

Б-КС

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ

УДК 597.553.2-15:591.4(476)

ПЛЮТА  
Михаил Васильевич

БИОЛОГИЯ РУЧЬЕВОЙ ФОРЕЛИ  
SALMO TRUTTA MORPHA FARIO (L.)  
В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ

03.00.08 - зоология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Минск, 2003 г.

Работа выполнена в лаборатории ихтиологии  
Института зоологии НАН Беларуси

**Научный руководитель** - доктор биологических наук,  
профессор **П.И. Жуков**

**Официальные оппоненты** - доктор биологических наук,  
профессор Л.В. Камлюк  
(Белгосуниверситет, кафедра экологии  
и методики преподавания биологии)  
  
кандидат биологических наук  
В.Г. Костоусов  
(РУП БелНИИРХ, лаборатория рыболовства и  
рыбоводства в естественных водоемах)

**Оппонирующая организация** - Институт экологии Вильнюсского  
Университета

Защита состоится 10 июня 2003 г. в 14 часов  
на заседании Совета по защите диссертаций  
Д 01.32.01 при Институте зоологии НАН Беларуси  
по адресу: 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27

С диссертацией можно ознакомиться в Совете по защите диссертаций  
Института зоологии НАН Беларуси

Автореферат разослан "18" апреля 2003 г.

Ученый секретарь  
Совета по защите диссертаций,  
кандидат биологических наук

Н.Н. Рошина

ВНИРО

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Библиотека

### Актуальность темы диссертации

В водоемах Беларуси ручьевая форель *Salmo trutta morpha fario* (L.) является одним из редких видов рыб и обитает только в малых реках и их притоках, а численность ее повсеместно невысока. Форель входит в состав бореального предгорного фаунистического комплекса, и наряду с другими представителями (лосось, кумжа, форель радужная, подкаменщик) является индикатором чистоты воды. Довольно чутко реагируя на изменения экологической обстановки, форель служит хорошим объектом мониторинга, в связи с чем изучение биологических параметров и структурных особенностей отдельных популяций форели необходимы как для комплексного наблюдения и оценки видов-индикаторов, так и для более полного представления о внутривидовой изменчивости и характеристике уровня пластичности вида.

Учитывая невысокую численность ручьевой форели в водоемах Беларуси, а также то, что данный вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь, изучение современного состояния его популяций, необходимы для полной характеристики вида в ареале, а также для разработки теоретических основ и практических рекомендаций по сохранению ручьевой форели в составе ихтиоценозов и увеличению ее численности в водоемах Беларуси.

Работа является весьма актуальной, поскольку решаемые в ней вопросы направлены на реализацию основных положений "Национальной стратегии и плана действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь" [1997], среди которых важное место отведено разработке и реализации государственных и региональных программ сохранения видового разнообразия, в том числе редких и находящихся под угрозой исчезновения видов.

### Связь работы с крупными научными программами, темами

Настоящая работа выполнена в лаборатории ихтиологии Института зоологии Национальной академии наук Беларуси в соответствии с общим направлением исследований в рамках четырех плановых тем "Оценка изменений структуры ихтиофауны в результате антропогенной нагрузки на водоемы Белоруссии" (1986-1989 гг.), "Экологические основы оптимизации структуры и численности рыбного населения водоемов Белорусского Поозерья" (1990-1994 гг.), "Структурно-функциональное состояние фаунистических ихтиокомплексов и научные основы сохранения и использования биологического разнообразия рыб в водоемах Беларуси" (1996-2000) "Оценка динамики биологического разнообразия рыб и разработка методологических основ его сохранения" (2001-2005) (№№ гос. рег. 0017592, 00021971, 1996372, 20011832) по Республиканской программе фундаментальных исследований, а также шести х/договорных тем, ответственным исполнителем или исполнителем которых являлся соискатель.

### Цель и задачи исследования

Цель настоящей работы: изучить особенности биологии ручьевой форели в естественных водоемах Беларуси.

Для выполнения поставленной цели в процессе исследования необходимо было решить следующие задачи:

1. Установить область распространения ручьевой форели на территории Беларуси и выявить основные причины мозаичного расположения популяций.

2. Исследовать морфометрические характеристики ручьевой форели из различных популяций и выявить имеющиеся между ними различия.

3. Изучить размерно-возрастные показатели и закономерности роста форели в различных водных бассейнах Беларуси.

4. Исследовать процессы полового созревания форели и их динамику.

5. Изучить структуру нерестовых стад и оценить воспроизводительную способность форели в различных популяциях.

6. Оценить современное состояние популяций ручьевой форели и разработать рекомендации по сохранению и увеличению ее численности.

#### **Объект и предмет исследования**

Объект исследования – форель ручьевая *Salmo trutta morpha fario* (L.).

Предмет исследования – распространение и особенности морфометрии, размерно-возрастных показателей, процессов полового созревания различных популяций форели ручьевой на белорусском участке ареала.

#### **Научная новизна и значимость полученных результатов**

Впервые проведены комплексные исследования биологии ручьевой форели в водоемах Беларуси (морфометрия, линейный и весовой рост, процессы полового созревания, структура нерестовых популяций, воспроизводство).

Определены современное состояние популяций и распространение ручьевой форели на территории Беларуси (выявлено 19 водоемов, которые ранее не указывались, как места обитания данного вида). Отмечено, что в бассейне Днепра сокращается область распространения форели и снижается ее численность.

Выявлены морфометрические различия между популяциями из разных водных бассейнов Беларуси. Пределы варьирования таких меристических признаков как число ветвистых лучей в грудном и брюшном плавниках и количество позвонков оказались шире, чем указывалось ранее для ручьевой форели в ареале.

Анализ собственных материалов и сопоставление их с литературными данными расширяют сведения об изменчивости признаков ручьевой форели в пределах ее обширного ареала и более полно характеризуют уровень ее морфометрической пластичности.

При изучении процессов оогенеза форели впервые установлено, что развитие ооцитов 4-ой ступени фазы протоплазматического роста протекает в два этапа. Ранее в литературе данная особенность для вида *Salmo trutta* не отмечалась.

Полученные в ходе исследований материалы по росту, половому созреванию, структуре нерестовых стад и состоянию популяций важны при проведении работ по искусственному воспроизводству, и разработке комплекса мероприятий по увеличению численности форели в водоемах.

#### **Практическая значимость полученных результатов**

Результаты исследований являются фоновыми для ведения мониторинга за состоянием ручьевой форели в водоемах Беларуси и последующей оценки изменений численности и структуры ее популяций.

Полученные закономерности и выводы использованы при подготовке рекомендаций по охране и увеличению численности ручьевой форели в водоемах

Беларуси, принятых для практического использования Комитетом рыбоохраны при Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды. В их числе: "Рекомендации по охране и увеличению численности ручьевой форели в реках Гавья и Плиса", "Рекомендации по охране и увеличению численности ручьевой форели в водоемах Беларуси".

