкової форелі в Карпатських ріках є штучне відтворення. Це наочно доказує досвід фінських рибників.

Великий досвід з розведення морської кумжі Балтійського моря мають фахівці прибалтійських республік [4, 5]. У Ленінградській області провели

успішні роботи з відновлення популяцій морської кумжі, які раніше були повністю знищені. В результаті успішної реакліматизації (завезення ікри морської кумжі з інших рік) відновлена природна популяція кумжі в р. Нарве

Успішними виявились роботи по відтворенню каспійської кумжі в Курі, Тереку та інших річках. Для відтворення відбирають відбирали плідників масою 8–10 кг. Риб утримували в лотках при щільності (1 екз./м<sup>3</sup>). Дно лотків засипали галькою. Температуру підтримували на рівні 10°C. Відхід плідників за 11 місяців витримування не перевищує 30–40%.

В садках кумжу тримали при щільності 1,5 екз./ м<sup>3</sup>. Інтенсивність водо подачі – 200 л/с. У листопаді наступного року самиці дозріли. Їхня середня робоча плодючість складала 10 тис. кл.

Дозріваючих плідників (самиць та самців) утримували окремо. Ікру запліднювали «сухим» способом. Сперму додавали в ікру та перемішували без води упродовж 3 хв. За 1–2 год. запліднена ікра набрякала.

Інкубацію проводили в апаратах Шустера при температурі – 5°C. Щільність закладки ікри – 20–21 тис. екз. в 1 апарат. Ембріогенез тривав 120–150 діб. Вільні ембріони вилуплялися в лютому–березні. Вони провалювались крізь сітку на дно апарату. Упродовж 8–10 діб (при температурі 4–6°C) перед личинки знаходились у стані покою. Після досягнення довжини 2 см та маси 100 мг, коли жовток розсмоктується на 2/3, личинок починали годувати личинок починають. Технологія годівлі так аж, як і для інших видів лососевих риб. В період вирощування в інкубаційному апараті (40 діб) відхід складає 10–12% [65].

Для вирощування молоді використовували лотки (2,4 м<sup>2</sup>). Личинок вирощували при температурі води 8–13°C і щільності посадки 14–15 тис. екз./м<sup>2</sup>, В якості корму використовували зоопланктон та олігохет. При вирощування до маси 1 г відхід складає 5–10%.

Наступний етап вирощування проводили у басейнах площею 15–16 м<sup>2</sup> при щільності 600–800 екз./м<sup>2</sup> [24, 65].

Годували штучним кормом – КРТФ та КРТ. Добовий раціон складав до 15% від маси. Риб годували 4–5 разів на добу. Температуру води підтримували в межах 4–5°C.

З квітні кумжу вирощували в садках (щільність посадки до 200 екз./м<sup>2</sup>). Технологія вирощування була такаж як і для форелі. Температури коливалась від 10 до 18°C. Відхід дволіток середньою масою 20 г не перевищує 10%.

Підрощену молодь – двулітку молодь випускали у природні водойми, але частину риби використовували для формування маточного стада.

При вирощуванні річників кумжі масою 5–10 г у ставах становить щільність посадки складає 100–200 екз./м<sup>2</sup>. Використовують звичайні форелеві корми. Припустиме короткочасне зростання температури води до 18°C. Виживання дволіток кумжі досягає 90%. На 3-му році вирощування у кумжі відбувається інтенсивне накопичення маси. Середня маса трьохліток – 500–600 г [44, 65].

Відтворенням чорноморської кумжі займаються в Чорноріченському форелевому господарстві (Абхазія). Плідників заготовлюють у період нерестового ходу. Утримують у садках річкового типу. Рибоводний процес відтворення здійснюють за загальноприйнятою схемою для лососевих риб. Ікринок інкубують в апаратах Шустера.

При температурі 9–10°C ембріогенез триває 47–50 діб, а при 2–3°C – 90–120 діб. Ранніх личинок годують живими кормами, поступово переводять на штучні корми. Виживання різниться в різних партій молоді. Для молоді кумжі віком 2–6 міс. складає в середньому 85%. Досліджено вплив на рост кумжі складу штучних кормів гранульованих та пастоподібних. Молодь масою 0,5 г годували кормом КРТ-6, який має наступний склад: протеїн — 32; жир — 4,8; зола — 4,5 і вуглеводи (сира маса) — 6,4%.

Найбільш результативним є вирощування чорноморської кумжі в морській воді [66].

На озерах Севан та Іссик-Куль проводяться експерименти з відтворення та культивування севанської форелі (*Salmo ischchan* Kessler). Загалом для

відтворення сванської форелі використовується біотехнологія розроблена для райдужної форелі. Севанська форель більш толерантна до високої температури води. При 4–5 кратній годівлі живими кормами (дафніями, олігохетами) та штучними кормами за півроку маса мальків досягає 40 г, а у листопаді 67–80 г. Середня маса дволіток – 116–120 г., а річників – 180–200 г. Трьохлітки мають масу до 400 г, що вище ніж у райдужної форелі (350 г).

Цікавими є роботи з відтворення курінської кумжі які проводились на Чайкендському (1954 р.) та Чухур-Кабалінському (1956 р.) рибоводних заводах. Завдяки удосконаленню технології відтворення камжі ці підприємства проектною потужністю 103 тис. екз. молоді збільшили випуск молоді вдвічі.

У 1977–1978 рр. з Майського риборозплідного заводу (МФРЗ) в р. Терех було випущеного 60 тис. річників та понад 50 тис. екз. дворічок кумжі за рахунок яких була сформована Терська природна популяція кумжі [67].

Роботи по відтворенню кумжі та струмкової форелі проводились на Ардонському (АФРЗ) та Чегемському рибоводних заводах у 1990-ті роки.

Вперше ікра струмкової форелі була отримана тут в 1996 р. від інтактних плідників. Основна партія заплідненої ікри була перевезена на Майський рибозавод. Частину залишили на Чегемському форелевому заводі (ЧФРЗ).

На ЧФРЗ ембріогенез тривав 79 діб (553 градусодні). На МФРЗ – 56 діб (450 градусоднів). До осені молодь досягла середньої маса 15 г [67].

В 1999 р. на ЧФРЗ на інкубацію заклали партію ікринок 40 тис. екз. На стадії пігментації очей ця партія була перевезена на АФРЗ для доінкубації. Відходи ембріонів та передличинок був незначними, але на ЧФРЗ перехід личинок на годівлю відбувався лише у поодиноких екземплярів, а середня маса була 100 мг. Експерименти показали, що комбінуючи температурний режим різних підприємств можливо отримувати більш крупну молодь струмкової форелі [67].

Для товарного вирощування форелі *S. trutta* використовуються басейни, ставки та садки. Особливий інтерес має спортивне рибальство яке можна організувати на приватних водоймах.

Технологія відтворення струмкової форелі сьогодні досить добре відпрацьована. Плідників форелі *S. trutta* можна заготовлювати в річках. Для їх утримання придатні невеликі проточні ставки. Для годівлі використовуються штучні корми. Після досягнення температури води 8°C, проводиться нерестова компанія. В ході якої відбирають та запліднюють статеві продукти інкубують ікру. Для інкубації використовують горизонтальні апарати різної конструкції в яких також підрощують личинок. Після переходу на активне живлення личинок випускають у річки, ставки або басейни [49].

Технологія відтворення та вирощування струмкової форелі було розпочато у ФГ «ІШХАН». Мета таких досліджень – збереження біорізноманіття гірських рік відновлення природної популяції *S. trutta* [69].

Передумовою поповнення природних популяцій є формування domestikованих ремонтно-маточних стад форелі *S. trutta*. Тільки використання вирощених в кронтьольованих умовах плідників дозволить налагодити ефективне відтворення виду в умовах індустріального форелевого господарства. Крім того це дозволить в майбутньому розвивати товарне вирощування форелі *S. trutta* [70].

Приведена інформація щодо рибоводно-біологічних аспектів та технології відтворення струмкової форелі свідчить про те, що на сьогодні в Україні недостатньо вивчено її штучне відтворення і вирощування в умовах індустріальних форелевих господарств Карпатського регіону. Існуючі методи потребують удосконалення, а наші знання в області біології цього цікавішого виду потребують поповнення та розширення.

## 2. МІСЦЕ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 База досліджень

Дослідження зі штучного відтворення струмкової форелі проводились упродовж 2017–2018 рр. на базі індустріального форелевого господарства (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Загальний вигляд форелевого господарства «ІШХАН»

Повносистемне басейнове форелеве господарство включає:

– відтворювальну ділянку до складу якої входять два інкубаційних та мальковий цехи. Ємкість інкубаційних апаратів до 15 млн. ікринок лососевих

риб. У господарстві утримуються різні форми та породи лососевих, нерест яких відбувається в різні терміни. Таким чином забезпечується 4-разовий цикл інкубації. Загальна потужність інкубаційного цеху складає 6 млн. ікринок. Личинково-малькові цехи мають 18 бетонних басейнів площею 4 м<sup>2</sup> кожний та 15 пластикових лотків по 4 м<sup>2</sup>. Кількість вирощувальних басейнів становить 26 шт., з них для вирощування цьоголіток — 6 бетонних басейнів площею 7 м<sup>2</sup>, 6 басейнів площею по 27–50 м<sup>2</sup> та для вирощування товарної риби — 12 басейнів площею 100 м<sup>2</sup>, для утримання ремонтно-маточних стад використовують 2 басейни площею по 150 м<sup>2</sup>.

Водозабезпечення господарства відбувається за рахунок вод з р. Черемош та артезіанських скважин. Така система подачі води дозволяє значною мірою оптимізувати температурний режим басейні, температура в яких зимою не падає нижче 5°C, а влітку не перевищує 17°C.

Вода джерел за класифікацією О. О. Альокіна належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію [31].

Утримання струмкової форелі здійснювалось в індустріальних умовах за загально визнаними у форелівництві методиками [42]. З

В ході дослідження нами проаналізовано матеріали щодо темпу росту цьоголіток–п’ятиліток струмкової форелі (425 екз.). Проведено морфометричний аналіз 50 екз. (25 самиць та 25 самців) трилітніх плідників струмкової форелі. Здійснено оцінку екстер’єрних та репродуктивних показників плідників три–п’ятилітнього віку.

## **2.2. Рибницько-біологічний аналіз та штучне відтворення**

Матеріалом для проведення морфометричного аналізу служили domestikовані плідники струмкової форелі 50 екз. (25 самиць та 25 самців) 3-х літнього віку.

Морфометричні показники визначали за загальноприйнятою для лососевих риб схемою Дж. Л. Б. Сміта, модифікованою І. Ф. Правдіним [71]. Аналіз проводився за 27 пластичними ознаками що найчастіше використовуються в рибництві. Схему промірів наведено на рисунку 2.2.

Після початкового візуального відбору та індивідуальної оцінки плідників форелі проводили їх морфометричну та репродуктивну оцінку. У процесі зважування та виміру риб анестезували препаратом «Пропісцин» польського виробництва, концентрація якого складала 5 мл на 10 л води. Екстер'єрну оцінку різновікових плідників струмкової форелі проводили за основними рибницько-іхтіологічними параметрами: маса та довжина тіла (за Смітом, загальна без хвостового плавця та довжина тулубу). Вимірювались також довжина голови, максимальні та мінімальні висота тіла, та його обхват. Визначалась кількість середніх променів хвостового плавця; *иw* — довжина грудного плавця; *ωx* — довжина черевного плавця; *иω* — довжина передньої частини черева; *аω* — антевентральна відстань.

Проміри проводили сантиметровою стрічкою з точністю до 0,5 мм. Зважування риб здійснювали на електронних терезах у спеціальній люльці, з точністю до 0,5 г.

