

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 639.3.04

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ПЕЛЯДИ *COREGONUS PELED*
В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

© 2019 г. Н. Н. Игнатов, Е. А. Рябуха, Б. П. Сафроненков, А. В. Артюхин

Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО), Магадан, 685000
E-mail: fish79@bk.ru

Поступила в редакцию 01.11.2018 г.

Представлены результаты работ по выращиванию пеляди *Coregonus peled* в Магаданской области. Дается описание смонтированной установки полужамкнутого водоснабжения для подращивания молоди сиговых в объеме до полумиллиона экземпляров. Приводятся данные по биологическим и гематологическим показателям молоди пеляди, выращенной в заводских условиях.

Ключевые слова: пелядь *Coregonus peled*, Магаданская область, биологические и гематологические показатели, лососевый рыбноводный завод.

В Магаданской области одним из основных добываемых видов полезных ископаемых является золото. Мероприятия по добыче золота в регионе проводятся в основном в бассейне р. Колыма.

Река Колыма — самый крупный и многоводный водоем Магаданской области. Общая протяженность реки 2513 км, площадь бассейна — 643 тыс. км². На протяжении около 1400 км она протекает по территории Магаданской области (Гидрологическая изученность, 1967)

Разработка и эксплуатация золоторосных месторождений, производство различных работ на водных объектах рыбохозяйственного значения в большинстве случаев оказывают негативное влияние на водные биоресурсы и среду их обитания. В соответствии с современным законодательством Российской Федерации при проектировании и осуществлении работ на водных объектах рыбохозяйственного значения должны предусматриваться и осуществляться мероприятия по максимальному предотвращению негативных последствий такого воздействия.

В случае если указанные мероприятия не позволяют избежать негативного влияния на экологические условия водных объектов

и полностью обеспечить сохранение и воспроизводство их биоресурсов, производится оценка причиняемого вреда и разработка компенсационных мероприятий по сохранению запасов рыб и других водных животных и растений.

Для выполнения компенсационно-восстановительных мероприятий посредством искусственного воспроизводства видов рыб, обитающих в бассейне р. Колыма, из-за отсутствия опыта в МагаданНИРО по выращиванию сиговых было решено начать с такого относительно неприхотливого вида, как пелядь *Coregonus peled*. Это массовый вид, который культивируется во многих сибирских рыбноводных хозяйствах, поэтому не составит труда приобрести посадочный материал.

Работы по инкубации икры сига проведены в Магаданской области впервые за последние 30 лет деятельности Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базы (Ольской ЭПАБ) и носят более чем актуальный характер в связи с возможностью зарыбления сиговыми видами рыб Колымского водохранилища, а также отработкой биотехнологии искусственного воспроизводства сигов в условиях Крайнего северо-востока России.

Цель работы — получить данные по биотехнике инкубирования и основным биологическим и гематологическим показателям молоди пеляди, выращенной в условиях лососевого рыбоводного завода Магаданской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран с марта по сентябрь 2017 г. на Ольской ЭПАБ — филиале МагаданНИРО.

Биологическое состояние молоди пеляди оценивали по комплексу показателей: размерно-весовым (Правдин, 1966), гематологическим (Остроумова, 1957, 1964; Канидъев, 1966, 1970; Канидъев, Леванидов, 1968; Глаголева, 1981; Иванова, 1983, Мусселиус и др., 1983; и индексам внутренних органов (Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972).

Для оценки общего биологического состояния молоди пеляди использовали следующие показатели: длину тела по Смитту (АС), массу тела рыбы, коэффициент упитанности по Фультону (Правдин, 1966).

Интенсивность питания молоди определяли по общему индексу наполнения желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и количеству питающихся особей в пробе (Чучукало, Волков, 1986).

Оценку морфофизиологического состояния молоди пеляди проводили, используя метод морфофизиологических индикаторов — индексов внутренних органов — сердца, печени, ЖКТ. Индексы внутренних органов рассчитывали по отношению массы органа к общей массе тела рыбы (Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972; Хрусталева и др., 2012).