На основании данных по распространению и численности форели в водоемах Беларуси рекомендовано включить форель ручьевую в третье издание Красной книги Республики Беларусь как угрожаемый вид (категория EN), с возможностью придания ей на соответствующей правовой основе бинарного статуса.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту**

1. Область распространения ручьевой форели на территории Беларуси характеризуется мозаичным расположением популяций, что связано с температурой и прозрачностью воды водотоков, их уклоном и составом грунтов, и сокращается в результате антропогенного воздействия.

2. Межпопуляционные морфометрические различия ручьевой форели водоемов Беларуси определяются условиями обитания (температура воды, скорость течения водотоков).

3. Неравномерность роста ручьевой форели в водоемах Беларуси обусловлена разноразмерностью ее икры и, соответственно, личинок, наличием персонального охотничьего участка, а также различием глубины водоемов в местах обитания форели.

4. В процессе оогенеза ручьевой форели ооциты 4-ой ступени фазы протоплазматического роста развиваются в два этапа, различающиеся между собой размерами ооцитов, а также формой и структурой клеточных компонентов.

#### **Личный вклад соискателя**

Основой для диссертации явился большой фактический материал, который собран, обработан и проанализирован автором лично при консультативной помощи со стороны сотрудников лаборатории ихтиологии Института зоологии НАН Беларуси, которым автор выражает свою искреннюю признательность и благодарность.

Автор выражает свою глубокую признательность и благодарит руководителя диссертации доктора биологических наук, профессора П.И.Жукова за постоянную поддержку, советы и консультации при выполнении работы. Диссертант считает своим долгом поблагодарить канд. биол. наук Шевцову Т.М., являющуюся инициатором настоящей работы, за советы при выполнении данных исследований. Автор выражает свою признательность канд. биол. наук, доценту Петухову В.Б., являющегося организатором ряда дополнительных х/договорных работ, в ходе которых был собран материал, существенно дополнивший диссертационную работу.

#### **Апробация результатов диссертации**

Материалы диссертационной работы были доложены автором на Всесоюзном совещании по проблеме кадастра и учета животного мира, (Уфа, 1989), VI, VII и VIII зоологических конференциях Белорусской ССР (Витебск, 1989; Минск, 1994, 1999), международной научно-практической конференции по проблемам сохранения биологического разнообразия Беларуси (Минск, 1993), а также на научных семинарах лаборатории ихтиологии Института зоологии НАН Беларуси.

### Опубликованность результатов

Материалы диссертации изложены в 11 опубликованных работах, из которых 10 без соавторов. В их числе 3 научные статьи в рецензируемых журналах, 2 депонированные статьи, 1 публикация в сборнике научных трудов, 5 – тезисы международных и региональных конференций. Общий объем печатной продукции по диссертации составляет 98 стр.

### Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, 7 глав, заключения, списка использованных источников (135 наименований) и приложения. Объем рукописи 140 страницы, из них 17 таблиц и 38 рисунков.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения исследований использованы общепринятые ихтиологические методики, описанные в руководствах Н.И. Чугуновой [1959], П.Ф. Правдина [1966], П.И. Жукова [1968] и «Типовых методиках исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов» [1974, 1976, 1981, 1985]. При изучении особенностей развития гонад и определении их степени зрелости использовали методические указания, разработанные для лососевых рыб [Мурза, Христофоров, 1991]. Гистологическая обработка гонад проводилась по общепринятым методикам [Ромейс, 1953].

Непосредственно автором проведено исследование размерно-возрастных показателей – 813 экз. рыб, морфометрических признаков – 779, плодовитости – 51, полового созревания – 729, особенностей развития гонад – 117 экз. рыб. Все полученные данные обработаны статистически [Рокицкий, 1961]. Сравнение средних значений проводили по t-критерию Стьюдента. Различия считали достоверными при уровне значимости менее 0,01 ( $t_{\text{табл}} > 2,58$  для d.f. > 30). Математическая обработка материала проводилась на ПЭВМ при помощи пакетов программ "Statistica" и "Excel".

## ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И БИОТОПИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМОВ

В работе были использованы собственные материалы по биологии ручьевого форели из ряда водоемов: в бассейне Немана это реки Лососна с притоком Татарка, Черная Ганча с притоками Марыха и Шлямица, Гавья с притоком Клева, Плиса, Молчадь, Исса, Сула, Волка, Исlochь с притоками Яршевка, Тетеревка, Ивенчик и Волма; в бассейне Вилии – Ворона, Тартак, Страча с притоками Лынтупка и Струна, Рыбчанка с притоком Удра, Илия, Двиноса; в бассейне Днепра – Цна с притоком Черница, Гайна с притоком Усяжа, Волма с притоком Сница.

В соответствии с поставленными в работе задачами для четкого выявления отличий между популяциями ручьевого форели и всесторонне полного определения особенностей биологии, в качестве модельных были выбраны следующие популяции: в бассейне Немана – реки Плиса, Исlochь, Лососна; в бассейне Вилии – река Удра; в бассейне Днепра – река Волма.

**Река Плиса** – приток 1-го порядка Немана, стекает со склонов Новогрудской возвышенности. Длина - 25 км, средний уклон водной поверхности - 3,2‰, скорость течения 0,2-0,5 м/сек, глубина – от 0,3 до 2,0 м, средняя глубина в местах обитания форели - 1,0-1,2 м.

**Река Исlochь** – приток 2-го порядка Немана, стекает со склонов Минской возвышенности. Длина - 102 км, средний уклон водной поверхности - 1,9‰, скорость течения 0,5-0,7 м/сек, глубина – от 0,3 до 2,5 м, средняя глубина в местах обитания форели - 1,0-1,5 м.

**Река Лососна** – приток 1-го порядка Немана, стекает со склонов Гродненской возвышенности. Длина - 46 км, средний уклон водной поверхности - 1,1‰, скорость течения 0,2-0,5 м/сек, глубина – от 0,5 до 2,5 м, средняя глубина в местах обитания форели - 1,0-1,5 м.

**Река Удра** – приток 3-го порядка Вилии, стекает со склонов Минской возвышенности. Длина - 26 км, средний уклон водной поверхности - 4,0‰, скорость течения 0,5-0,7 м/сек (местами до 1,0 м/сек), глубина – от 0,3 до 2,0 м, средняя глубина в местах обитания форели - 0,8-1,3 м.

**Река Волма** – приток 3-го порядка Днепра, стекает со склонов Минской возвышенности. Длина - 103 км, средний уклон водной поверхности в верхней части реки – 1,4‰, скорость течения 0,5 м/сек, глубина – от 0,3 до 1,5 м, средняя глубина в местах обитания форели - 0,5-1,0 м.