Продуктивні характеристики плідників визначали за результатами вимірювань [72]. Індекс вгодованості (*I<sub>m</sub>*), високоспинності (*I<sub>h</sub>*), обхвату (*I<sub>o</sub>*) тулуба розраховувались за заг:

$$I_m = \frac{M * 100}{L_s^3},$$

$$I_h = \frac{L_s}{H},$$



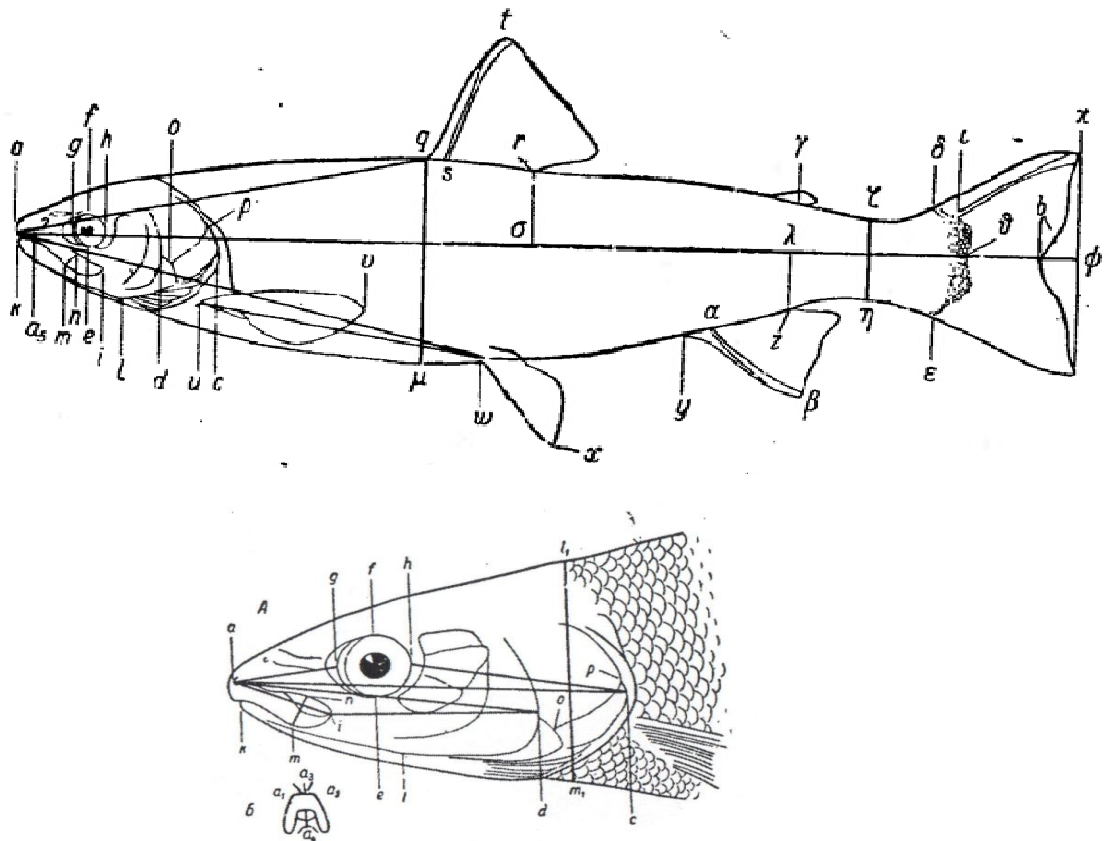


Рисунок 2.2– Схема вимірювання лососевих риб (*Salmonidae*), за Дж. Л. Б. Смітом, зі змінами: **ab** — довжина всього тіла за Смітом; **aθ** — довжина тіла до кінця лускового покриву; **aφ** — довжина всього тіла; **λθ** — довжина хвостового стебла; **γδ** — довжина спинного краю хвостового стебла; **ζε** — довжина черевного краю хвостового стебла; **qμ** — найбільша висота тіла; **ζη** — найменша висота тіла; **ag** — довжина рила; **a5i** — довжина верхньощелепної кістки; **mn** — ширина верхньощелепної кістки; **kl** — довжина нижньої щелепи; **gh** — діаметр ока горизонтальний; **fe** — діаметр ока вертикальний; **he** — заоковий відділ голови; **ac** — довжина голови; **a5d** — довжина середньої частини голови; **op** — довжина підкришкової кістки (*suboperculum*); **id** — відстань від кінця верхньої щелепи до заднього краю передкришки (*praeoperculum*); **aq** — антедорсальна відстань; **cθ** — постдорсальна відстань; **qr** — довжина основи спинного плавця; **st** — висота спинного плавця; **yz** — довжина основи анального плавця; **αβ** — висота анального плавця; **ιχ** — довжина верхньої лопаті хвостового плавця; **θb** — довжина найменших

$$I_o = \frac{O}{L_s},$$

де:  $M$  – маса риби, г;

$L_s$  – довжина риби (за Смітом), см;

$H$  – максимальна висота тіла, см;

$O$  – максимальний обхват тіла см;

Абсолютний середньодобовий приріст ( $C$ ) (розраховували за формулою [73]):

$$C = \frac{M_k - M_n}{t}$$

де:  $M_k$  – кінцева маса риби, г;

$M_n$  – початкова маса риби, г;

$t$  – тривалість вирощування, діб.

Для утримання ремонтно-маточного стада використовували басейни глибиною 1,0–1,5 м та площею 27–50 м<sup>2</sup>. Після морфометричних вимірів та екстер'єрної оцінки проводили відбір статевих продуктів — ікри у самиць та сперми у самців, одночасно визначали якісні репродуктивні показники. Всього проведено оцінку 94 екз. плідників за методичними рекомендаціями [42].

Маточне стадо утримувалось при температурі води від 5 до 17°C. Годівлю здійснювали штучними кормами. Бонітування плідників та їх відбір проводили за 15 – 20 днів до нересту.

Для нересту відбирали самців-дволіток та тріліток, які досягли статевої зрілості. Спосіб формування ремонтного та маточного стада

струмкової форелі був близьким по суті до формування ремонтно-маточного стада райдужної форелі [42, 73].

Відбір сперми проводили шляхом відціжування. Самців обтирали насухо, обережно обгортали сухою тканиною, після чого масажними рухами від голови до генітального отвору зціджували сперму в чисту, суху пробірку. Визначали об'єм еякуляту. Візуально оцінювали його якість.

Після отримання сперми у самців пробірки залишали в темному, прохолодному, сухому місці.

Овулювавшу ікру від кожної самиці зціджували окремо в чисті, сухі миски. Потрапляння в ікру води, слизу, крові та інших, сторонніх домішок не допускалось, оскільки це негативно впливають на їх якість.

Для репродуктивних цілей відбирали клітини приблизно однакового розміру, без великої кількості оваріальної рідини. Яйцеклітини повинні були бути прозорими, мати жовтий або помаранчево-рожевий колір, без жирових включень. Наявність жирових включень може свідчити про перезрілість та початок резорбції.

Визначали робочу плодючість самиць об'ємно-масовим методом. Загальну масу сціженої ікри від кожної самиці вважували. Відбирали пробу об'ємом 10 см<sup>3</sup>. Підраховували в ній кількість ікринок. Перемножив кількість яєць в пробі на загальний об'єм ікри визначали плодючість.

Для визначенням розміру та маси ікринок відбирали проби незапліднених яйцеклітин. Пробу з 25–50 клітин фіксували в 4%-й формальдегідом. Через 7–10 днів ікру важили на торсійних терезах, визначали її масу. Діаметр вимірювали штангенциркулем з точністю 0,1 мм.

Плідників годували штучними кормами рецепту «Aller Aqua REP EX», які містять пігменти: астаксантин та кантаксантин.

Добовий раціон розраховували згідно з таблицями наданими виробником. Враховували розмір гранул [74].

Раціон визначали у відповідності з середньою масою риб та температурою води в басейнах на момент годівлі.

За місяць до нересту раціон годівлі плідників зменшували — її проводили двічі на тиждень, за тиждень до нересту повністю припинили годівлю. Після закінчення нересту плідників починали повноцінно годувати спеціалізованими для їхніх потреб кормами.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою програми Microsoft Excel. Розраховували t-критерій Стьюдента. Вірогідними вважали відмінності між групами за  $p < 0,05$  [74]. Аналіз величин пластичних ознак виконано в системі абсолютних значень. Критеріями аналізу показників були їх середня величина та середнє відхилення ( $M \pm m$ ), показник мінливості ( $C_v$ ) [75]. Гідрохімічні показники визначали у лабораторії екологічних досліджень ІРГ НААН.

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Якість води в період вирощування струмкової форелі

Лососеві риби дуже вибагливі до умов середовища. Хімічний склад води, насичення киснем та термічний режим джерела водопостачання – найважливіші фактори, що впливають на результати їх вирощування [76].

Завдяки використанню в господарстві артезіанської води вдавалось оптимізувати температурний режим басейнів. Зимом вода в них не опускалась нижче 6°C, а літом не перевищувала 16,5°C (рис. 3.1).

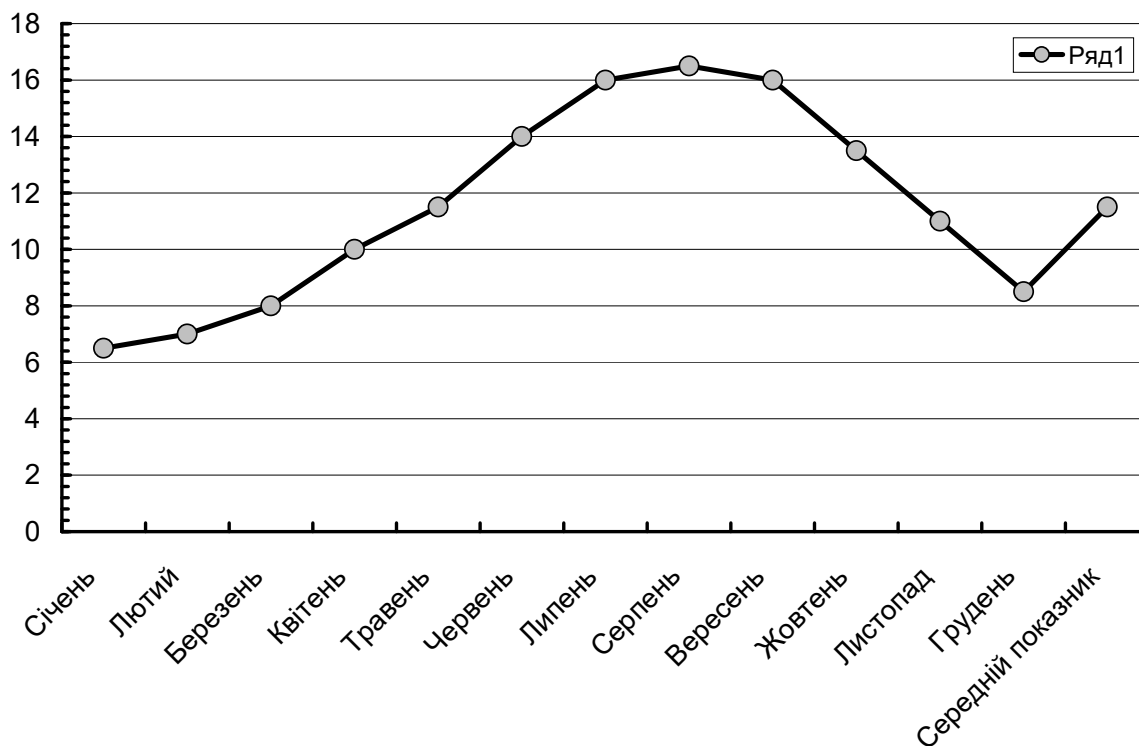


Рисунок 3.1 Середньомісячна температура води у вирощувальних басейнах

Загальний дебіт води з артезіанських свердловин 50 л/с період вирощування з температурою води понад 10°C тривав до 8 місяців.

Гідрохімічна характеристика джерела водопостачання представлено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 –Хімічний склад води джерела водопостачання в господарстві

Показники якості води	Min	Max	НЗ для води за вирощування форелі
1	2	3	4
Кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	8,7	8,2	6,0–9,0
pH	7,5	7,7	7,0–8,0
Вільний аміак, NH <sub>3</sub> , мг N/ дм <sup>3</sup>	0,006	0,01	0,050
Перманганатна окиснюваність, мг O/дм <sup>3</sup>	0,60	2,02	до 10,00
Біхроматна окиснюваність, мг O/дм <sup>3</sup>	1,50	5,05	до 30,00
Амонійний азот, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	0,39	0,59	0,50
Нітриди, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN /дм <sup>3</sup>	0,04	0,06	0,10
Нітрати, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	0,55	0,85	1,00
Мінеральний фосфор, мгP/ дм <sup>3</sup>	0,08	0,20	0,30
Загальне залізо, мг Fe/ дм <sup>3</sup>	0,14	0,74	0,50
Кальцій, Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	60,1	66,1	40,0
Магній, Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	3,6	7,3	15,0
Натрій + калій, Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	15,8	22,5	20,0
Гідрокарбонати, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	219,7	244,1	150,0
Хлориди, Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	8,02	16,5	50,0
Сульфати, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	14,4	15,6	40,0
Загальна твердість, мг-екв./дм <sup>3</sup>	3,3	3,9	4,0
Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	333,1	355,9	300,0

Вміст у воді аміаку, перманганатна та біхроматна окиснюваності не перевищували ГДК для форелі. Показники розчинених у воді органічних речовин, що визначали за показниками перманганатної та біхроматної окиснюваностей коливалися в межах 0,60–1,20 мг О/дм<sup>3</sup> (ГДК до 10,00 мг О/дм<sup>3</sup>), та 1,50–5,05 мг О/дм<sup>3</sup> за (ГДК до 30,00 мг О/дм<sup>3</sup>) відповідно.

Вміст амонійного азоту зростав в зв'язку із зменшенням дебіту води у літній період з  $0,39 \pm 0,02$  до  $0,59 \pm 0,02$  мг N/дм<sup>3</sup>. Періодично у воді відмічався вільний аміак, але його присутність не впливала на результати вирощування струмкової форелі.

Для нейтралізації NH<sub>3</sub> воду у господарстві пропускали через біофільтри та механічні фільтри. Продукти розкладу аміаку — нітрати, кінцеві продукти окиснення азоту — в помірній кількості не мали шкідливої дії.