Гематологическое обследование состояло из определения: общего числа эритроцитов и лейкоцитов (млн. шт. и тыс. шт. в 1 мкл крови соответственно), содержания гемоглобина (г/л), соотношения различных форм лейкоцитов — лейкоцитарная формула (%)), величины гематокрита (%), интенсивности эритропоэза (по соотношению зрелых

и молодых форм эритроцитов (%)). Число исследованных особей пеляди составило 59 экз.

Количество эритроцитов оценивали пробирочным методом с помощью камеры Горяева и иммерсионного микроскопа Leica (Германия), используя лабораторный счетчик СЛ-1. Соотношение объема эритроцитов к общему объему крови (гематокрит) находили с помощью центрифугирования гепаринизированных капилляров с кровью в гематокритной микроцентрифуге МГ-6—02.

Содержание общего гемоглобина определяли с помощью фотоэлектрического гемоглобинометра Минигем — 523. Содержание гемоглобина в одном эритроците (СГЭ) определяли по формуле Гительсона и Терскова (1956):

$$\text{СГЭ} = \frac{(\text{Гемоглобин г\%})}{(\text{Число миллионов эритроцитов в } 1 \text{ мм}^3)} \times 10 \text{ мкмкг/эритроцит}$$

Статистическую обработку собранного материала проводили по общепринятым ихтиологическим методам (Рокицкий, 1961; Лакин, 1980). При статистической обработке материала использовали пакеты прикладных программ EXCEL и STATISTICA.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2017 г. в рамках предоставления услуг по восполнению ущерба водным объектам Магаданской области, нанесенного колымскими недропользователями, МагаданНИРО впервые приступил к работам по искусственному воспроизводству сиговых видов рыб. Работы были выполнены на Ольской ЭПАБ, являющейся лососевым рыбноводным предприятием.

В качестве объекта воспроизводства была выбрана пелядь, как наиболее массовый и доступный вид, используемый в рыбноводных хозяйствах Сибири. Кроме того, пелядь — это озерно-речная рыба, из всех сиговых рыб она наименее требовательна к содержанию кислорода в воде и способна выносить относительно высокую температуру воды. Пелядь является чрезвычайно пла-

стичным видом, она неприхотлива к условиям обитания, быстро приспосабливается к новой среде, поэтому хорошо приживается и растет в водоемах мезотрофного типа.

Из-за отсутствия сиговых рыбопроизводных предприятий на территории Магаданской области посадочный материал был закуплен на Криводановском рыбноводном заводе в (г. Новосибирск), и 3 марта 2017 г. 500 тыс. икринок пеляди авиатранспортом были перевезены на Ольскую ЭПАБ для дальнейшей инкубации.

Для воспроизводства пеляди на Ольской ЭПАБ в октябре 2016 г. были приобретены и установлены инкубационные аппараты Вейса (Россия, ИП «Технологический центр рыбноводства»), позволяющие инкубировать от 2,0 до 5,0 млн. икринок сиговых видов рыб с последующим получением однодневных личинок, а также смонтирована и запущена установка полузамкнутого водоснабжения для подращивания молоди в объеме до 0,5 млн. экз. со средней массой тела 0,5 г (рис. 1).

Рециркуляционная установка состоит из двух соединенных между собой пластиковых бассейнов объемом по 10 м³ каждый, расширительного бака объемом 1,8 м³ с установленными в нем ультрафиолетовыми бактерицидными лампами, электрического проточного нагревателя мощностью 18 кВт, дегазационной колонки, насосов и воздушных компрессоров с распылителями. При этом в одном бассейне содержали молодь, а второй бассейн был использован в качестве емкости для водоподготовки. Водооборот в системе поддерживали на уровне 1440 л/ч, а подпитку свежей воды для реализации цикла суточного водообмена осуществляли в пределах 600–700 л/ч, при изначальном уровне воды в бассейнах до 45 см. Таким образом для предотвращения накопления в воде опасных продуктов метаболизма вода в системе обновлялась каждые 17 ч, а полный водооборот в бассейне с молодью происходил через каждые 4 ч круглосуточно (рис. 2).