Все вышеперечисленные водотоки относятся к малым рекам с высокой прозрачностью воды и повышенным грунтовым питанием, т.е. изобилуют родниками, в связи с чем они характеризуются низкими значениями температуры воды.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ РУЧЬЕВОЙ ФОРЕЛИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Область распространения ручьевого форели на территории Беларуси приурочена к бассейнам рек Неман, Вилия и Днепр. В бассейне реки Неман форель распространена относительно широко, однако в целом, фрагмент ее ареала на территории страны не является сплошным - наблюдается мозаичное расположение популяций.

Причины такой изоляции популяций связаны с особенностями биологии данного вида. Так, форель обитает только в реках и ручьях с прозрачной и холодной водой и песчано-галечным грунтом. В наибольшей степени таким условиям соответствуют водоемы, стекающие со склонов Гродненской, Ошмянской, Свенцянкой, Новогрудской и Минской возвышенностей. Кроме того, причина мозаичного расположения популяций ручьевого форели обусловлена влиянием антропогенных факторов, в частности таких, как гидростроительство и загрязнение водоемов. Так, "глухие" (без рыбоходов) плотины становятся непреодолимой преградой на миграционных и нерестовых путях рыб, что приводит к изоляции отдельных популяций. Крупные же реки, из-за загрязнения промышленными и бытовыми стоками, сами по себе являются для форели барьером на пути расширения ее области распространения.

В ходе исследований нами были выявлены новые, а также уточнены известные ранее места обитания форели в водоемах Беларуси (рис. 1).

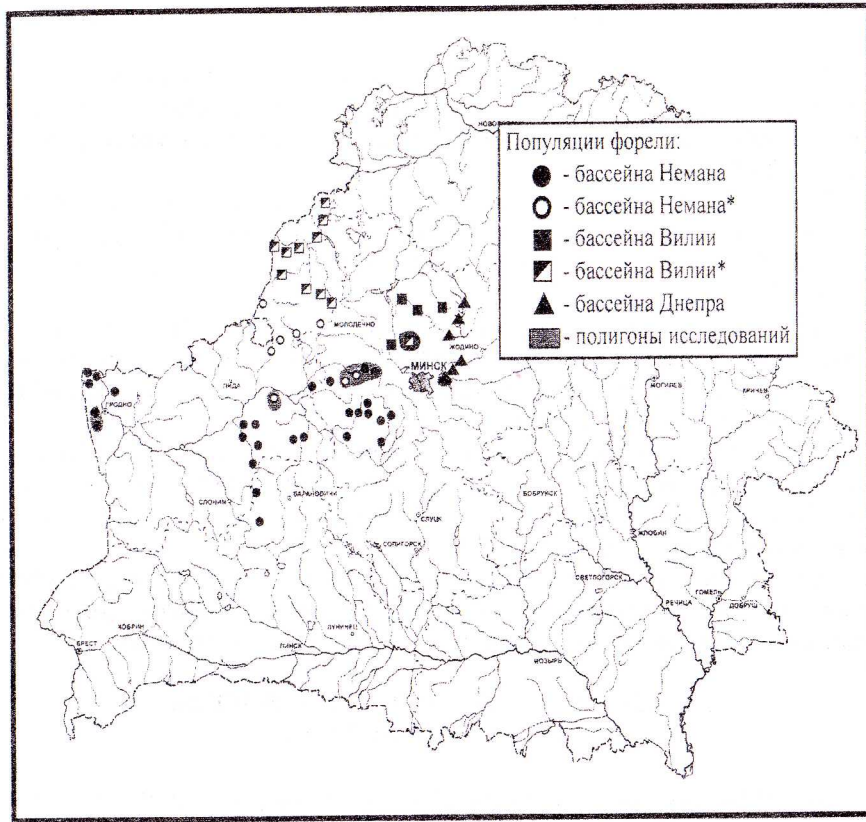


Рис. 1. Распространение ручьевой форели на территории Беларуси.

Примечание: \* - Популяции в водоемах, которые до наших исследований не указывались как места обитания форели

Было установлено, что в бассейнах рек Неман и Вилия форель распространена достаточно широко, а в бассейне Днепра область ее распространения постепенно сокращается. Так, ввиду хозяйственной деятельности человека, сократилась область распространения форели в бассейнах рек Цна и Волма (бассейн Днепра). Кроме того, нами не обнаружена форель в верховьях рек Свислочь и Вяча, где она ранее по данным П.И. Жукова [1988] обитала.

### МОРФОМЕТРИЯ РУЧЬЕВОЙ ФОРЕЛИ

**Межпопуляционные различия.** Форель из разных популяций имеет достоверные различия по ряду меристических признаков, отдельные из которых в

значительной степени подвержены влиянию факторов окружающей среды. Так, в разные периоды эмбрионального развития зародыши форели неодинаково чувствительны к температуре воды, и очень незначительное ее понижение или повышение может привести к изменению числа позвонков, что в свою очередь сказывается на количестве чешуи в боковой линии. Выявленные достоверные различия между сравниваемыми популяциями форели по такому признаку, как число жаберных тычинок, можно объяснить только большой степенью изменчивости данного признака. Проведенные нами исследования показали, что пределы варьирования таких меристических признаков как количество ветвистых лучей в грудных и брюшных плавниках, а также количество позвонков шире, чем они указывались ранее для ручьевой форели в ареале (таблица 1). Так, в бассейне Вилии нами отмечены особи с пятнадцатью ветвистыми лучами в грудном и двенадцатью ветвистыми лучами в брюшном плавниках, а в бассейне Немана – особи с 63 позвонками. Скорее всего различия в показателях отдельных признаков объясняются большой пластичностью форели. Таким образом, пределы варьирования меристических признаков форели в водоемах Беларуси составляют: ветвистых лучей в спинном плавнике – 8-11, анальном – 6-10, грудном – 10-15, брюшном – 7-12, число чешуи в боковой линии – 112-126, число позвонков – 58-63, число жаберных тычинок на первой жаберной дуге – 14-20.

Таблица 1.

Значения меристических признаков форели по данным разных авторов

Источник информации, год исследования	Меристические признаки						
	D	A	P	V	l.l.	vert.	sp.br
Берг, 1932	9-11	7-9	-	7-9	115-132	-	-
Владимиров, 1948	7-11	6-9	11-14	-	110-125	56-61	18-24
Власова, 1958	9-11	6-10	12-14	7-8	110-127	55-60	13-20
Букирев, 1960	8-11	7-10	-	-	-	56-61	13-19
Solewski, 1963	9-11	7-11	10-13	8	117-123	57-61	13-20
Опалатенко, 1965	9-12	7-8	12-13	8-9	115-127	59-60	12-18
Жуков, 1965	8-10	7-9	10-12	7-8	109-125	58-60	17-22
Евсин, 1980	9-12	8-10	12-13	-	105-122	58-62	13-19
Наши данные							
Бассейн Немана	8-11	6-9	10-12	7-9	112-126	58-63	14-20
Бассейн Вилии	8-11	7-9	12-15	10-12	115-122	58-60	14-19
Бассейн Днепра	9-11	8-10	-	-	117-120	58-60	19-20

Популяции ручьевой форели отличаются друг от друга и по целому ряду показателей пластических признаков. Так, достоверные различия между самками из бассейнов рек Неман и Вилия отмечены по 9 пластическим признакам, Неман и Днепр – по 8, Вилия и Днепр – по 11 из 26 исследованных признаков. К числу наиболее

изменчивых относятся наибольшая и наименьшая высоты тела, длина основания спинного плавника, длина брюшных плавников, высота головы у затылка и длина верхней челюсти. Достоверные различия между самцами из бассейнов Немана и Вилии наблюдаются по 11 пластическим признакам, Немана и Днепра – по 11, Вилии и Днепра – по 13 из 26 исследованных признаков. В основном это такие признаки, как длина туловища, наименьшая высота тела, постдорсальное расстояние, длина основания анального плавника, длина рыла и диаметр глаза.