Концентрація нітритів та нітратів не перевищувала нормативні показники.

Загальна мінералізація води джерела водопостачання була близькою до нормативних величин, однак незначно перевищувала їх.

Відмічалася низька концентрація у воді мінерального фосфору (0,08–0,20 мгP/дм<sup>3</sup>). Концентрація нітритів (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) коливалась у межах 0,04–0,06 мг N/дм<sup>3</sup>, що було значно нижче ГДК (0,10 мг N/дм<sup>3</sup> (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)).

Показники мінералізації зумовлені вмістом основних іонів у воді, таких як Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Загальна твердість по кальцію та магнію була на рівні 3,3–4,2 мг-екв./дм<sup>3</sup>. У воді були присутні біогенні елементи: сполуки азоту, фосфору, заліза та ін. Вміст іонів заліза був значно нижче ГДК.

Моніторинг хімічного складу води джерела водопостачання в форелевому господарстві показав, що в цілому гідрохімічний склад та якість води з джерел водопостачання знаходився в межах норми, що сприяло вирощуванню та відтворенню струмкової форелі в умовах індустріального форелевого господарства.

### 3.2. Ріст струмкової форелі в індустріальних умовах до досягнення статевої зрілості

Результати аналізу основних показників динаміки росту цьоголіток–тріліток струмкової форелі представлені в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Морфометричні показники струмкової форелі різного віку

Показник	Вік риб					
	цьоголітки		дволітки		тріохлітки	
	$\frac{M \pm m}{C_v}$	Min-Max	$\frac{M \pm m}{C_v}$	Min-Max	$\frac{M \pm m}{C_v}$	Межі коливань
W, г	$\frac{8,3 \pm 2,3}{38,0}$	4,0–20,0	$\frac{127,3 \pm 36,6}{28,4}$	68,0–237,0	$\frac{462,1 \pm 122,3}{25,7}$	163,0–821,0
LS, см	$\frac{9,1 \pm 1,2}{13,7}$	7,5–13,2	$\frac{22,0 \pm 2,3}{10,0}$	18,5–27,0	$\frac{33,7 \pm 3,0}{9,1}$	23,5–41,0
lh, см	$\frac{1,2 \pm 0,5}{32,7}$	1,2–3,1	$\frac{4,6 \pm 0,9}{18,8}$	3,6–6,0	$\frac{7,7 \pm 1,0}{13,8}$	5,6–10,0
Im	$\frac{1,3 \pm 0,12}{0,10}$	0,6–1,2	$\frac{1,1 \pm 0,13}{0,11}$	0,7–1,4	$\frac{1,1 \pm 0,15}{0,17}$	0,7–1,5
Io, %	6,5		4,8		4,4	

За морфометричними показниками цього-, дво- та тріліток спостерігається поступове зростання маси і довжини риб. На 1–2 році життя приріст маси збільшується у 15,1 разів, тоді як на 2–3 роках – в 3,6 рази.

Модальну групу склали цьоголітки форелі *S. trutta* масою 6–11 г, (53%) група найменших риб з мінімальною масою до 6 г складала 26%.

На долю цьоголіток масою до 13 г приходилось 12%, а частка молоді маса якої досягла 16 г становила 6%, риб вагою понад 16 г не перевищували 2%.



При середній індивідуальній масі 8,4 г цьоголітки мали широкі межі коливань даного показника — від 4 до 19 г (рис. 3.2), що свідчить про значну конкуренцію риб в умовах високої щільності посадки в басейнах. Широкі коливань маси на першому році вирощування притаманні всім видам лососевих при вирощуванні в контрольованих умовах.

При вирощуванні струмкової форелі проводять її систематичне сортування. Цьоголіток сортували на групи з рівномірною масою тіла для створення оптимальних умов виживання для дрібних особин. Молодь розподіляли на три групи: дрібні – до 5 г, середні – до 10 г, великі – від 10 г.

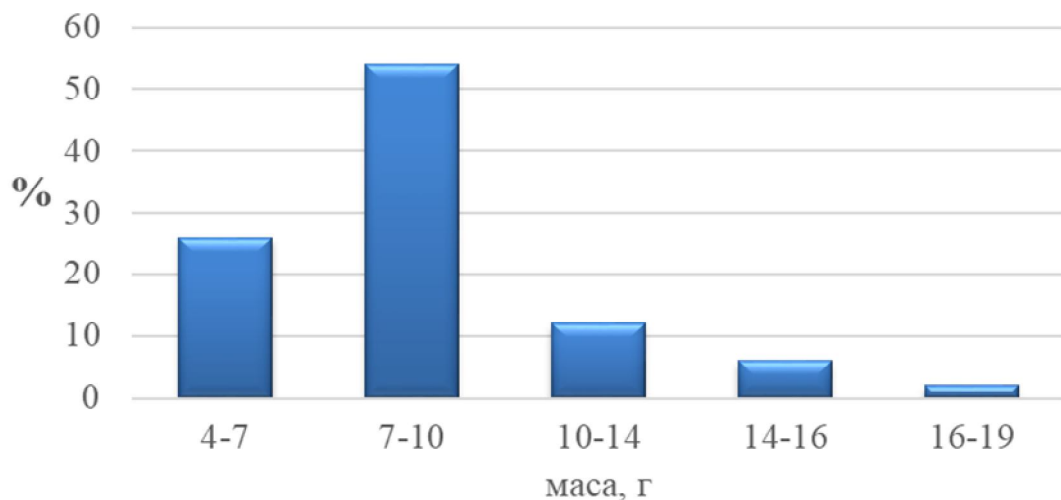


Рисунок 3.2 – Розподіл маси тіла цьоголіток струмкової форелі у віці 9 місяців

Частка особин різної маси тіла серед дволіток струмкової форелі представлена на рис. 3.3

Розподіл маси тіла у дволіток у рендомній вибірці засвідчив, що найбільш чисельною групою особин струмкової форелі були риби з масою тіла 68–99 г, частка яких складала 26%. Близькою часткою у вибірці (19, 20 та 18%) характеризувались групи риб масою 100–120, 121–140 та 141–160 г. Кількість риб з індивідуальною масою від 160 до 240 г не перевищувала 2 до

9%. Нормованою для дволіток струмкової форелі в умовах індустріального рибництва вважається середня індивідуальну маса 100-160 г [28].

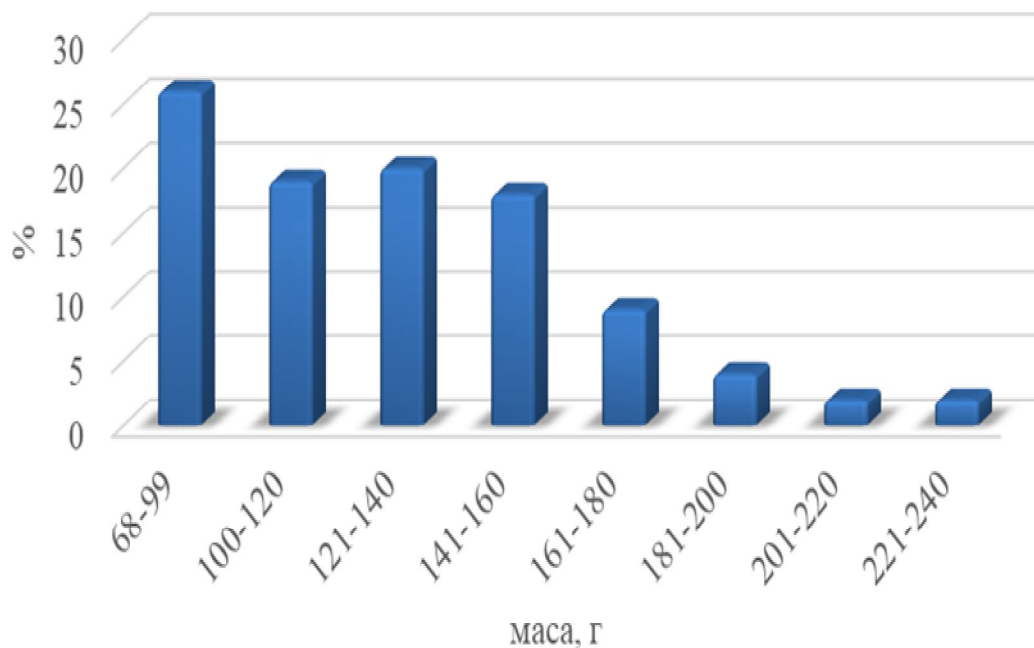


Рисунок 3.3 – Вагова характеристика дволіток струмкової форелі

У триліток за масою модальною групою були особини з індивідуальною масою 400–500 г (до 40%). Маса риб коливалась в значних межах – від 160 до 825 г (рис. 3.4).

Результати дослідження свідчать про те, що різномірність росту та масою у струмкової форелі з віком зберігалось. У той же час, підтверджено, що відбувається зростання конкуренції риб за високої щільності посадки в басейнах. Крупні особини були більш життєстійкими та, відповідно, зберігали високий темп росту.

Ін дволіток струмкової форелі складав 4,7 одиниці, що підтверджує загальну тезу, що лососеві риби з віком стають більш високоспинними (табл. 3.2)

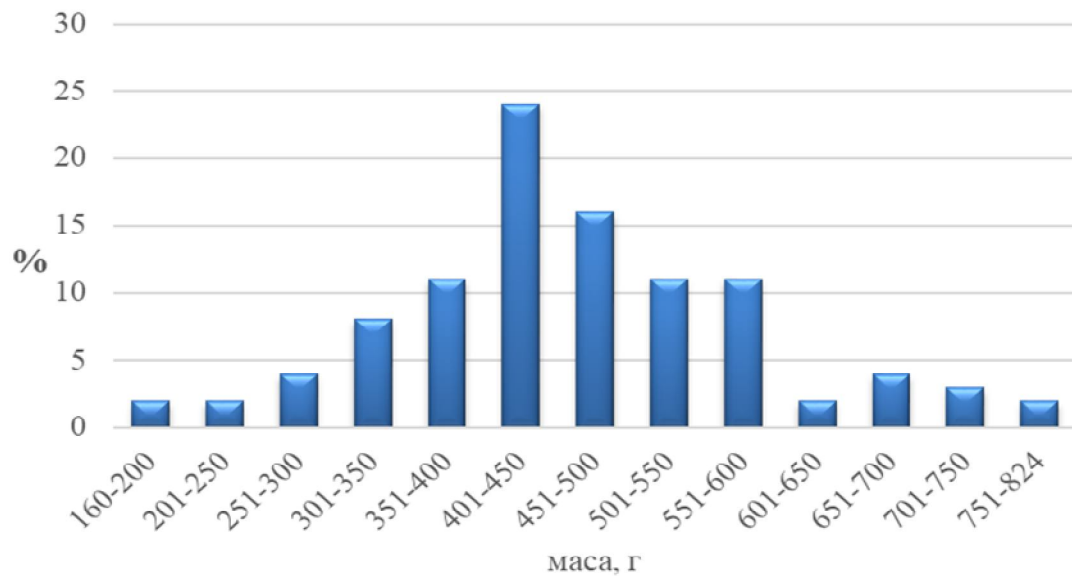


Рисунок 3.4 – Вагова характеристика дволіток струмкової форелі

Індекс високоспинності ( $I_h$ ) триліток дорівнював 4,2. Це свідчить про рівномірне збільшення висоти тіла у міру зростання форелі. При цьому зберігалися основні пропорції тіла риб притаманні струмковій форелі.

Рисунок 3.5, демонструє особливості зростання форелі *S. trutta* в контрольованих умовах до статево зрілості. Показано, що довжини прямо залежить від віку риб і монотонно зростає. Зростання маси з дволітнього віку має зростає стрибокоподобно. Це може бути пов'язано з формуванням статевої системи.

Дослідження особливостей росту струмкової форелі в індустріальних умовах показали:

– На першому році життя маса форелі зростала у 77 разів. Середня маса цьоголіток досягала 8,4 г.

– На другому році життя маси двліток зростала у 15 разів і у кінці періоду в середньому складала 127,3 г.

– На третьому році темп зростання зменшувався. Середня маса триліток досягала 462 г, збільшившись за період вирощування у 3,6 разів. Його середня величина збільшувалася у 3,6 рази, за середньої маси риб.

Абсолютний середньодобовий приріст цьоголіток складав 0,031, дволіток – 0,320, триліток – 0,910 г/добу, а відносний відповідно 0,73; 0,48 та 0,31%.