Всю икру поместили в два аппарата Вейса по 250 тыс. шт. в каждом. На протя-

жении всего периода инкубации проводили контроль условий содержания и отбор погибших икринок. В марте средняя температура воды в аппаратах составляла 0,9°C, а содержание растворенного кислорода — 10,5 мг/л.

Выклев первых личинок начался 27 марта, однако массовым он стал 10–15 апреля, что, очевидно, свидетельствует о разных сроках сбора инкубационного материала. Средняя масса однодневных личинок составила 3,57 мг. Выклюнувшиеся личинки были помещены в бассейн с установкой полузамкнутого водоснабжения.

С 5 апреля произвели включение проточного нагревателя и полный переход на установку полузамкнутого цикла подачи воды, в связи с этим средние показатели температуры воды постепенно повысили до 6,5°C, при этом показатели содержания кислорода в воде, соответственно, несколько уменьшились.

На пятый день после выклева личинок пеляди стали постепенно приучать к специализированному стартовому корму, производства BioMar (Дания) с размером гранул 80–200 мкм. Кормление производили 6–10 раз в сутки, очистку от остатков несъеденного корма — один раз в 2–3 сут., а один раз в 7–10 сут. проводили полную замену воды во всей системе. На протяжении всего периода подращивания воду в бассейнах подогревали до оптимальных температур, и подавали сжатый воздух для насыщения кислородом.

В мае средняя температура воды в полузамкнутой системе составила 10°C, а в июне, июле и августе — 11°C. Причем, начиная с июня, в связи с повышением фоновой температуры воды в водозаборном колодце Ольской ЭПАБ и увеличением общей биомассы молоди, постепенно увеличивали приток свежей воды в бассейны для улучшения вымывания продуктов жизнедеятельности (особенно аммиака) из рециркуляционной системы. А уже к 20 июля полузамкнутая система была отключена и молодь содержали полностью на проточной воде.



Рис. 1. Инкубационные аппараты Вейса на Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе

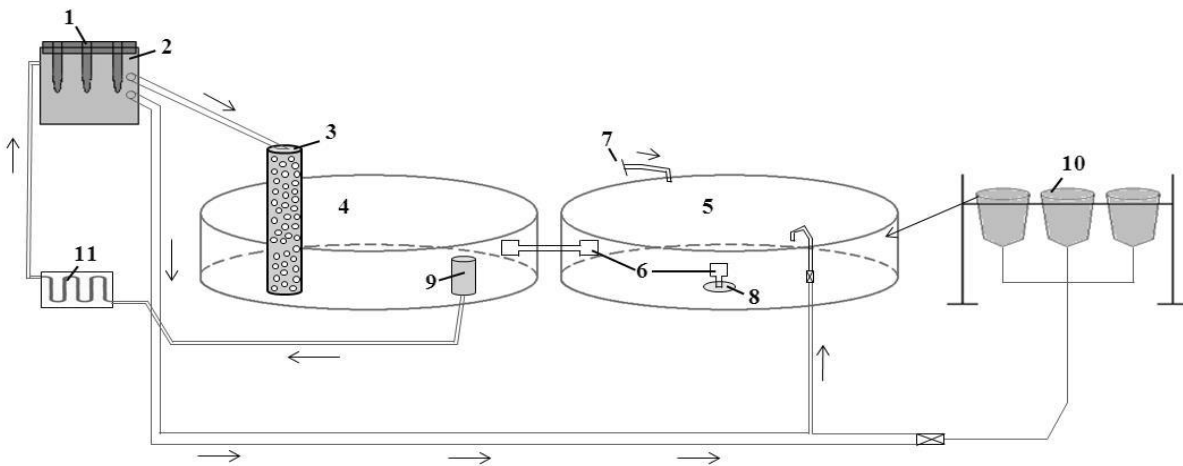


Рис. 2. Схема рециркуляционной установки на Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе: 1 – УФ установка, 2 – расширительный блок, 3 – дегазационная колонна, 4 – бассейн № 1, 5 – бассейн № 2, 6 – фильтр, 7 – подпитка воды, 8 – сброс воды, 9 – насос, 10 – апп. Вейса, 11 – проточный нагреватель

В процессе всего периода подрачивания отбирали биологические пробы, что позволило проследить динамику роста длины и массы тела молоди пеляди.

За первые 15 сут. (с 12 по 27 апреля) рост личинок практически не наблюдался.

За последующие 54 сут. второго периода подрачивания от личинок к молоди

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ПЕЛЯДИ

(с 28 апреля по 20 июня 2017 г.) средняя масса тела увеличилась в 19,8 раза — с 5 до 1000 мг, а длина тела увеличилась в 2,2 раза — с 10 до 22 мм.

В период с 21 июня по 23 августа 2017 г. за 33 сут. подращивания средняя масса тела молоди увеличилась в 5 раз, а длина тела в 1,6 раза.

Молодь была перевезена и выпущена в естественную среду обитания 23 августа, при этом ее длина и масса составили 35 мм и 0,52 г соответственно. Часть молоди была оставлена в бассейнах для продолжения эксперимента; в результате через 36 сут. (с 23 августа по 28 сентября) молодь пеляди достигла массы 1,3 г, с длиной 53 мм, при этом отдельные экземпляры — 2,5 г (таблица 1).

Результаты гематологического анализа молоди пеляди, выращенной в 2017 г. на Ольской ЭПАБ следующие.

Дата отбора пробы	28.09.2017 г.
Число эритроцитов, млн. шт./мм ³	$1,057 \pm 0,11$ 0,670–1,630
Общее количество лейкоцитов, тыс. шт./мм ³	10,67
Общее кол-во тромбоцитов, тыс. шт./мм ³	12,87
Содержание гемоглобина, г/л	$72,0 \pm 1,9$ 64,0–78,0
Содержание гемоглобина в одном эритроците, мкмкг	68,1
Гематокрит, %	$41,9 \pm 2,7$ 30,3–52,2

Общее число эритроцитов в единице объема крови у молоди пеляди поколения 2016 г., выращенной в условиях Ольской ЭПАБ, варьировало от 0,67 до 1,63 млн. шт./мм³.

Средняя величина гематокрита составила 41,9% (при вариации показателя

Таблица 1. Биологические показатели заводской молоди пеляди поколения 2016 г. (выпуск 2017 г.) на Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе

Показатели	Дата взятия проб			
	27.04.2017 г.	20.06.2017 г.	23.08.2017 г. (выпуск молоди)	28.09.2017 г.
Длина тела, мм	$10,4 \pm 0,1$ 9,0–12,0	$21,6 \pm 0,3$ 18,0–29,0	$35,0 \pm 0,4$ 22,0–45,0	$53,0 \pm 0,8$ 42,0–66,0
Масса тела, г	$0,0052 \pm 0,0002$ 0,0024–0,0069	$0,103 \pm 0,0200$ 0,0320–0,7490	$0,52 \pm 0,0500$ 0,1300–2,0100	$1,3200 \pm 0,0700$ 0,5560–2,5600
Коэффициент упитанности по Фультону	—	$1,41 \pm 0,23$ 0,78–9,36	$1,14 \pm 0,04$ 0,86–1,14	$1,14 \pm 0,01$ 0,96–1,25
Индекс сердца, %	—	—	$0,20 \pm 0,03$ 0,11–0,22	$0,31 \pm 0,01$ 0,21–0,42
Индекс печени, %	—	—	$1,75 \pm 0,05$ 1,18–2,60	$1,86 \pm 0,05$ 1,24–3,00
Индекс желудочно-кишечного тракта, %	—	—	$8,76 \pm 0,20$ 6,21–10,55	$9,08 \pm 0,16$ 6,55–11,17
Индекс наполняемости желудочно-кишечного тракта, ‰	—	—	$214,52 \pm 14,27$ 22,18–450,71	$237,62 \pm 13,73$ 24,49–476,19
Доля питающихся особей, %	—	95	100	100
Число изученных особей, экз.	35	50	50	50