Большинство из этих признаков, а именно, наибольшая и наименьшая высота тела, размеры и относительное расположение плавников, зависит от скорости течения, это приводит к тому, что каждая отдельная популяция характеризуется определенными показателями морфометрических признаков, отличающими ее от других популяций.

**Возрастная и половая изменчивость.** При сравнении молоди форели с половозрелыми особями было выявлено, что существенные различия наблюдаются по большинству из 26 исследованных признаков (рис. 2). Уменьшение относительных значений признаков головы обусловлено возрастными особенностями. Изменения относительных значений пропорций тела и относительных размеров плавников объясняются разной скоростью течения (на песчано-галечных перекатах, где предпочитает держаться молодь форели, она на 0,2-0,5 м/сек выше, чем в местах обитания взрослой форели – ямы, укрытия вблизи берегов и т.п.). Так, у взрослых форелей, предпочитающих участки рек с более спокойным течением, относительные показатели наибольшей высоты тела достоверно выше, чем у молоди. Увеличение относительной длины хвостового стебля и уменьшение его высоты у взрослых форелей, и ослабление в связи с этим локомоторной функции хвостового плавника, также свидетельствует о приспособлении взрослых особей к жизни в биотопах с более спокойным течением.

Изучение полового диморфизма показало, что различия между полами отмечаются по достаточно большому количеству признаков: в бассейне Немана – по 7 и 9 признакам, в бассейне Вилии – 10, в бассейне Днепра – по 13 из 26 исследованных признаков. В наибольшей степени половой диморфизм у форели проявляется в морфометрических признаках головы: у самок средние относительные значения длины головы, длины рыла, длины верхней и нижней челюстей достоверно меньше, а диаметра глаза и заглазничного расстояния достоверно больше по сравнению с самцами. Наличие данных половых различий позволяет визуально определить принадлежность особи к тому или другому полу, что важно при проведении работ по искусственному воспроизводству ручьевой форели.

### РОСТ РУЧЬЕВОЙ ФОРЕЛИ

Сравнение линейно-весовых параметров форели показало, что их значения связаны с глубиной водоемов. Так, до двухгодичного возраста показатели роста были сходны, а глубина водоемов в местах обитания форелей (песчано-галечные перекаты) во всех исследованных популяциях в среднем составляла 0,3-0,5 м. У трехгодовалых форелей из бассейна Немана показатели линейного и весового роста были достоверно выше (t-критерий Стьюдента был больше 3,25), чем у особей из бассейнов Вилии и

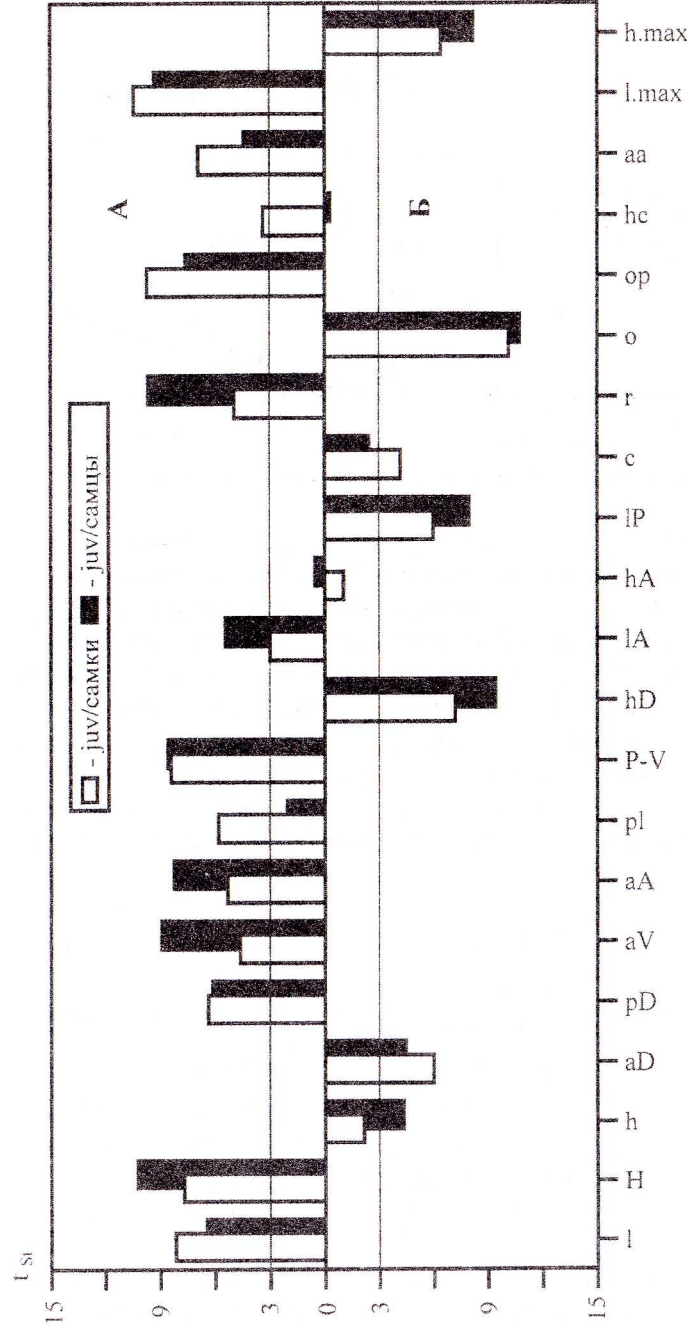


Рис. 2. Сравнение пластических признаков форели р. Лососна по t-критерию Стьюдента (взрослые/молодь): А – показатели признаков с ростом рыб увеличиваются, Б – показатели признаков с ростом рыб уменьшаются. Примечание: l – длина туловища; H – наибольшая и h – наименьшая высота тела; aD – антедорсальное, pD – постдорсальное, aV – антеанальное, aA – антеанальное и P-V – пектоанальное расстояние; pl – длина хвостового стебля; hD, hA – высота спинного и анального плавников; lA – длина анального и lP – грудного плавников; c – длина головы; r – диаметр глаза; o – диаметр глаза; op – заглазничное расстояние; hc – высота головы у затылка; aa – длина средней части головы; l.max – длина и h.max – ширина верхней челюсти.