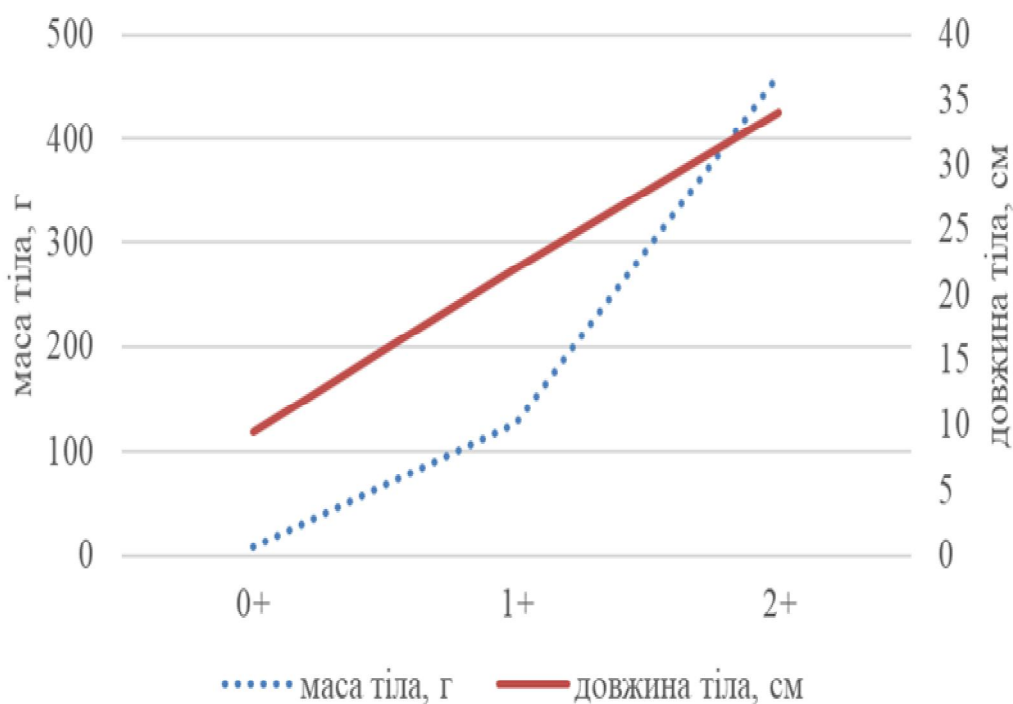


Рис. 3.5 Динаміка росту струмкової форелі в індустріальних умовах до статевої зрілості

Така динаміка пов'язана із біологічною здатністю більших риб рости інтенсивніше до досягнення статевої зрілості.

Порівняння динаміки зростання маси у струмкової форелі в річках Прикарпатського та Закарпатського регіонів з такими в форелевому господарстві показали переваги її індустріального вирощування (табл. 3.3).

Цьоголітки та дволітки із індустріального господарства переважали нативних за масою у 6,1 разів, трилітки — у 11,2 разів, а чотирилітки та п'ятилітки — відповідно у 21,0 і 19,7 рази.

Таблиця 3.3– Маса струмкової форелі в ріках Карпатського регіону та в умовах форелевого господарства.

Водойма / господарство	Вік риб						
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+
р. Серет	7,4	20,8	41,1	52,7	81,4	125,9	170,0
р. Прутець	7,6	13,8	37,1	47,7	79,6	190,1	223,1
р. Ломниця	7,9	17,5	47,5	85,2	120,4	—	—
Річки Закарпаття	8,0	20,5	66,8	104,9	156,0	210,0	—
В умовах форелевого господарства	8,4	127,0	462,0	1107,0	1604,0	—	—

Порівняно з масою отриманих струмкової форелі з різних водойм Карпатського регіону показало, що темп росту цьоголіток дикої форми зіставний з таким в умовах контрольованого вирощування [77] На більш пізніх етапах вирощування, починаючи з другого року життя у зростання форелі в умовах аквакультури значно інтенсивніше ніж в природних водоймах. Цьому сприяють збалансована, регулярна годівля спеціалізованими штучними кормами, оптимізація умов вирощування та сортування риби.

### 3.3. Морфометрична характеристика плідників струмкової форелі

Для досліджень було використано маточне поголів'я струмкової форелі, вирощене від нативних плідників в умовах повносистемного форелевого господарства. Дослідна група складалась із самиць середньою масою 465,6 г, межі коливань якої становили 200–824 г, за середньої довжини тіла за Смітом — 34,5 см (межі коливань відповідно 27,0–41,0 см), та самців, середня маса яких була незначно нижчою від такої у самиць, та

становила 458,8 г, (від 160 до 746 г), довжина тіла самців складала 34,3 см, з межами коливань — 24,5–41,0 см.

Самці струмкової форелі характеризувалися більшим та масивнішим розміром рила, верхньої та нижньої щелепних кісток, що становило у відсотках від довжини тіла 8,3; 13,7 і 16,0%, проти 6,4; 10,9 та 12,2,% у самиць (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Плідники струмкової форелі (*Salmo trutta morpha fario* L.): А — самець; Б — самиця

Це є характерною ознакою між статями у лососевих риб та дозволяє ідентифікувати самців та самиць струмкової форелі в умовах аквакультури. У період нересту трилітні особини струмкової форелі мали чітко виражений

статевий диморфізм, який проявлявся у відмінностях розміру голови та довжини різних її частин.

Довжина голови у самців струмкової форелі достовірно ( $p < 0,05$ ) перевищувала такий показник у самиць (відповідно 23,7 та 19,7%).

Морфометрична характеристика трилітніх плідників струмкової форелі представлена у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Морфометрична характеристика трилітніх плідників струмкової форелі, у % від довжини голови

Показ- ники	♀♀			♂♂			♀♀ та ♂♂		
	$M \pm m$	$\sigma$	$C_v$	$M \pm m$	$\sigma$	$C_v$	$M \pm m$	$\sigma$	$C_v$
an	$30,9 \pm 0,7$	3,6	11,7	$34,9 \pm 0,5$	2,6	7,6	$31,8 \pm 0,6$	3,8	12,1
np	$19,1 \pm 0,3$	1,5	9,1	$16,1 \pm 0,2$	1,5	9,2	$15,9 \pm 0,3$	1,8	10,9
a5	$73,2 \pm 0,3$	8,2	11,5	$78,0 \pm 0,9$	3,7	5,0	$74,9 \pm 0,9$	6,4	8,3
po	$57,2 \pm 1,1$	1,9	3,4	$54,3 \pm 0,7$	3,6	6,2	$55,1 \pm 0,5$	3,1	5,9
lm	$56,1 \pm 0,5$	4,4	8,5	$53,1 \pm 0,5$	3,6	7,1	$55,4 \pm 0,7$	4,8	8,6
a6	$52,7 \pm 1,1$	3,5	6,6	$58,2 \pm 0,7$	3,4	6,0	$55,4 \pm 0,6$	4,4	7,9
kl	$59,7 \pm 0,8$	4,0	6,7	$67,7 \pm 0,8$	4,0	6,0	$63,7 \pm 0,8$	5,6	8,8

Як було зазначено вище, риби, вирощені в умовах басейнів, мають певні зміни фенотипу: зокрема, спостерігається зменшення горизонтального діаметра ока складає близько 17% довжини голови. У природних водотоках – 20,4%. Дані зміни, на нашу думку, виникли у зв'язку з порушенням періоду фототаксису. В басейнах струмкова форель постійно знаходиться у добре освітлених умовах, у той час як в природі вона віддає перевагу затіненим місцям. Також встановлено, що даний вид лососевих риб за індустріального вирощування в басейнах втрачає рефлекс пошуку їжі, тому що корм подається риbam регулярно, в залежності від температури води та тільки в денний час.

При порівнянні отриманих нами значень морфологічних показників самців та самиць, вирощених в умовах індустриальної аквакультури, з літературними даними екстер'єру риб з природних водотоків виявлені незначні відмінності в основних значеннях вимірів пластичних ознак.

Втрата рефлексу до тривалого пошуку їжі призводить до зменшення відносної довжини парних плавців, в першу чергу грудних плавців. У риб з природних водойм вона складає 16% довжини тіла. У риб культивованих в басейнах – 12,6%. Ознакою статевого диморфізму також є більша відстань між черевним та анальним плавцями. У самиць – 20,3, у самців – 18,1% довжини тіла (табл. 3.5).

Таблиця 3.5– Морфометрична характеристика трилітніх плідників струмкової форелі ( у % від довжини тіла за Смітом)

Показ- ники	♀♀			♂♂			t <sub>d</sub>	♀♀ та ♂♂		
	M ± m	Σ	C <sub>v</sub>	M ± m	σ	C <sub>v</sub>		M ± m	σ	C <sub>v</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ad	93,9 ± 1,1	62	5,5	91,1 ± 0,2	1,1	1,5	1,2	94,2 ± 0,5	4,8	3,9
od	73,5 ± 0,8	4,2	5,1	70,0 ± 0,5	2,3	3,9	2,9	71,8 ± 0,5	4,6	6,1
np	3,67 ± 0,1	0,45	11,5	3,8 ± 0,1	0,4	9,0	0,1	3,4 ± 0,1	0,2	9,9
aa <sub>5</sub>	14,9 ± 0,4	1,9	13,2	18,5 ± 0,2	0,7	4,1	3,3	17,6 ± 0,3	2,1	12,3
ao	20,8 ± 0,2	1,3	5,7	23,8 ± 0,2	0,8	4,0	4,1	22,9 ± 0,3	1,5	8,2
po	10,7 ± 0,1	1,0	5,4	13,0 ± 0,2	0,7	6,0	2,0	13,2 ± 0,1	1,0	7,1
lm	10,5 ± 0,3	1,1	11,0	13,2 ± 0,1	0,8	6,0	2,0	11,9 ± 0,2	1,7	10,0
aa <sub>6</sub>	11,1 ± 0,2	1,0	8,0	14,1 ± 0,2	0,9	6,3	6,7	13,2 ± 0,2	1,4	12,0
kl	12,2 ± 0,2	0,9	6,6	16,3 ± 0,2	0,7	5,4	8,7	15,0 ± 0,3	2,7	15,8
qh	21,7 ± 0,4	2,0	9,3	22,1 ± 0,2	0,9	4,9	1,7	23,2 ± 0,2	1,8	7,4
rd	41,0 ± 0,5	2,1	6,5	42,8 ± 0,3	1,1	3,6	2,3	42,0 ± 0,5	2,0	4,9
az	40,5 ± 0,6	2,5	5,7	40,1 ± 0,3	1,2	3,8	1,1	40,0 ± 0,3	2,0	4,9
ay	48,1 ± 0,5	2,4	5,3	50,6 ± 0,5	2,1	4,8	1,1	50,2 ± 0,4	2,2	5,1
fd	71,2 ± 0,7	3,1	4,5	70,0 ± 0,4	1,9	2,8	0,2	71,0 ± 0,4	2,5	3,3
qs	17,0 ± 0,4	2,1	10,8	17,0 ± 0,3	1,4	9,0	0,1	15,8 ± 0,2	1,6	9,8



Продовження табл. 3.5										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
tu	11,0 ± 0,2	1,0	10,0	11,5 ± 0,1	0,4	4,4	1,1	10,0 ± 0,1	1,1	8,6
eel	9,7 ± 0,2	1,1	9,4	9,8 ± 0,2	1,1	10,6	0,2	10,4 ± 0,1	1,0	10,0
zz <sub>1</sub>	9,7 ± 0,2	1,1	10,9	11,9 ± 0,2	0,9	7,1	2,5	10,1 ± 0,2	1,1	11,0
vz	29,2 ± 0,4	2,2	7,6	26,8 ± 0,3	1,3	5,1	2,2	28,8 ± 0,5	2,0	7,1
zy	21,0 ± 0,3	1,6	7,0	17,2 ± 0,2	1,2	1,1	3,1	19,6 ± 0,6	1,6	7,9

Також у самиць біла найбільша товщина тулубу (53,8 та 50,4% відповідно), що пов'язано зі статевим дозріванням та формуванням ікри. За іншими ознаками відмінності між статями були несуттєвими.

### 3.4 Рибницька характеристика плідників струмкової форелі

Восени проводили оцінку плідників які набули статевої зрілості основними рибницько-біологічними показниками за період вирощування 33 місяці, (11752 градусодні). Проведено основні морфо метричні виміри у риб (маса, довжина, обхват і висота тіла) та відібрані статеві продукти з метою наступного осіменіння та запліднення ікри, проведення інкубації й наступного вирощування в індустріальних умовах. На основі отриманих промірів були визначені основні індекси, які характеризують екстер'єр та рибницьку цінність виду (табл. 3.6).

Вперше нерестуючі самиці трилітки досягли середньої маса 465,6 г, (200–824 г). Варіабельність цього показника у триліток складала 29%, а у чотирьох- та п'ятиліток не перевищувала відповідно 31 та 17%.

Середня довжина самиць трьохліток була на рівні 34,5 см (від 27,0 до 41,0 см), у чотиріліток — 44,4 см з межами 41,6–51,5 см, п'ятиліток — 48,3 см (межі коливань 45–51 см).

Для повторно нерестуючих чотири- та п'ятилітніх самиць характерним є зменшення індексу високоспинності на 18,1 та 13,6%, та відповідно збільшення індексу вгодованості на 18 та 9%.