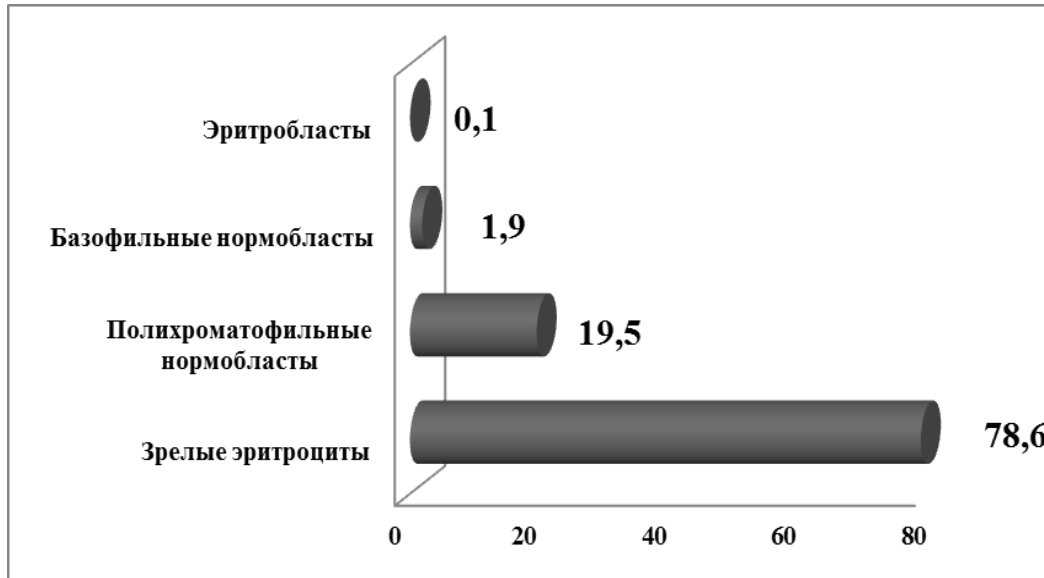


Рис. 3. Состав эритроцитов крови молоди пеляди, выращенной на Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе в 2016–2017 гг., %

теля от 30,3 до 52,2%). Содержание гемоглобина колебалось в пределах 64,0–78,0 мг/л. Концентрация гемоглобина в одном эритроците у молоди пеляди составила 68,1 мкмкг.

В периферической крови молоди пеляди, выращенной в условиях Ольской ЭПАБ, выявлены все основные клеточные элементы, присущие другим костистым рыбам: эритроциты разной стадии зрелости, агранулоциты, гранулоциты и тромбоциты.

В эритроидном ряду морфологически различались эритробласты, базофильные и полихроматофильные нормобласты и зрелые эритроциты.

Доля незрелых форм эритроцитов (полихроматофильных, базофильных нормобластов, эритробластов) составляла 14,9–29,9% от общего числа всех форм эритроцитов, в среднем – 21,4% (рис. 3).

Белая кровь исследуемых особей пеляди имела лимфоидный характер. Гранулоциты пеляди были представлены только нейтрофилами на разных стадиях дифференцировки; агранулоциты у всех исследованных особей – лимфоцитами и моноцитами.