Днепра (рис. 3), а средняя глубина исследованных водоемов в местах обитания форели составляла: в бассейне Немана – 1,0-1,5 м; в бассейне Виляны – 0,8-1,3 м; в бассейне Днепра – 0,5-1,0 м.

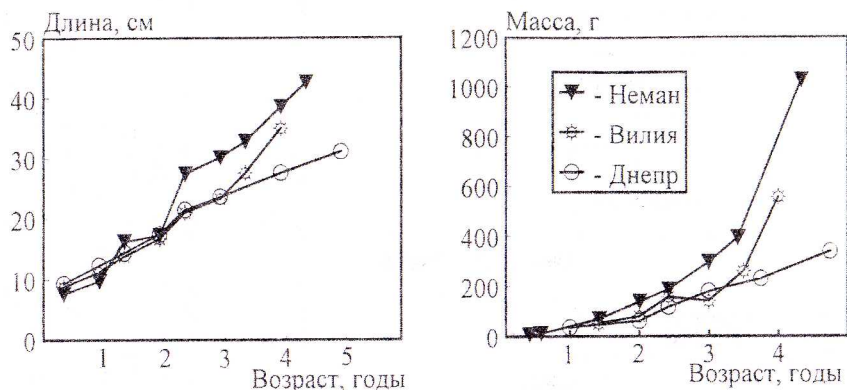


Рис. 3. Показатели длины и массы форели из бассейнов рек Неман, Виляя и Днепр

Ручьевой форели, как и многим другим рыбам, свойственны весьма значительные индивидуальные различия показателей линейного и весового роста у одновозрастных особей (табл. 2). Это объясняется несколькими причинами. Одна из них заключается в том, что у ручьевой форели с возрастанием длины и массы тела отмечается увеличение диаметра икринок, кроме этого, в момент овуляции яйцеклетки у каждой самки имеют неодинаковые размеры. Соответственно, при вылуплении личинок их размеры также варьируют. Во-вторых, форели присуще наличие персонального охотничьего участка, поэтому более крупные особи занимают наиболее удобные для нагула биотопы. С возрастом же различия в показателях максимальных и минимальных значений длины и массы тела одновозрастных особей увеличиваются.

Таблица 2.

Показатели длины и массы ручьевой форели из водоемов Беларуси

Возраст, годы	Длина, см		Масса, г		Количество, шт.
	lim	M ± m	lim	M ± m	
1	5,9-15,0	8,66±0,40	2,4-34,0	9,14±1,29	25
2	12,0-22,0	17,41±0,22	15,0-118,0	63,05±2,00	151
3	17,7-33,0	23,57±0,19	66,0-327,0	155,42±3,66	272
4	24,2-37,1	28,41±0,34	162,0-662,0	275,27±11,61	88
5	29,0-45,1	32,95±1,33	243,0-1200,0	448,15±77,67	13

Показано, что темп линейного роста у форели в водоемах Беларуси остается очень высоким на протяжении всей жизни и подчиняется закономерностям,

присущим многим другим видам рыб. Так, у рыб младших возрастных групп темп линейного роста превосходит весовой, а у форели старшего возраста (3 года и больше) темп весового роста опережает линейный.

## ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ

В ходе изучения процессов полового созревания были проведены гистологические исследования гонад форели на протяжении всего полового цикла. Была выявлена одна особенность, ранее для вида *Salmo trutta* не отмечавшаяся. В литературе [Wallace, Selman, 1981], четвертая ступень фазы протоплазматического роста (ППР) рассматривается как состояние перехода к следующей фазе развития ооцита - фазе формирования кортикальных вакуолей, рассматриваемой как начало гонадотропин-зависимого этапа оогенеза у костистых рыб. Считается, что для достижения ооцитами этой переходной ступени необходимо включение дополнительных регуляторных механизмов по сравнению с обеспечивающими развитие в пределах 1-3 ступеней фазы ППР [Мурза, Христофоров, 1984]. Одной из первых на функциональные различия между ооцитами 4-й и предшествующих ступеней обратила внимание М.Я.Широкова [1971] при исследовании гаметогенеза балтийской трески. На различия указывает и обнаруженный И.Г.Мурзой и О.Л.Христофоровым [1984] тот факт, что в семенниках кумжи и других видов рыб, принадлежащих к различным систематическим группам, нередко встречаются вкрапленные ооциты, которые, как правило, не развиваются дальше 3-й ступени фазы ППР.

Наши исследования показали, что развитие ооцитов 4-ой ступени ППР протекает в два этапа. В гонадах у неполовозрелых самок размеры ооцитов 4-й ступени не превышают 240 мкм. Цитоплазма их однородная, равномерно окрашенная, без видимых включений. Клетки фолликулярного эпителия сильно уплощенные, количество их очень мало. У половозрелых же самок размеры ооцитов 4-ой ступени составляют, как правило, 300-400 мкм. Цитоплазма их менее однородна, в ней изредка встречаются мелкие липидные включения, а в периферической зоне обнаруживаются более плотные диффузные скопления материала. Клетки фолликулярного эпителия становятся более многочисленными и имеют округлую, слегка уплощенную форму, то есть наблюдаются определенные функциональные различия между ооцитами первого и второго этапов, указывающие на то, что регуляторные механизмы, обеспечивающие дальнейшее развитие ооцитов, у ручьевой форели включаются в действие при достижении ооцитами размеров 200-240 мкм.

В процессе исследований было установлено, что на первом году жизни гонады самок представлены ооцитами фазы протоплазматического роста, у особей в возрасте 8 месяцев (сентябрь) их размеры составляют 150-280 мкм, а пол уже определяется визуально. К концу первого года жизни у большинства самок завершается развитие ооцитов 4-ой ступени фазы протоплазматического роста. В яичниках 13-ти месячных особей появляются ооциты фазы формирования кортикальных вакуолей (ФКВ). Размеры ооцитов составляют 480-680 мкм. У самок в возрасте 14 месяцев гонады

представлены ооцитами фазы формирования жировых вакуолей (ФЖВ). Размеры наиболее крупных ооцитов составляют не менее 700 мкм. Несколько позже в отдельных ооцитах могут появляться мелкие гранулы желтка. Между этим состоянием гонад и периодом завершения созревания (ПЗС) проходит, как правило, полтора года. Однако, у отдельных быстроразвивающихся самок этот процесс может происходить гораздо быстрее. К концу 14-го месяца их жизни диаметр ооцитов в гонадах составляет около 1 мм, развитие их соответствует завершению фазы ФЖВ. С 15-ти месячного возраста у таких особей рост ооцитов и, соответственно, яичников происходит наиболее быстро, в них происходит активное накопление желтка. У самок в возрасте 17 месяцев значения диаметров ооцитов уже близки к дефинитивным. Т.е. между фазой ФЖВ и ПЗС у таких особей проходит около полугода.