Таблиця 3.6– Морфологічна характеристика різновікових самиць струмкової форелі

Вік	Показники	Маса, г	Довжина тіла		Індекс			Висота, см		Обхват, см	
			Ls, см	L без с, см	високо-спинності	вгодованості	обхвату	H	h	O	o
2+	M	465,6	34,5	32,0	4,4	1,1	0,5	7,8	3,2	17,4	7,3
	M	135,7	3,0	3,0	0,4	0,2	0,04	1,1	0,3	3,8	0,8
	C <sub>v</sub>	29	9	9	8	14	8	13	10	22	11
	max	824	41	38,5	5,4	1,5	0,63	10	4	23	9
	min	200	27	24,5	3,7	0,6	0,41	6	2,8	2	5,5
3+	M	1141,0	44,4	44,2	3,6	1,3	0,6	12,4	4,5	25,4	9,5
	M	357,2	3,1	3,9	0,20	0,08	0,02	0,9	0,8	2,5	1,5
	C <sub>v</sub>	31	7	9	6	7	3	7	19	10	16
	max	1890	51,5	52	3,8	1,4	0,6	14,5	6,5	31	12,4
	min	900	41,6	38	3,2	1,2	0,5	11,5	4	23	7
4+	M	1397,7	48,3	43,4	3,8	1,2	0,5	12,7	4,8	25,7	10,6
	M	244,0	2,0	1,8	0,2	0,1	0,03	0,8	0,5	2,3	0,6
	C <sub>v</sub>	17	4	4	5	9	6	6	10	9	6
	max	1900	51	46	4,1	1,4	0,6	14	5,6	30	11,5
	min	1100	45	41	3,6	1,0	0,5	12	4	23	9,5

Середня маса трилітніх самців струмкової форелі була нижче – 458,8 г (від 164 до 782 г). (табл. 3.9)

Вариабельність за масою у вперше нерестуючих самців складала 29%. У чотирьох- та п'ятиліток – 8%. Рибницька характеристика вперше нерестуючих самців I генерації відображена у (табл. 3.7).

Таблиця 3.8 – Морфологічна характеристика різновікових самців  
струмкової форелі

Вік	Показ- ники	Маса, г	Довжина тіла		Індекс			Висота, см		Обхват, см	
			Ls, см	L без с, см	високо- спинності	вгодо- ваності	обхва- ту	H	h	O	o
2+	M	458,8	34,5	31,5	4,6	1,1	0,5	7,5	3,4	17,3	7,8
	m	131,8	3,3	3,1	0,2	0,1	0,05	0,9	0,5	2,4	0,9
	C <sub>v</sub>	29	10	10	5	6	9	12	14	14	12
	max	782	41	38	5,2	1,2	0,58	9	4,5	23	9
	min	164	24,5	22	4,3	1	0,31	5,5	2,3	12	5,5
3+	M	1080,8	45,5	44,3	3,8	1,1	0,6	12,0	5,1	25,6	12,0
	m	88,1	1,7	1,8	0,3	0,1	0,0	0,8	0,3	0,9	1,3
	C <sub>v</sub>	8	4	4	9	8	5	6	7	4	11
	max	1184	47,5	47	4,3	1,3	0,6	12,5	5,5	27	14
	min	956	42	41	3,4	1,0	0,5	10,5	4,5	24	10,5
4+	M	1870	53,5	47,1	3,8	1,2	0,5	14,2	5,37	29,1	12,7
	m	148,7	2,0	1,6	0,2	0,1	0,03	0,6	0,3	1,3	1,0
	C <sub>v</sub>	8	4	3	4	9	6	4	6	4	8
	max	2100	56	51	4,1	1,4	0,6	15,5	6	32	14
	min	1700	51	45	3,5	1,0	0,5	13,5	5	27	11

Довжина тіла самців складала 34,5 см, з межами коливань від 24,5 до 41,0 см.

Порівняльна характеристика розмірно-вагових показників у вперше та повторно нерестуючих плідників не виявила особливих відмінностей між особинами різних статей, однак є відмінність у зниженні показника мінливості за всіма рибницькими характеристиками з віком, окрім параметра маси тіла самиць.

Аналіз залежності між масою та довжиною тіла у вперше нерестуючих риб показав, що у самців існує тісний прямий взаємозв'язок маси тіла з довжиною.

### **3.5. Репродуктивна характеристика плідників струмкової форелі**

Формування та утримання маточного стада — одна з найбільш важливих ланок в рибництві. Ефективність роботи господарства визначається якістю плідників, а проведення нерестової кампанії є найбільш відповідальним процесом у повносистемному індустріальному господарстві.

Під час утримання плідників басейни накривають темним сітковим полотном. Накриття для струмкової форелі необхідне з метою уникнення негативного впливу прямого сонячного проміння. Крім того, накриття убезпечує від вистрибування риби з басейну у пошуках корму, особливо у весняно-осінній період, під час піку вильоту імаго комах. Вистрибування риб з басейну (особливо притаманне самцям) є наслідком гормональної перебудови в організмі лососевих риб під час нересту.

В умовах індустріальної аквакультури є можливість прискорити дозрівання плідників у порівнянні з рибами природних водотоків. Це можливо за рахунок оптимізації умов вирощування, годівлі збалансованим штучним кормом, стабільного температурного та кисневого режиму.

Це стимулює темп росту та супроводжується інтенсивним накопиченням ліпідів. В результаті скорочується періоду превітелогенезу і вітелогенезу та стимулює статеве дозрівання.

Досліджувані риби були трилітнього віку вперше використовувались для штучного відтворення. Термін дозрівання самиць тривав з 20 листопада по 12 грудня. Основна кількість самиць (70%) віддала ікру на початку грудня.

З метою уникнення перезрівання статевих продуктів плідників після бонітування плідників розділяли за статтю.

Практично всі самці в стаді були текучими. Перевірки на зрілість самиць проводили двічі на тиждень.

Визначення зрілості самиць проводиться візуально та на дотик — мануально. Зріла самиця має збільшене округле та м'яке черевце. Якщо ікринки самиці дозріли, досить слабкого дотику чи натиску до її черевця, щоб розпочався процес виділення ікри. У самиці, яка готова до нересту, добре розвинений генітальний, або статевий, отвір, який під час натискання на черевце випинається з ікринкою.

Інтервали між перевіркою самиць на зрілість залежать від температури води.

Несвоєчасне отримання статевих продуктів приводить до їх перезрівання та резорбції. Резорбція погіршує якість плідників та може призвести до їх безпліддя. Процес резорбції статевих продуктів струмкової форелі триває до 5–7 міс. В результаті затримується формування статевих продуктів наступного року. Для запобігання цього негативного явища треба повністю зціджувати у плідників ікру та сперму.

Дослідження репродуктивних показників трилітніх самиць показало, що їх плодючість була досить високою.

З метою визначення репродуктивних характеристик самиць (табл. 3.8) відціджену ікру від кожної самиці зважували. Відбирали проби незаплідненої ікри (20–30 шт.). Фіксували їх 4%-му розчині формальдегіду. Фіксовану ікру досліджували в лабораторних умовах.

Відношення маси ікри до маси тіла самиць було високим – 24,4%. В умовах повносистемного форелевого господарства вирощування струмкової форелі відбувається упродовж 34 місяців. Цей період триває від дня виходу передличинки з ікринки. Оптимальна температура води повинна триматися у межах 15-16°C у літній період. Зимовий не опускається нижче 7°C. Оптимізація температурного режиму вирощування плідників забезпечує формування маточного стада з високими репродуктивними показниками.

Робоча плодючість у вперше нерестуючих самиць середньому становила 1,8-1,9 тис ікринок (від 745 до 3918 ікринок). Коефіцієнт варіабельності за показником робочої плодючості був високим — 36,4 що пов'язано з їхніми індивідуальними особливостями.

Таблиця 3.8 – Репродуктивна характеристика 3-літніх самиць струмкової форелі

Показники	Маса риби, г	Маса ікри, г	Ls, см	Плодючість, тис. кл		Розміри яйцеклітин		Маса ікри маса тіла, %
				робоча	відносна	P, мг	D, мм	
M	464,6	120	35	1,85	3,98	62,4	4,5	23,5
m	139,5	45	3,9	671	513	6,0	3,5	2,3
C <sub>v</sub>	30	39,4	11	34,4	11,9	9,5	4,2	1,7
min	210	37	28	0,75	2,95	52	4,6	15,4
max	834	235	42	3,92	4,99	75	5,5	22,5

Самиці струмкової форелі, які за характером нересту належать до літофільних риб, мають ікринки достатньо великого розміру їх середня маса складала 61,4 мг, а діаметр – в середньому 4,7 мм.

Варіабельність за показником маси ікринки складала 9,6 %.

Аналіз отриманих даних показав слабкий прямий позитивний взаємозв'язок маси тіла та маси ікринок: коефіцієнт кореляції – 0,43.

Завдяки поліпшенню умов утримання (параметрів середовища) та технологічних вимог (щільність посадки, годівля) від вперше нерестуючих самиць трьохліток отримано ікру, якість якої забезпечила у наступному високий відсоток виживання молоді струмкової форелі (60%). Саме на основі цього актуальною залишається оцінка якості ікринок струмкової форелі за розміром.

Згідно з технологією відбору ікринок у лососевих риб, у самиць, в яких вже відцідили ікру, проводили повторний відбір залишкової порції ікри.

Повторне відціджування здійснювалося через 2–4 дні, кількість залишкової ікри перебувала в межах 5–15%. Якщо не провести повторне зціджування залишків ікри, в результаті резорбції плодючість самиць в наступному нерестовому може суттєво знизитись.

Отримані результати факторного аналізу (табл. 3.9) використовували під час здійснення прогнозних оцінок репродуктивних характеристик струмкової форелі за її екстер'єрними показниками.

Таблиця 3.9 – Параметри рівняння регресії залежності маси ікри від довжини та маси самиць

Показники	Коефіцієнти		F	P
	A	B		
Залежність маси ікри від розмірів плідників	345,75 ± 42,30	13,32 ± 1,12	122,5	<0,001
Залежність маса ікри від маси плідників	15,05 ± 12,13	0,30 ± 0,25	110,4	<0,001

Основною характеристикою репродуктивної оцінки самців струмкової форелі є об'єм порції еякуляту. Важливий показник якості самців – концентрація спермійів.

Репродуктивна характеристика трилітніх самців струмкової форелі була досить високою (табл. 3.10).

Концентрація спермійів та тривалість їхньої рухливості для самців реофільних видів риб, нерест яких у природі проходить на швидкій течії води, є основними показниками репродуктивності. Тривалість рухливості спермійів у триліток струмкової форелі становила 35,6 секунди (від 19,5 до 56,4 с).

Середня робоча плодючість була високою та складала 1391 млн. спермійів, з межами коливань 542–1860 млн. спермійів.

Об'єм еякуляту перебував на рівні 6,8 см<sup>3</sup>, межі коливань були досить широкими та становили 3,5–12,2 мл.

Таблиця 3.10 – Репродуктивна характеристика самців трьохліток струмкової форелі

Показники	Маса риб,г	В'язкуляту, мл	Концентрація спермійів, млн/мл <sup>3</sup>	Робоча плодючість, млн. спермійів	Тривалість рухе спермійів, с
М	455,7	6,4	210,4	1400,5	33,4
m	124,4	2,5	70,1	465,1	12,1
σ	24,7	0,6	27,5	183,2	4,6
C <sub>v</sub>	27,4	32,6	34,6	34,5	38,8
max	644	11,2	321	1876	50,2
min	168	3,5	95	553	20,5

Середній показник концентрації спермійів складав 206,4 млн/мл, з межами коливань 97–316 млн./мл. Зростання маси самців не мало позитивного впливу на показник відцідженого еякуляту.

### 3.5.1 Моніторинг репродуктивних показників 3–5-літніх плідників струмкової форелі

В залежності від віку плідників струмкової форелі проходить поступове систематичне зростання робочої та відносної плодючості. Чітко простежується тенденція зростання загальної маси відцідженої ікри у самиць, що беруть участь у нересті. У ході досліджу вона складала 24,4% від маси тіла тріліток, 22,0% — чотириліток, 22,9% — п'ятиліток, що є досить високим



показником для виду роду *Salmo*. Статистично достовірні дані були отримані за значеннями довжини тіла за Смітом, маси та діаметру ікринки, відмічено їх систематичне збільшення, що вказує на доцільність проведення відтворення стумкової форелі за умов інтенсивної аквакультури (табл. 3.11).

Таблиця 3.11– Репродуктивна характеристика різновікових самиць струмкової форелі

Вік	Показники	W риби, г	W ікри, г	Ls, см	Плодючість, ікринок		Розмір овульованих яйцеклітин		Маси ікри маса тіла, %
					робоча	відносна	P, мг	D, мм	
2+	M	465,6	114	34	1847	3971	61,47	4,7	24,4
	m	135,6	44	3,43	672,4	513	5,93	3,93	3,3
	C <sub>v</sub>	29	38,4	10	36,4	12,9	9,65	4,14	1,4
	max	824	230	41	745	2949	51,0	4,4	16,4
	min	200	38	27	3918	4977	73,0	5,1	23,5
3+	M	1028	228	44	2312	2255	99,1	5,6	22,2
	m	42	9	3	122	192	9,0	0,3	6,6
	C <sub>v</sub>	4	4	7	5	9	9	5	3
	max	1084	239	52	2485	2506	111,5	5,9	23,3
	Min	983	214	42	2143	1977	86,1	5,1	21,6
4+	M	1383	319	48	3191,8	2281,6	100,6	5,5	22,9
	m	260,9	76,0	2,0	822,4	173,2	4,7	0,3	1,3
	C <sub>v</sub>	19	24	4	26	8	5	5	6
	max	1900	468	51	4736,8	2496,5	109,4	5,8	246
	min	1100	245	45	2407,4	2029,5	94,0	5,0	204

При середній масі тріліток 465,6 г маса відцідженої ікри становить 114 г. У той же час, у самиць п'ятилітнього віку масою 1380 г маса відцідженої ікри становить 319 г (рис. 3.7).