Лейкоцитарная формула 59 экз. молоди пеляди выглядит следующим образом, %

Юные эритроциты	$21,4 \pm 1,27$ 14,9–29,9
Лимфоциты	$86,3 \pm 2,6$ 74,5–98,3
Нейтрофилы	$13,0 \pm 2,5$ 1,7–22,8
Моноциты	$0,70 \pm 0,4$ 0–3,0

Доля лимфоцитов в крови пеляди составила 86,3% лейкоцитов, нейтрофилов – 13,04%, моноцитов – 0,7% от общего числа форм соответственно (рис. 4).

Общее число лейкоцитов в единице объема крови у молоди пеляди, выращенной на Ольской ЭПАБ, в среднем составило 10,7 тыс./мм³, тромбоцитов – 12,9 тыс./мм³.

Перед выпуском молоди в Колымское водохранилище провели предварительное исследование состояния водоема. Температура воды в водохранилище в августе составила 14–16°C, водородный показатель рН – 7,4, содержание растворенного кислорода – 9,83 мг/л.

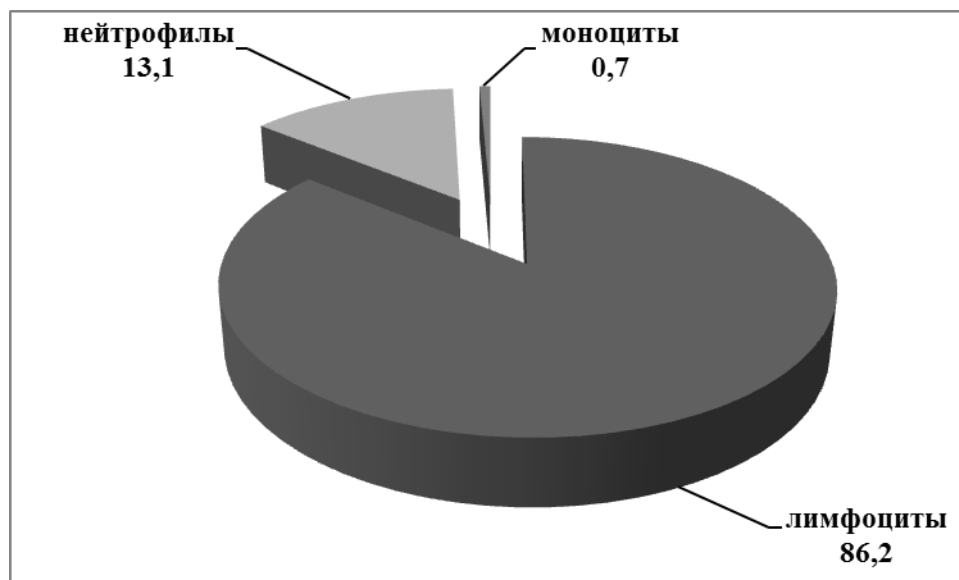


Рис. 4. Морфологический состав белой крови молоди пеляди, выращенной в условиях Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе в 2016–2017 гг., %

Транспортировка и последующий выпуск подрощенной молоди пеляди в Колымское водохранилище (район пос. Обо, бассейн р. Колыма) были проведены 22–23 августа. На автомобиль КАМАЗ была установлена изотермическая емкость общим объемом 4 м³, к которой подвели воздушную и кислородную продувку. Погрузку молоди и начало транспортировки осуществляли в ночное время при более низкой, чем днем температуре воздуха. В связи с длительным маршрутом, составившим 360 км до места выпуска молоди, и сложными дорожными условиями время транспортировки составило около 12 ч.

Молодь пеляди была успешно доставлена и выпущена в среднюю часть Колымского водохранилища в районе поселка Обо в количестве 110 тыс. экз. При этом транспортный отход составил всего 3%.