Большинство самок в исследованных популяциях созревает на третьем (2+) году жизни, однако отдельные особи достигают половой зрелости на год раньше (1+). В исследованных популяциях количество таких особей было невелико и составляло 2-3% от общего числа половозрелых самок (рис. 4). Стопроцентное созревание самок наблюдалось с четырехлетнего возраста.

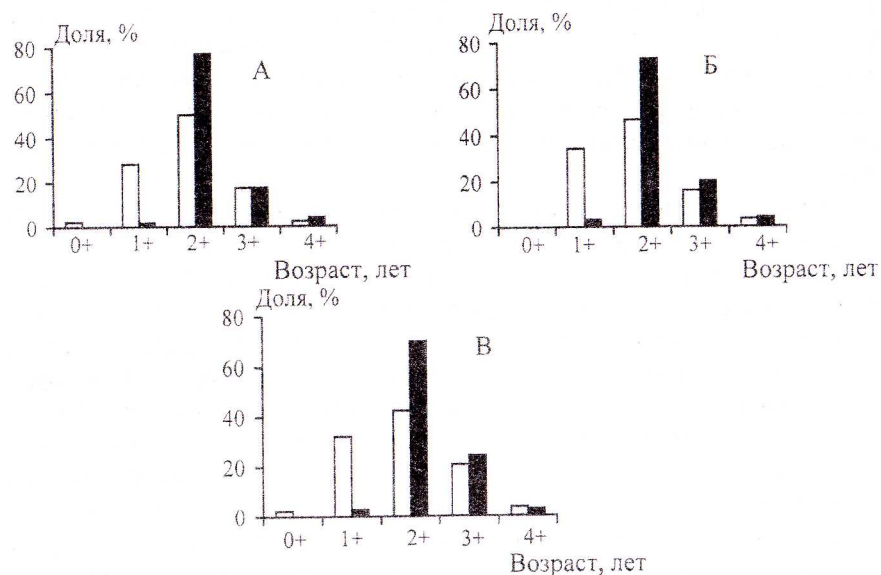


Рис. 4. Половозрастная структура нерестовых стад форели в бассейнах рек Неман (А), Вилия (Б), Днепр (В).

Примечание: □ - самцы; ■ - самки

Массовое созревание самцов ручьевой форели происходит на втором году жизни (1+), а отдельные быстроразвивающиеся особи созревают на год раньше. Начиная с трехлетнего возраста, все самки были половозрелые.

В ходе исследований были выявлены случаи неежегодного нереста ручьевой форели. Данная особенность для водоемов Беларуси отмечается впервые. У самцов это явление наблюдается, начиная с третьего года жизни, у самок же обычно на год позже. Количество, как самок, так и самцов, пропускающих репродуктивный цикл, не превышало 10 % от общего числа особей в нерестовых стадах.

Размножение форели в водоемах Беларуси обычно происходит с середины октября до конца ноября при температуре воды 1-5 °С, однако в теплые годы сроки нереста могут сдвигаться до конца января.

Соотношение полов в различных водоемах в разных возрастных группах в нерестовых стадах может быть различно (рис. 4). В целом же по Беларуси за все время исследований соотношение самок и самцов было 1,0 : 1,12.

Установлено, что основную роль в воспроизводстве и поддержании численности популяций играют самки форели двух возрастных групп (2+, 3+) и самцы трех возрастных групп (1+ - 3+), доля которых во всех водоемах превышала 90% от участвующих в нересте рыб (рис. 4).

Известно, что воспроизводительная способность популяции зависит от ряда показателей: величины абсолютной плодовитости, периодичности нереста и соотношения полов в нерестовом стаде. Поскольку такие биологические параметры, как периодичность нереста, а также соотношения полов в нерестовом стаде в популяциях форели из различных точек ее ареала сходны, то воспроизводительная способность в первую очередь будет определяться величиной абсолютной плодовитости. Сравнение показателей абсолютной плодовитости (АП) форели из различных точек ее ареала показало, что в популяциях равнинных водотоков, расположенных севернее, АП ниже. Так, у форели из р. Пулоньга (Карелия) она составляла 313 шт. икринок [Евсин, 1987]; в водотоках северного Приладожья - 421 шт. [Корнилова, 1949]; в реках Литвы - 834 шт. [Сукацкас, 1968], в реках Беларуси - 1102 шт. икринок [Плюта, 2001]. Учитывая то, что ручьевая форель из водоемов Беларуси имеет большую по сравнению с форелями из других регионов абсолютную плодовитость, можно утверждать, что воспроизводительная способность ее является очень высокой.

#### МЕРЫ ПО СОХРАНЕНИЮ И УВЕЛИЧЕНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ РУЧЬЕВОЙ ФОРЕЛИ

**Основные антропогенные факторы, лимитирующие численность форели.** В процессе выполнения работы были выявлены основные факторы, лимитирующие численность ручьевой форели в водоемах Беларуси (рис. 5).

Определено, что в настоящее время в большой мере на состояние популяций ручьевой форели влияют антропогенные факторы, связанные с трансформацией водосборов рек – гидротехническое и гидромелиоративное строительство, а также вырубка лесов, приводящие к изменению биотопов и существенному ухудшению условий обитания форели. В результате нарушаются миграционные пути и, как следствие, снижается численность производителей на нерестилищах; уменьшается



проточность воды, увеличивается ее мутность, заиляются нерестилища, ухудшаются условия для инкубации икры и нагула молоди. Увеличение водозабора на хозяйственные нужды приводит к резкому обмелению и пересыханию в засушливые годы отдельных водоемов. Данные факторы приводят к сокращению мест обитания форели и снижению ее численности. Так, постройка плотины и увеличение расхода воды на хозяйственные нужды в верхнем течении реки Черница (приток Цны, бассейн Днепра) привели к тому, что ниже плотины, на протяжении нескольких километров, река исчезла. До постройки плотины форель обитала на всем протяжении водотока, теперь же она имеется только в нижнем течении. Падение уровня воды в реке Волма и ее притоках привело к значительному сокращению численности популяции форели, а в отдельных водоемах (река Сница) форель практически полностью исчезла.



Рис. 5. Влияние антропогенных факторов на популяции ручьевой форели

Установлено, что на состояние популяций и численность в них форели большое влияние оказывает браконьерство, особенно с применением электроловильных установок (ЭЛУ). Это связано с особенностями поведения форели. Так, при возникновении опасности форель не уходит на значительное расстояние от источника беспокойства, а прячется неподалеку в укрытиях, что делает ее наиболее частой добычей браконьеров. При регулярных обловах водоемов с использованием ЭЛУ в них практически полностью исчезает ручьевая форель.

**Меры по сохранению и увеличению численности форели.** В процессе работы были определены основные мероприятия, направленные на сохранение популяций и увеличение в них численности ручьевой форели. В первую очередь это создание заповедных территорий, включающих водоемы, в которых она обитает. В качестве таких заповедных территорий можно рекомендовать гидрологические

казанники, одной из задач которых была бы охрана форели. Так, было установлено, что при обеспечении надежной охраны форели и постоянном контроле за состоянием ее популяций, численность ее в водоемах может достигать 150-250 экз. на 1 км русла реки.