Високі витрати енергетичних запасів призводять до зменшення кількісного показника ікринок, розміри яких з віком зростають; також прослідковуємо з віком незначне зменшення кількості ікри відносно маси тіла.

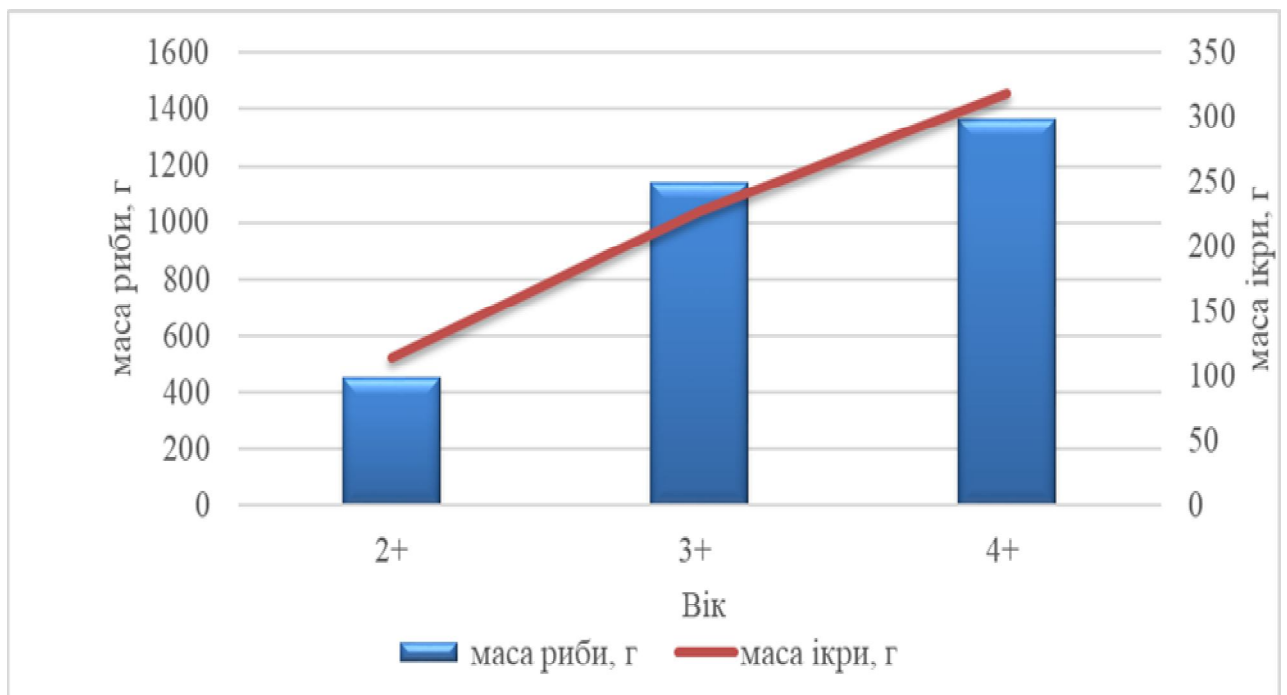


Рис. 3.7 – Залежність маси ікри від маси тіла у різновікових самиць струмкової форелі

Аналогічно, встановлений позитивний зв'язок між віком самиць струмкової форелі, кількістю відцідженої ікри та робочою плодючістю. Кількість відцідженої ікри збільшується в 2,0 та 2,7 раза. Здебільшого цінні види лососевих належать до поліциклічних видів риб з переривним типом оогенезу, тобто протягом життя вони нерестують декілька разів, відбувається періодичне поповнення резервного фонду статевих клітин. Відповідно, потенційна плодючість у них формується на початку кожного нового циклу розвитку статевих клітин, а показник кінцевої плодючості залежить від

основних умов утримання – температурного режиму, фотоперіоду та задоволення потреб у кормах.

Для повторного дозрівання самиці форелі потребують значної кількості енергетичних резервів для росту ооцитів та накопичення в них необхідної кількості поживних речовин, тобто відновлення запасів енергетичних витрат на наступний нерест, цим і зумовлюється збільшення кормового коефіцієнта за утримання маточного стада старших вікових груп від 2,2 (чотирилітки) до 3,0 одиниць (п'ятилітки).

Плодючість різновікових плідників струмкової форелі (рис. 3.8) відображена за динамікою середньої робочої та відносної плодючості різновікових груп.

Показник відносної плодючості у повторно нерестуючих самиць, у порівнянні з вперше нерестуючими, значно знизився на 28,8 та 28,0% у чотири- та п'ятиліток відповідно, що є закономірним у зв'язку зі зростанням маси тіла плідників, однак практично не виявлено різниці у значеннях показника відносної плодючості між чотири- та п'ятилітками.

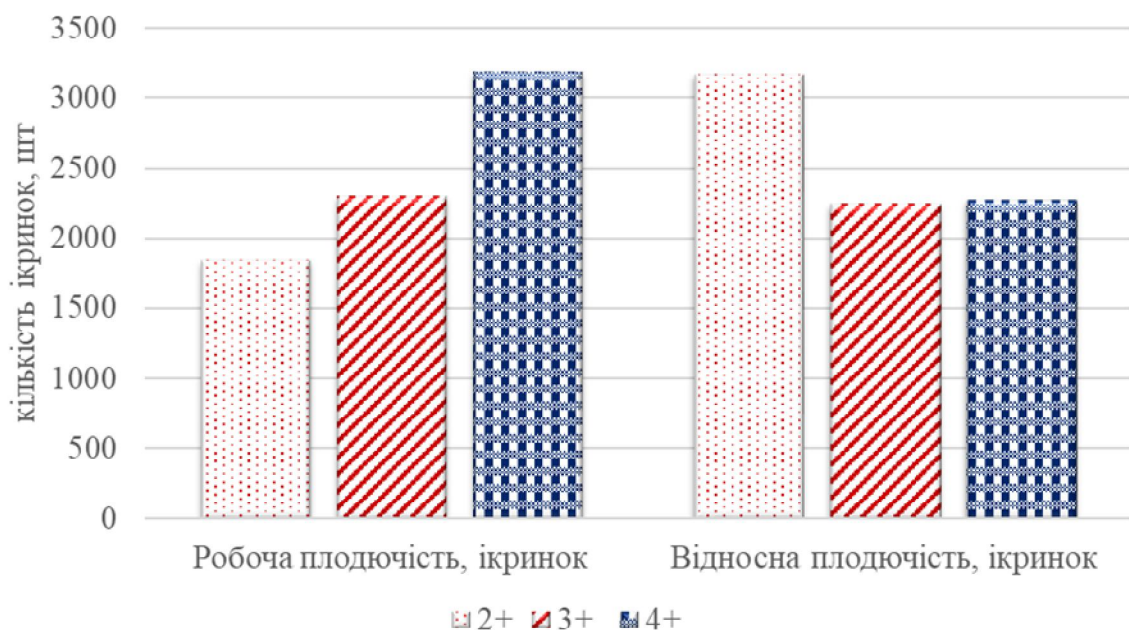


Рисунок 3.8 – Динаміка зміни середньої робочої та відносної плодючості струмкової форелі

Закономірним є той факт, що із збільшенням кількості відцїженої ікри та зменшенням показника відносної плодючості величини діаметра та маси ікринок помірно зростають упродовж усього періоду утримання плідників.

Відомо, що для нормального ембріонального розвитку ікринка форелі повинна мати масу не менше 40 мг та містити достатню кількість поживних речовин, а її діаметр має складати 4,5 мм. Параметри ікри навіть вперше нерестуючих самиць domestikованого маточного поголів'я повною мірою відповідали цим вимогам (рис. 3.9).

Отримані данні свідчать про позитивний прямий зв'язок між масою тіла та діаметром і масою ікри у самиць три- та чотирилїтнього віку, коефіцієнт кореляції за показником маси ікринок становив 0,43 одиниці та 0,73 — у три- та чотирилїток відповідно, коефіцієнт кореляції за діаметром ікри — 0,20 та 0,69 відповідно.

У трилїтніх самиць струмкової форелі середнє значення діаметра ікри становило 4,7 мм, маси — 61,4 мг (рис. 3.9). Такі ж параметри характерні для ікри вперше нерестуючих самиць з природнїх водотоків.

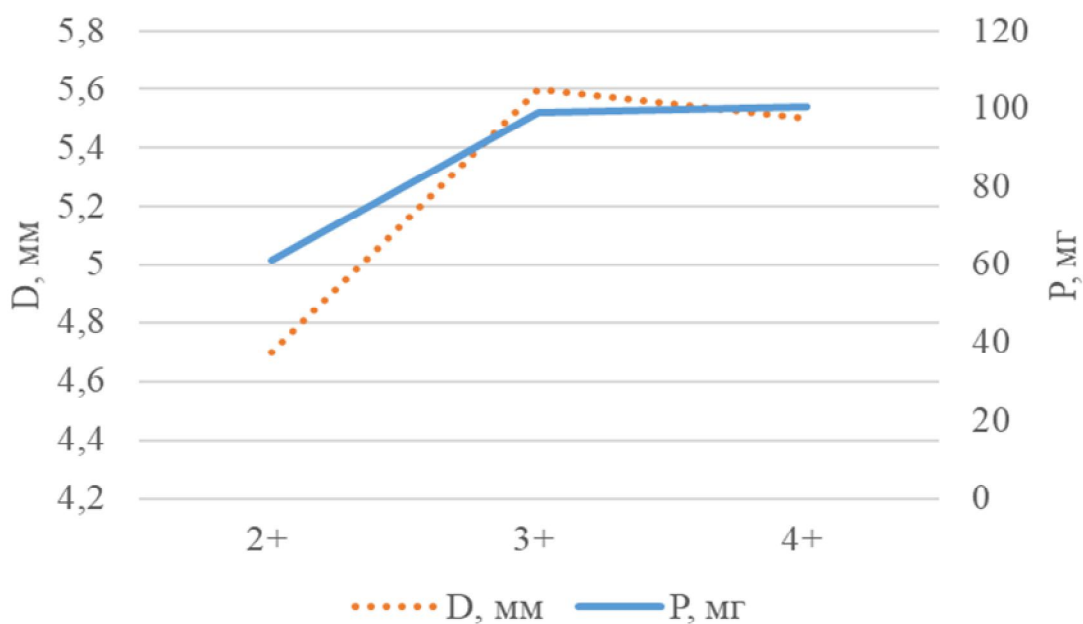


Рисунок 3.9 – Параметри ікри різновікових самиць струмкової форелі

У чотирилітніх самиць діаметр та маса ікринок були значно більшими та складали 5,6 мм та 99,1 мг відповідно. У п'ятилітніх самиць діаметр ікринки становив 5,5 мм, а маса — 100,6 мг, на відміну від три- та чотириліток струмкової форелі: в даному випадку ми прослідковуємо незначний зворотній взаємозв'язок між масою тіла та параметрами ікринок. Так, за діаметром ікринки коефіцієнт кореляції становив 0,41 одиниць, за масою ікринки — 0,37 одиниць. Це свідчить про те, що при досягненні самицями п'ятилітнього віку параметри ікринок залишаються відносно сталими, незважаючи на продовження масонакопичення.

Аналіз продуктивних характеристик різновікових самиць (3-, 4-, 5-літок) встановив зменшення середнього показника відносної та робочої плодючості, зумовлене позитивним впливом умов утримання. Водночас, збільшення розмірів ікринок струмкової форелі сприяло отриманню крупніших личинок та, як наслідок, нащадків більших розмірів.

Встановлено, що кількість відцідженого еякуляту з віком зростає. Результати досліджень вказують, що у три- та чотириліток плідників його кількість становила 6,8 мл, а у самців п'ятилітнього віку середній показник знаходився на рівні 10,0 мл. Продуктивність різновікових самців струмкової форелі відображена на рисунку 3.10.

У практичному рибництві вважають недоцільним утримання самців струмкової форелі чотири- та п'ятилітнього віку, оскільки витрати, пов'язані з ним (за рахунок кормів, додаткової вирощувальної площі), значно зростають. У той же час, репродуктивна характеристика трілітніх самців повною мірою задовольняє вимоги для отримання високого відсотка заплідненої ікри.