ВЫВОДЫ

Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях рыбозаводов Магаданской области можно успешно выращивать полноценную молодь сиговых видов рыб, используя при этом подогрев воды и полузамкну-

тый тип водоснабжения. Выращивание жизнестойкой молоди пеляди от личинки до малька было реализовано за 138 сут. (что составляет 4,5 мес.), при этом масса пеляди увеличилась в 254 раза от начальной массы личинки.

Впервые получены данные исследования крови молоди пеляди, выращенной на Ольской ЭПАБ в условиях Магаданской области.

Перевозка автотранспортом на длительные расстояния небольших объемов подрощенной молоди сиговых видов рыб в условиях дорожной транспортной схемы Магаданской области возможна при соблюдении низких плотностей посадки в живорыбной емкости (до 50 тыс. экз/м³). Однако при перевозке больших партий, во избежание повышенных отходов молоди желательно уменьшить общее время транспортировки путем использования малой авиации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гительзон И. И., Терсков И. А. О способе выражения гемоглобина в эритроците // Лаб. дело. 1956. № 6. С. 6–10.

- Глаголева Т.П.* Инструкция по гематологическому контролю за искусственно выращиваемой молодью лососевых рыб. Рига: БалтНИИРХ, 1981. 38 с.
- Гидрологическая изученность.* Т. 19. Северо-Восток. Л.: Гидрометерол. изд-во, 1967. 600 с.
- Иванова Н.Т.* Атлас клеток крови рыб. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 184 с.
- Канидьев А.Н.* Отличительные признаки клеток периферической крови молодки кеты // Сб. науч.—тех. информации ВНИРО, 1966. Вып. 6. С. 24–30.
- Канидьев А.Н.* Методы качественной оценки молодки рыб по составу крови (на примере осенней кеты) // Сб. науч.—исслед. работ по прудовому рыбоводству. № 5. 1970. С. 236–268.
- Канидьев А.Н., Леванидов В.Я.* Вопросы улучшения биотехники разведения кеты и горбуши // Изв. ТИНРО. 1968. Т. 65. С. 119–132.
- Лакин Б.Ф.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1980. 294 с.
- Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вихман А.А. и др.* Лабораторный практикум по болезням рыб. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 296 с.
- Остроумова И.Н.* Показатели крови и кроветворение в онтогенезе рыб // Изв. ВНИОРХ. 1957. Т. 43. Вып. 3. С. 3–63.
- Остроумова И.Н.* Состояние крови форели при адаптации к разным условиям кислородного и солевого режимов воды // Там же. 1964. Т. 58. С. 27–37.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
- Рокицкий П.Ф.* Основы вариационной статистики для биологов. Минск, Белгосуниверситет, 1961. 223 с.
- Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А.* Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // Тр. СевНИОРХ. 1972. Т. 7. 186 с.
- Хрусталева Е.И., Курапова Т.М., Савина Л.В., Гончаренко О.Е., Дельмухаметов А.Б., Аминова В.А.* Морфофизиологические особенности ремонтного стада судака на различных этапах выращивания в УЗВ // Рыбн. хоз-во. 2012. № 2. С. 82–84.
- Чучукало В.И., Волков А.Ф.* Руководство по изучению питания рыб. Владивосток: ТИНРО, 1986. 32 с.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н.* Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных // Тр. ИЭРЖ. УФ АН СССР, 1968. Вып. 58. 387 с.

RESULTS OF WORK ON CULTIVATION OF PELED (COREGONUS PELED) IN THE MAGADAN REGION

© 2019 y. N. N. Ignatov, E. A. Ryabukha, B. P. Saphronenkov, A. V. Artyukhin

Magadan Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Magadan, 685000

Results of work on peled cultivation (*Coregonus peled*) in the Magadan region are presents in the article. Description of semi-closed water installation of supply for the rearing of juvenile whitefish for specimen is given. The data on the biological and hematological indicators of hatchery raised juvenile peled are given.

Key words: peled (*Coregonus peled*), Magadan region, biological and hematological indicators, salmon hatchery.