Поскольку нерест форели протекает в осенне-зимний период, были разработаны и внедрены рекомендации по введению дифференцированных сроков запрета на лов рыбы на отдельных водоемах. Суть данных рекомендаций заключается в том, чтобы во время нереста форели был максимально снижен фактор ее беспокойства на водоемах, а также исключены случаи ее случайных поимок. Для этого было предложено ввести запрет на лов рыбы крючковыми снастями с октября по декабрь на отдельных водоемах. Кроме того, на этих водоемах предложено установить режим строгой охраны в период преднерестовых скоплений ручьевой форели, когда она концентрируется на ограниченных участках водоема (нерестилищах), а добыча ее наиболее легка (форель становится менее осторожной).

Для того, чтобы компенсировать влияние таких факторов, как вырубка лесов, гидромелиоративное строительство и т.п., в водоемах бассейна р. Неман для улучшения условий обитания ручьевой форели предложено провести работы по созданию укрытий для ее молоди и увеличению экологической емкости биотопов. В качестве наиболее простых укрытий для молоди форели рекомендовано произвести на отдельных участках рек повал деревьев в воду. Кроме того, для улучшения условий нереста на реке Лососна предложено создать искусственные нерестилища (естественных на данном водоеме очень мало), а именно произвести подсыпку соответствующего грунта на отдельных участках реки.

Подготовлены рекомендации о придании ручьевой форели бинарного статуса. Это позволит создать "искусственные" популяции на отдельных водоемах и организовать на них лицензионный лов, средства от которого пошли бы на искусственное воспроизводство форели. Данные мероприятия будут способствовать сохранению ручьевой форели и расширению области ее распространения на территории Беларуси.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что в настоящее время область распространения ручьевой форели на территории Беларуси приурочена к бассейнам трех рек – Немана, Вилии и Днепра [1, 7]. Фрагмент ее ареала не является сплошным – наблюдается мозаичное расположение популяций. Это объясняется как особенностями биологии (обитает в реках с холодной и прозрачной водой и песчано-галечным грунтом), так и влиянием отдельных антропогенных факторов (гидростроительство и загрязнение водоемов) [10].

Установлено, что форель в водоемах Беларуси имеет следующие показатели меристических признаков: ветвистых лучей в спинном плавнике – 8-11, анальном – 6-10, грудном – 10-15, брюшном – 7-12, число чешуй в боковой линии – 112-126, число позвонков – 58-63, число жаберных тычинок на первой жаберной дуге – 14-20.

Показано, что пределы варьирования таких меристических признаков как количество ветвистых лучей в парных плавниках и число позвонков шире, чем они указывались ранее для ручьевой форели в ареале [3, 5, 10].

Установлено, что каждая отдельная популяция характеризуется определенными показателями морфометрических признаков, отличающими ее от других популяций [3, 5, 10]. Показано, что отдельные меристические признаки (число позвонков, количество чешуй в боковой линии) в значительной степени зависят от температуры воды в период эмбрионального развития личинок. Большинство из пластических признаков, а именно, наибольшая и наименьшая высота тела, размеры и относительное расположение плавников, зависит от скорости течения [3-5].

Половой диморфизм у форели проявляется по достаточно большому количеству пластических признаков – от 7 до 13 из 26 исследованных. Наличие данных половых различий позволяет визуально определить принадлежность особи к тому или другому полу, что важно при проведении работ по искусственному воспроизводству ручьевой форели [3, 5, 10].

Показано, что ручьевой форели свойственны значительные индивидуальные различия показателей линейного и весового роста у одновозрастных особей. Это объясняется, во-первых, разноразмерностью икры и, соответственно, личинок; во-вторых, наличием персонального охотничьего участка; в-третьих, глубиной водоемов в местах обитания форели [2, 10].

В ходе изучения процессов полового созревания форели была выявлена одна особенность, ранее для вида *Salmo trutta* не отмечавшаяся. Показано, что развитие ооцитов 4-ой ступени фазы протоплазматического роста у форели протекает в два этапа. В гонадах у неполовозрелых самок размеры ооцитов 4-й ступени не превышают 240 мкм. У половозрелых же самок размеры ооцитов 4-ой ступени составляют, как правило, 300-400 мкм. Кроме того, наблюдаются определенные различия в форме и структуре клеточных компонентов между ооцитами первого и второго этапов, указывающие на то, что регуляторные механизмы, обеспечивающие дальнейшее развитие ооцитов, у ручьевой форели включаются в действие при достижении ооцитами размеров 200-240 мкм [8].

Установлено, что созревание основной массы самок происходит на третьем (2+), а самцов на втором году жизни (1+), однако, отдельные быстроразвивающиеся самки и самцы достигают половой зрелости на год раньше [9].

Впервые для водоемов Беларуси были выявлены случаи неежегодного нереста ручьевой форели. У самцов это явление наблюдается, начиная с третьего года жизни, у самок на год позже. Количество особей, пропускающих репродуктивный цикл, как у самок, так и у самцов не превышает 10 % от общего числа половозрелых рыб [6, 9].

В ходе исследований было выявлено, что основную роль в воспроизводстве и поддержании численности популяций играют самки форели двух возрастных групп (2+, 3+) и самцы трех возрастных групп (1+ - 3+), доля и тех, и других во всех водоемах превышала 90% от участвующих в нересте рыб [9].

Учитывая то, что ручьевая форель из водоемов Беларуси имеет большую абсолютную плодовитость (в среднем - 1102,33) по сравнению с форелями из других

регионов ареала, а такие биологические параметры, как периодичность нереста и соотношения полов в нерестовом стаде сходны, можно отметить, что воспроизводительная способность ее является очень высокой [9].

Определено, что в настоящее время на состояние популяций ручьевой форели влияют антропогенные факторы, связанные с трансформацией водосборов рек – гидротехническое и гидромелиоративное строительство, а также вырубка лесов, приводящие к изменению биотопов и существенному ухудшению условий обитания форели. Высокую значимость по своему влиянию имеет такой фактор как браконьерство, особенно с применением электроловильных установок [11].