Під час формування маточного стада струмкової форелі в умовах індустріальної аквакультури зазвичай відбирають самців за розмірними ознаками. Варто зазначити, що одночасно збільшується кількість самців з великим об'ємом еякуляту і високою робочою плодючістю.

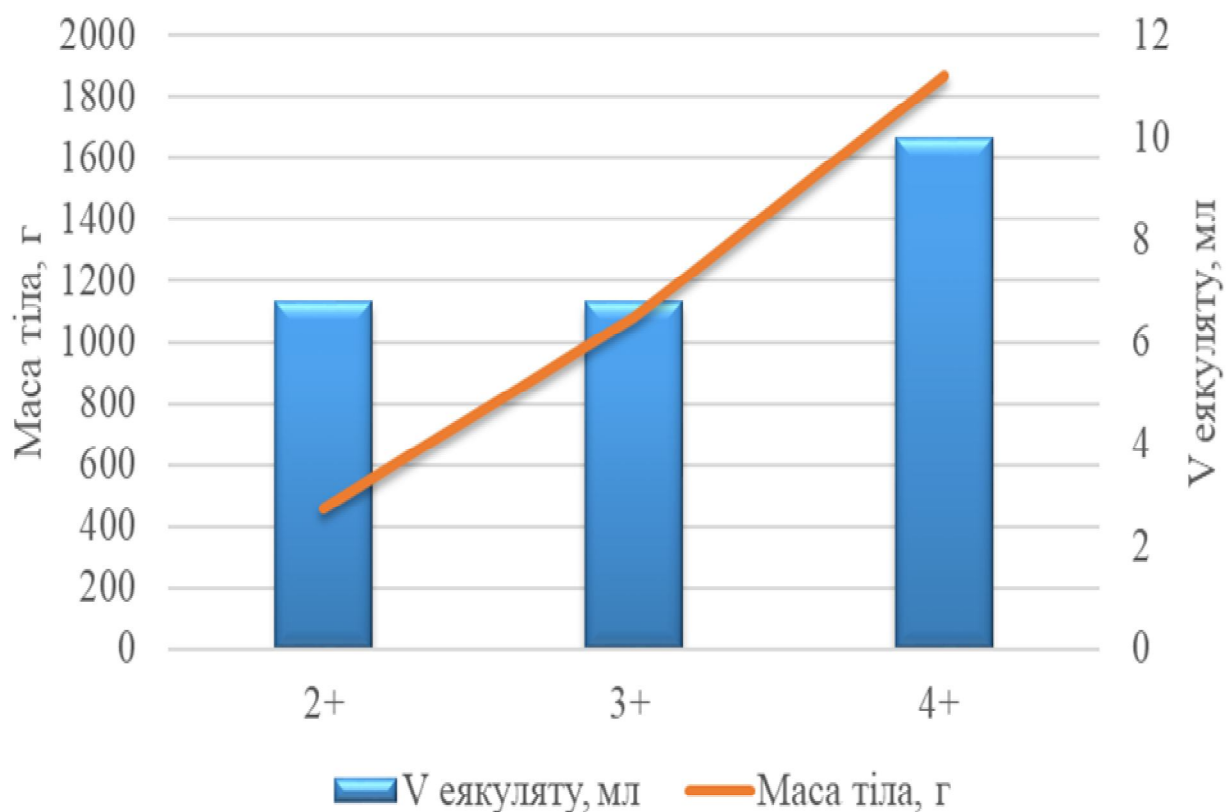


Рисунок 3.10 – Продуктивність різновікових самців струмкової форелі

В основному залишаються без уваги такі важливі показники, як тривалість рухомого стану, концентрація спермій, їх запліднювальна здатність, тому поряд з масовим відбором необхідно проводити індивідуальний відбір за якістю сперми.

#### 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Історія культивування форелі в Україні нараховує більше двох століть. Перші форелеві господарства, які, в основному, належали лісництвам, були зосереджені в Карпатському регіоні, який за природними умовами пристосований до біологічних потреб лососевих риб. Основним об'єктом культивування в першій половині XIX ст. був цінний представник прісноводних лососевих риб іхтіофауни України — струмкова форель [6]. На жаль, у період загальної інтродукції райдужної форелі вона поступилась своїм лідируючим місцем серед лососевих об'єктів аквакультури. Це було пов'язано з низкою чинників, основним з яких була неконкурентоспроможність, як комерційного виду (значно нижча продуктивність та тривалий термін товарного вирощування) [7, 30]. Однак, останніми роками, внаслідок диверсифікації видів, все більше індустріальних господарств повертаються до культивування струмкової форелі.

За складом вода з джерел водопостачання в форелевому господарстві відповідала державному стандарту за основними показниками для вирощування форелі [78]. Спостерігали незначне перевищення показника мінералізації протягом усього періоду, за рахунок сполук гідрокарбонатної групи.

Темп росту струмкової форелі в індустріальному господарстві має істотні переваги у порівнянні з таким струмкової форелі з природних водотоків. У Карпатському регіоні цьоголітки струмкової форелі представлені особинами масою 4–7 г [2]. В індустріальному господарстві середня маса цьоголіток у листопаді сягала 8,4 г, що перевищує масу тіла особин із природних водойм України. Однак, якщо порівнювати отримані дані за масою тіла цьоголіток струмкової форелі з водойм Білорусі, в яких середня величина даного показника становить 9,1 г [79], ми бачимо, що,

незважаючи на інтенсивний метод годівлі, масонакопичення в нашому досліді є нижчим.

Проте, дволітки з білоруських водойм поступаються на 50% за показником середньої маси тіла особинам, вирощеним в умовах індустріальної аквакультури Карпатського регіону [12].

Середній показник маси тріліток струмкової форелі у нашому досліді становив 462 г, що на 84% більше, ніж з річок Закарпаття [52], та на 66%, — ніж даний показник в білоруських водоймах. Таким чином, існує пряма залежність між тривалістю вегетаційного періоду з оптимальним температурним режимом і годівлею та набором маси тіла.

Аналіз морфометричних даних плідників струмкової форелі показав, що, в цілому, характеристики, залишалися достовірними для риб з природних водотоків, однак необхідно відмітити, що у культивованих риб зменшувався горизонтальний діаметр ока до 17,0% проти 20,4%, та зростала довжина риля до 34% проти 27%, що було наслідком адаптивних змін до специфіки індустріальних умов вирощування у бетонованих басейнах.

Очевидно, що ріст самиць струмкової форелі в умовах індустріального господарства є більш інтенсивним. Так, маса тріліток вирощених в наших умовах та у Чилі, практично однакова — 465 та 470 г відповідно, тоді як маса чотириліток становить 1141 г, а за літературними даними — 735 г, маса п'ятиліток — 1397 та 1263 г відповідно [80].

Показник накопичення маси у вперше використаних у відтворенні самців та у чотириліток ідентичний такому самиць, однак для п'ятиліток даний показник має значні переваги, що пов'язано із витратами енергії під час відтворення, які у самиць вдвічі більші, ніж у самців; відповідно, самицям необхідно більше енергії на відновлення та на процес вітелогенезу, а самці струмкової форелі після нересту ще мають питомий енергетичний резерв.

Вперше використані в експериментальному відтворенні самиці були вирощені в умовах індустріальної аквакультури та досягли статевої зрілості у



трилітньому віці, що підтверджується літературними даними. При порівнянні отриманих результатів із вивченням репродуктивних характеристик різновікових самиць струмкової форелі, культивованої в Чилі, спостерігали подібні закономірності у збільшенні середньої робочої плодючості з віком. У нашому дослідженні самиці характеризувалися більшою плодючістю — 1847, 2312 та 3191 тис. ікринок проти 1182, 1904 та 2744 тис. ікринок відповідно. Прослідковується закономірне зменшення відносної плодючості.

Наші дослідження продуктивності самиць струмкової форелі, вирощених в умовах індустріальної аквакультури, доводять, що метричні показники статевих клітин та репродуктивність залежать від репродуктивного віку самиць та кількості нерестових циклів. В першу чергу, показано, що маса тіла самиць, робоча плодючість та діаметр ікринок збільшуються з кожним наступним нерестовим сезоном. Особливо ця відмінність яскраво виражена між 1 та 2 нерестом. Зворотня тенденція прослідковується за показником відносної плодючості, що є характерним для всіх видів лососевих риб.

Розмір ікринок має істотне значення за нересту струмкової форелі в природі. Так, за сприятливих умов середовища (температурний режим та достатня кормова база) самиці струмкової форелі відкладають більшу кількість ікринок, але меншого розміру, тоді як за несприятливих умов середовища під час нересту самиці відкладають ікринки більших розмірів. Це пояснюється тим, що личинки за більшого запасу поживних речовин жовткового мішка, мають більше шансів на виживання в умовах дефіциту їжі. Однак, за вирощування в індустріальній аквакультурі, ця залежність зникає, оскільки риба вирощується в умовах інтенсивної годівлі. Отже, можна погодитись з висновками про те, що відсутня універсальна залежність між кількістю їжі та кількістю і розміром ікринок.

Статевої зрілості самці струмкової форелі досягають у дволітньому віці, у зв'язку з коротшим гаметогенетичним циклом. Це пояснює високу репродуктивну характеристику самців за першого дослідженого нересту, тоді

як самиці набувають статевозрілості у трилітньому віці, через нестачу градусо-днів для 5 етапу вітелогенезу, під час якого яйцеклітини збільшуються в розмірах та накопичують поживні речовини.

## ВИСНОВКИ

За результатами досліджень розроблено принципи формування та утримання ремонтно–маточного стада струмкової форелі в умовах індустріальної аквакультури з метою отримання високоякісної рибної продукції для потреб відновлення чисельності популяцій у природних водоймах і товарного форелівництва.

1. Лінійний ріст та накопичення маси тіла струмкової форелі, вирощеної в умовах індустріальної аквакультури, мають істотні переваги у порівнянні з одновіковими особинами цього виду риб із природних популяцій.

2. При вирощуванні в умовах індустріального форелевого господарства цьогорітки струмкової форелі досягають середньої маса 8,4 г. Середня маса дволіток складає 127,3 г, трьохліток – 462,0 г.

3. Нащадки отримані з ікри доместикованих плідників характеризуються прискореним темпом росту. Дволітки досягають середньої маси 232,4 г. Трьохлітки – 545,5 г. Це відповідно на 82,2 та 17,9% вище аналогічних показників у з природних популяцій.

3. За результатами досліджень морфометричних показників виявлено, що самці струмкової форелі характеризувалися більшим розміром рила, верхньої та нижньої щелепних кісток у порівнянні з самицями.

4. Основною ознакою статевого диморфізму плідників струмкової форелі є більша відстань між черевним (V) та анальним (A) плавцями у самиць. Інші визначені ознаки мають відносно невисоким ступенем мінливості (коефіцієнт варіації коливався від 3,8 до 16,4%).

5. Вирощені за інтенсивними технологіями плідники струмкової форелі характеризуються високими репродуктивними показниками. Робоча плодючість вперше нерестуючих самиць в середньому становила 1847 ікринок.

6. Робоча плодючість чотириліток становить 2312 ікринок, п'ятиліток — 3191 ікринок. Індивідуальна маса ікринок зростала у самиць більшого віку та становила 81,5 мг проти 61,4 мг.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мрук А. І., Устич В. І., Бузевич І. Ю. Відтворення та поповнення природнього ареалу струмковою фореллю на прикладі р. Іршава // Рибогосподарська наука України. 2011. № 3. С. 40—45.
2. Устич В. І. Іхтіофауна р. Іршава та стратегія її відновлення : дис. канд. біол. наук : 03.00.10 «Іхтіологія». Київ, 2011. 195 с.
3. Габчак Н. Ф. Антропогенна трансформація та екологічний стан річкових систем Закарпаття // Україна наукова–2003 : IV Міжнар. наук.-практ. конф. : матер. Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2003. С. 9—12.
4. Нечай М. Сучасний стан та перспективи збільшення популяції форелі струмкової в басейні Черемошу // Жаб'є : еколого-просвітницький краєзнавчий журнал. 2014. № 2. С. 2—5.
5. Фермерське рибництво / Грициняк І. І. та ін. Київ, 2008. 556 с.
6. Розведення форелі на Україні / Алтухов К. О. та ін. Київ : Урожай, 1967. 80 с.
7. Протасов А. А. Ручьевая и радужная форель в прикарпатских районах УССР // Труды научно-исследовательского института озерно-речного рыбного хозяйства. 1949. № 6. С. 111—123.
8. Бурмакин Е. В. Семейство Лососевые // Известия ГосНИОРХ. 1963. Т. 53. С. 22—51.
9. Крылова С. С. Экология кумжи (*Salmo trutta* L.) бассейна Белого моря // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера : III (XXVI) Междунар. конф. : матер. Сыктывкар, 2003. С. 43—44.
10. Осинов А. Г., Берначе Л. «Атлантическая» и «дунайская» филогенетические группы кумжи *Salmo trutta* complex : генетическая дивергенция, эволюция, охрана // Вопросы ихтиологии. 1996. Т. 36, № 6. С. 762—786.