Определены основные мероприятия, направленные на сохранение популяций и увеличение в них численности ручьевой форели. К их числу относятся:

- создание гидрологических заказников, одной из задач которых должна быть охрана форели;
- введение дифференцированных сроков запрета на лов рыбы на отдельных водоемах, что позволяет устранить фактор беспокойства на водоемах в период нереста форели и существенно снизить влияние браконьерства;
- проведение соответствующих мероприятий по созданию укрытий для молоди форели и увеличению экологической емкости биотопов, что позволит улучшить условия обитания ручьевой форели.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Плюта М.В. Ручьевая форель в бассейнах рек Неман и Днепр // Тез. докл. Всес. совещания по проблеме кадастра и учета животного мира.- Уфа, 1989.- Ч. 3.- С. 362-366.
2. Плюта М.В. Морфо-экологическая характеристика ручьевой форели (*Salmo trutta morpha fario* L.) бассейна р. Неман // Проблемы охраны и рационального использования животного мира Белоруссии. Тез. докл. VI зоол. конф. БССР, Минск: Наука и техника, 1989.- С. 29-30.
3. Плюта М.В. Морфометрические особенности ручьевой форели из водоемов Беларуси // Деп. в ДЕНАСТ 20.12.94 г. № 453.- 1994.- 14 с.
4. Плюта М.В. Морфологическая изменчивость ручьевой форели водоемов Беларуси // Проблемы сохранения и использования биологического разнообразия животного мира. Тез. докл. VII зоол. конф.- Минск: Наука и техника, 1994.- С. 45-46.
5. Плюта М.В. Морфометрическая характеристика ручьевой форели (*Salmo trutta morpha fario* (L.)) из бассейна Немана // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук.- 1999.- № 1.- С. 117-121.
6. Плюта М.В. Рост ручьевой форели (*Salmo trutta morpha fario* L.) в водоемах Беларуси // Весці НАН Беларусі.- 1999.- № 2.- С. 102-105.
7. Плюта М.В. Современное состояние популяций ручьевой форели и пути увеличения ее численности в водоемах Беларуси // Структурно-функциональное состояние биологического разнообразия животного мира Беларуси. Тез. докл. VIII зоол. конф.- Минск, 1999.- С. 198-200.
8. Плюта М.В. Динамика созревания ручьевой форели (*Salmo trutta morpha fario* (L.)) в водоемах Беларуси // Весці НАН Беларусі.- 2000.- № 4.- С. 97-101.
9. Плюта М.В. Структура нерестовых популяций, нерест и плодовитость ручьевой форели в водоемах Беларуси // Деп. в ВИНТИ 24.04.01, № 1087-В2001.
10. Плюта М.В. Биология ручьевой форели *Salmo trutta morpha fario* (L.) в водоемах Беларуси // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси.- 2002.- Вып. 18.- С. 215-231.
11. Шевцова Т.М., Плюта М.В. Специфика изучения и охраны редких и исчезающих видов рыб // Проблемы сохранения биологического разнообразия Беларуси: Тез. докл. - Мн., 1993. - С. 184-186.

## РЕЗЮМЕ

Плюта Михаил Васильевич

БИОЛОГИЯ РУЧЬЕВОЙ ФОРЕЛИ *SALMO TRUTTA MORPHA FARIO* (L.) В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ

Форель ручьевая, морфометрия, рост, половое созревание, плодовитость, структура нерестового стада, нерест, антропогенные факторы, охрана.

Объект исследования - форель ручьевая *Salmo trutta morpha fario* (L.).

Предмет исследования - биология форели ручьевой на белорусском участке ареала.

Цель работы – изучить биологию ручьевой форели в водоемах Беларуси и разработать рекомендации по ее сохранению и увеличению численности в естественных водоемах.

При проведении исследований использованы общепринятые методики.

Приведены результаты изучения морфометрических признаков, размерно-возрастных показателей, гонадагенеза, возраста наступления половой зрелости, плодовитости, структуры нерестовых стад, сроков нереста форели ручьевой в различных водоемах Беларуси.

На основе анализа полученных данных выявлены отличия между различными популяциями форели и уточнены пределы ее изменчивости в ареале. Впервые для вида *Salmo trutta* установлено, что развитие ооцитов 4-ой ступени протоплазматического роста протекает в два этапа.

Показано, что хозяйственная деятельность человека оказывает существенное влияние на состояние популяций форели. Основными факторами, влияющими на численность популяций, являются браконьерство, гидротехническое и гидромелиоративное строительство.

## РЭЗІЮМЭ

Плюта Міхаіл Васільевіч

### БІЯЛОГІЯ РУЧАЁВАЙ СТРОНГІ SALMO TRUTTA MORPHA FARIO (L.) У ВАДАЁМАХ БЕЛАРУСІ

Стронга ручаёвая, марфаметрыя, рост, палавое паспяванне, плоднасць, структура нерастовага статка, нераст, антрапагенныя фактары, ахова.

Аб'ект даследаванняў – стронга ручаёвая *Salmo trutta morpha fario* (L.).

Прадмет даследаванняў – біялогія стронгі ручаёвай на беларускім участку арэалу.

Мэта працы – вывучыць біялогію стронгі ручаёвай у вадаёмах Беларусі і распрацаваць рэкамендацыі па яе захаванню і павелічэнню колькасці ў прыродных вадаёмах.

Пры правядзенні даследаванняў выкарыстаны агульнапрынятыя метадыкі.

Прыведзены вынікі вывучэння марфаметрычных адзнак, памерна-узроставых паказчыкаў, ганадагенезу, узроста надыходу палавога паспявання, плоднасці, структуры нерастовых статкаў, тэрмінаў нерасту стронгі ручаёвай у розных вадаёмах Беларусі.

На аснове аналізу атрыманых даных выяўлены адрозненні паміж рознымі папуляцыямі стронгі і ўдакладнены межы яе зменлівасці ў арэале. Упершыню для віда *Salmo trutta* вызначана, што развіццё аацытаў 4-тай ступені протаплазматычнага росту праходзіць у два этапы.

Выяўлена, што гаспадарчая дзейнасць чалавека аказвае грунтоўны ўплыў на стан папуляцый стронгі. Асноўнымі фактарамі, уплываюшчымі на колькасць папуляцый, з'яўляюцца браканьерства, гідратэхнічнае і гідрамеліярацыйнае будаўніцтва.

## SUMMARY

Pljuta Mikhail Vasiljevitch

### BIOLOGY OF BROOK TROUT SALMO TRUTTA MORPHA FARIO (L.) IN BELARUS WATERS

Brook trout, morphology, growth, sex maturation, fecundity, structure of spawning herds, spawning, anthropogenous factors, protection.

The object of research is a brook trout *Salmo trutta morpha fario* (L.).

The subject of research is biology of a brook trout within Belarus sector of species area.

The aim of research is studying the biology of a brook trout in Belarus waters and developing recommendations directed to its preservation and increasing of number in natural reservoirs.

During carrying out of investigations the standard techniques are used.

Results of morphological features, length and age indexes, gonadogenesis, age of approach of a sexual maturity, fecundity, structure of spawning herds, spawning terms of brook trout in terms of spawning of a brook trout in various streams of Belarus are revealed.

On the basis of the received data differences between various populations of a brook trout are revealed and limits of its variability in an area are specified. For the first time published, that development of oocytes in 4-th stage.

It is essentially influences on a condition of brook trout populations influencing upon the number of brook trout and hydromeliorative construction.

Формат 60x84 1/16

Шрифт «Times»

Экз. Зак. № 98

«Издательству»

Минского, 1 к. 3

16.2000 г.

001 г.