11. Кудерский Л. А. О происхождении лососей и форелей (*Salmo trutta* L.) в бассейнах Аральского, Каспийского и Черного морей // Известия ГосНИОРХ. 1974. Т. 97. С. 187—211.
12. Плюта М. В. Распространение форели ручьевой *Salmo trutta morpha fario* L. на территории Беларуси // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2004. Вып. 20. С. 62—68.
13. Якимов А. В. Экология и биология ручьевой форели (*Salmo trutta morpha fario* L., 1758) в условиях Центрального Кавказа (в пределах Кабардино-Балкарии) : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2002. 24 с.
14. Kallio-Nyberg I., Koljonen M.-L. The Finnish char (*Salvelinus alpinus*) stock register // Finnish Fish.Res. 1991. Vol. 12. P. 77—82.
15. Seppovaara O. Arctic char and its fishing industrial importance in Finland // Suom. Kalatalous. 1969. Vol. 37. P. 175.
16. Seppovaara O. Zur Systematik und Okologil des Lachses und der Foreller in den Binnengewassern Finlands // Ann. Zool. Soc. Vanama. 1962. Vol. 24. P. 1—86.
17. Мовчан Ю. В. Риби України (визначник-довідник). Київ : Національний науково-природничий музей НАН України ; Зоологічний музей, 2011. 420 с.
18. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Москва : АН ССР, 1949. Т. 3. 876 с.
19. Щербуха А. Я. Риби наших водойм. Київ : Радянська школа, 1981. 159 с.
20. Павлов П. Й. Фауна України. Т. 8 : Риби. Вип. 1 : Личинкохордові (асцидії, апендикулярії), безчерепні (головохордові), хребетні (круглороті, хрящові риби, кісткові риби — осетрові, оселедцеві, анчоусові, лососеві, харіусові, щукові, умброві). Київ : Наукова думка, 1980. 352 с.

21. Плюта М. В. Рост ручьевой форели в водоемах Беларуси // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2001. Вып. 17. С. 193—197.
22. Мрук А. І., Устич В. І., Маслянка І. І. Сучасний стан та перспективи відтворення цінних лососевих видів риб в Закарпатті // Проблеми воспроизводства аборигенных видов рыб. Київ : Світ рибалки, 2005. С. 196—200.
23. Парфеник А. Н. Влияние среды на изменчивость морфологических признаков форели КБАССР (*Salmo trutta morpha fario* L.) // Уч. записки КБГУ. 1961. Вып. 12. С. 211—219.
24. Китаев С. П., Ильмаст Н. В., Михайленко В. Г. Кумжи, радужная форель, голец и перспективы их использования в озерах Северо-Запада России. Петрозаводск : Карельский научный Центр РАН, 2005. 108 с.
25. Solewski W. Brown trout (*Salmo trutta morpha fario* L.) in the Rogznik stream // Acta Hydrobiol. 1963. Vol. 5(4). P. 353—366.
26. Владимиров В. И. Ручьевая форель Армении и ее отношение к другим представителям рода *Salmo* // Тр. Севанской гидробиологической станции. 1948. Т. 10. С. 10—17.
27. Владимирская М. И. Форели озерная, или кумжа, и ручьевая в водоемах бассейна озера Имандра // Бюлл. МОИП. Отдел биологический. 1957. Т. 62, вып. 4. С. 112—125.
28. Евсин В. Н. Некоторые биологические особенности ручьевой форели *Salmo trutta morpha fario* L. реки Пулоньги (Кольский полуостров) // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 1987. Вып. 260. С. 55—78.
29. Жуков П. И. Рыбные ресурсы Белоруссии. Минск : Урожай, 1983. 128 с.
30. Протасов А. А. Состояние сырьевых запасов ручьевой и радужной форели в реках закарпатской области УССР : отчет НИИ прудового и озерно-речного рыбного хозяйства. Львов, 1948. 76 с.

31. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Москва : Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
32. Живлення і трофічні взаємовідносини європейського харіуса та струмкової форелі у річках Закарпатського регіону / Кружиліна С. В. та ін. // Гидробиологический журнал. 2013. Т. 49. № 2. С. 67—77.
33. Кормова база та шляхи відтворення природних популяцій форелі струмкової в річках Прикарпаття / Кружиліна С. В. та ін. // Гидробиологический журнал. 2010. Т. 47, № 3. С. 38—49.
34. Савельева К. В. Материалы к изучению питания озерной и речной форели Тебердинского заповедника // Труды Тебердинского заповедника. 1972. Вып. 8. С. 217—222.
35. Шарипов К. О. Антигенные особенности каспийского лосося и ручьевых форелей рек Терека и Сулака // Вопросы ихтиологии. 1970. Т. 10, № 4. С. 761—762.
36. Габчак Н. Ф. Сучасний прояв руслових процесів та специфіка протипаводкового захисту господарських об'єктів у басейні Тиси в межах Закарпатської області // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. 2004. № 3. С. 36—42.
37. Щербак В. І., Устич В. І., Мрук А. І. Рибоохоронні заходи щодо збереження та відновлення іхтіофауни малих водотоків Карпат // Збереження генофонду та відновлення популяцій цінних видів риби : Міжнар. наук. конф. : матер. Київ, 2011. С. 79—82.
38. Грициняк И. И., Мрук А. И. Состояние и перспективы воспроизводства редких и исчезающих пресноводных видов лососевых рыб в Украине // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб : Междунар. конф. : тезисы докл. Санкт-Петербург, 2010. С. 48—50.
39. Козлов В. И., Козлов А. В. Коммерческая аквакультура. Москва, 2008. 166 с.
40. Козлов В. И. Аквакультура в истории народов с древнейших времен. Москва, 2002. 349 с.



41. Трещев А. И. Интенсивность рыболовства. Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. 266 с.
42. Галасун П. Т., Булатович М. А., Борбат М. О. Технологическая инструкция по производству радужной форели в различных типах хозяйств Украины. Львов, 1987. 17 с.
43. Канидъев А. Н. Инструкция по разведению радужной форели. Москва : ВНИИПРХ, 1985. 60 с.
44. Козлов А. В., Рубцов С. В. Восстановление численности ручьевой форели в реке при организации коммерческого лова // Рыбное хозяйство. 2004. Вып. 63. С. 98—100.
45. Щербина М. А., Гамыгин Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. Москва : ВНИРО, 2006. 364 с.
46. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Копенгаген, 2010. 70 с.
47. 37 Наукові дослідження особливостей поширення дунайського лосося, струмкової форелі, харіуса в річкових системах Карпатського регіону та рибницько-біологічне обґрунтування щодо ефективного відтворення їх популяцій : звіт про НДР (заключний 2009 р.) / ІРГ УААН. Київ, 2009. 71 с.
48. Протасов А. А. Ихтиофауна рек Закарпатской области : отчет НИИ прудового и озерно-речного рыбного хозяйства. Львов, 1946—1947.
49. Комплексна технологія відтворення лососевих риб в рибницьких господарствах України / Мрук А. І. та ін. Київ : ІРГ НААНУ, 2015. 27 с.
50. Наукові дослідження природних популяцій струмкової форелі в малих річках Західного регіону (Прикарпаття), науково-біологічне обґрунтування заходів та методичні рекомендації з її відтворення : звіт про НДР (заключний 2008 р.) // ІРГ УААН. Київ, 2008. 41 с.
51. Шнаревич И. Д. Основы освоения и воспроизводства рыбных ресурсов рек Украинских Карпат : автореф. дис. на соискание уч. степени докт. биол. наук. Черновцы, 1969. 39 с.

52. Власова Е. К. Материалы по ихтиофауне Закарпатья // Научные записки Ужгородского университета. 1956. Т. 16. С. 3—38.
53. Хандожівська А. І. Вирощування струмкової форелі (*Salmo trutta morpha fario*, L.) в Європі // Збереження генофонду та відновлення популяції цінних видів риб : Міжнар. наук.-практич. конф. : матер. Київ : ДІА, 2011. С. 108—111.
54. Черняев Ж. А. Искусственное воспроизводство лососевых рыб во Франции // Рыбное хозяйство : информационный пакет. Достижения отечественного и зарубежного лососеводства. 1993. Вып. 2. С. 23—29. (Серия : Аквакультура).
55. Шевцова Э. Е. Тенденции развития товарного лососеводства в некоторых зарубежных странах // Рыбное хозяйство : информационный пакет. Пастбищное и товарное лососеводство. 1991. Вып. 2. С. 1—6. (Серия : Аквакультура).
56. Didenko A., Mruk A. Conservation and restoration of native salmonids in Ukrainian Carpathians: perspectives and challenges // Advances in the Population Ecology of Stream Salmonids : International Symposium, May 17-23, 2010 : proceed. Luarca, Asturias, Spain, 2010. P.0/1.
57. К воспроизводству весенне-нерестующих лососевидных рыб в бассейне р. Енисей / Заделенов В. А и др. // Современное состояние водных биоресурсов : 2 Междунар. конф. : матер. Новосибирск, 2010. С. 240—243.
58. Красная книга Карелии. Петрозаводск : Карелия, 1995. 286 с. **60** Попов Л. Н. Опыт выращивания молоди Ладожского лосося и форели в специально подготовленных озерах // Отчетная сессия Ученого Совета ГосНИОРХ по итогам работ : тезисы докл. Ленинград, 1968. С. 65—66.
59. Karlstrom O. Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) parr in Swedish rivers with some reference to human activities // Abstr. of Uppsala Dissertations from the faculty of Science. Uppsala, 1977. 12 p.

60. Kokko U. Profitability of stocking with brown trout (*Salmo trutta lacustris*) and lake salmon (*Salmo salar sebago* (Girard)) in Lake Saimaa // Saimaseminaari. Joensuu. 1985. P. 213—220.
61. Шапошникова Г. Х. Амударьинская форель *Salmo trutta oxianus* Kessler // Труды Карело-Финского отделения ВНИОРХ. 1951. Т. III. С. 321—333.
62. Huvarinen P., Vehanen T. Length at release affect movement and recapture of lake-stocked brown trout // North American journal of Fisheries Management. 2003. Vol. 23. P. 1126—1135.
63. Владовская С. Выращивание ручьевой форели на морской рыбной ферме // Рыбное хозяйство : информационный пакет. 1992. Вып. 2. С. 17—18. (Серия : Аквакультура).
64. Алексанян Л. А., Тигранян Э. А. Эмбрионально-личиночное развитие ручьевой форели в условиях Армении (*Salmo fario* L.) // Сборник научных трудов Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства. 1991. Вып. 62. С. 88—95.
65. Шахмурзов М. М., Жуков Е. И., Хабжоков А. Б. Особенности формирования стада производителей ручьевой форели при искусственном воспроизводстве в условиях Чегемского форелевого рыбного завода // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий : науч.-практ. конф. : матер. Краснодар, 1999. С. 94—96.
66. Тертерян Л. Л., Тертерян Л. А., Колос О. М. Господарство «Ішхан» репродуктор з відтворення рідкісних та зникаючих видів лососевих риб // Збереження генофонду та відновлення популяції цінних видів риб : Міжнар. наук.-практич. конф. : матер. Київ : ДІА, 2011. С. 85—87.
67. Мрук А. І., Кружиліна С. В., Діденко О. В. Методичні рекомендації з відтворення природних популяцій струмкової форелі в малих ріках західного регіону. Київ, 2008. 11 с.

68. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. Москва : Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
69. Практикум по прудовому рыбоводству / Саковская В. Г. и др. Москва : Агропромиздат, 1991. 174 с.
70. Привезенцев Ю. А. Практикум по прудовому рыбоводству. Москва : Высшая школа, 1982. 208 с.
71. Толчинский Г. И., Резников В. Ф. Структура стандартной модели массонакопления рыб // Сборник научных трудов ВНИИПРХ. 1980. Вып. 28. С. 145—152.
72. Аллер-Аква. URL: <http://www.aller-aqua.com> (дата звернення: 18.09.20).
73. Канидъев А. Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. Москва : Легкая промышленность, 1984. 215 с.
74. Кирпичников В. С. Генетика и селекция рыб. Ленинград : Наука, 1987. 520 с.
75. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва : Высшая школа, 1968. 287 с.
76. Лапач С. Н., Чубенок А. В., Бабич П. Н. Статистика в науке и бизнесе. Киев : МОРИОН, 2002. 640 с.
77. Турянин И. И. Рыбы карпатских водоем. Ужгород : Карпати, 1982. 144 с.
78. Шнаревич И. Д. Биологические основы освоения и воспроизводства рыбных ресурсов рек Украинских Карпат : дис. докт. биол. наук : спец. 03.00.10 «Ихтиология». Черновцы, 1969. 539 с.
79. СОУ – 05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України, 2006. 15 с.
80. Плюта М. В., Изевский В. К., Ермолаев В. В. Общая оценка состояния популяций ручьевой форели в водотоках Беларуси // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2005. Вып. 21. С. 213—217.
81. Reproductive performance of cultured brown trout (*Salmo trutta* L.) in Chile / Francisco J. et al. // Aquaculture Research. 2004. Vol. 35. P. 447—452.