

- Труды Сязозерской комплексной экспедиции. Т. 1. 1959; Т. 2. 1962.
- Филимонова Н.А.* Микрофлора // Сязозеро и перспективы его рыбохозяйственного использования. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1977. С. 56–81.
- Филимонова Н.А.* Микрофлора воды и грунтов Сязозера // Вопросы гидрологии, озереведения и водного хозяйства Карелии. 1965. Вып. 23. С. 267–273.
- Фрейдлинг В.А.*, Гидрологическая характеристика Сязозера: (Бассейна р. Шуи) // Тр. Сязозер. экспедиции. Петрозаводск: Карелия, 1959. Т. 1. С. 5–73.
- Фрейдлинг В.А., Васильева Е.П., Литинская К.Д., Маслова Н.П., Мартынова Н.Н., Поляков Ю.К.* Гидрологический и гидрохимический режим Сязозера // Сязозеро и перспективы его рыбохозяйственного использования. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1977. С. 5–43.
- Lahti E., Oksman H., Shemeikka P.* On the survival of vendace eggs in different lake types // Aqua fenn. 1979. Vol. 9. P. 62–67.
- Zuromska H.* Egg mortality and its causes in *Coregonus albula* (L.) and *Coregonus lavaretus* (L.), in two Masurian lakes // Pol. arch. hydrobiol. 1982. Vol. 29, N 1. P. 29–69.
- Salojärvi K.* Spawning ecology, larval food supplies and causes of larvae mortality in the whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) // Ibid. P. 159–178.
- Selgeby J.H.* Decline of lake herring (*Coregonus artedii*) in Lake Superior: an analysis of the Wisconsin herring fishery, 1936–1978 // Canad. J. Fish. and Aquat. Sci. 1982. Vol. 39, N 4. P. 554–563.

УДК 597.553.2

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СВЕТОВЫХ РЕЖИМОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАВОДСКОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК ПЕЛЯДИ (*COREGONUS PELED*)

В.Н. Раденко, П.В. Терентьев

Свет в жизни рыб играет огромную роль. В зависимости от стадии онтогенеза, физиологического состояния, а также видоспецифических особенностей организм по-разному реагирует на действие светового фактора. Уже в период эмбриогенеза действие светового фактора оказывает значительное влияние на формирование будущего организма. Доказано, что у осенненерестующих рыб (кумжи, лосося) наблюдается более быстрое развитие икры в темноте, вследствие чего происходит более ранний выклев. Свет оказывает отрицательное влияние на развитие скелета у эмбрионов данных видов. У весенненерестующих рыб (щуки, карпа), наоборот, на свету наблюдается несколько более ранний выклев, а также увеличивается скорость образования хрящевых элементов позвоночника личинок (Коровина и др., 1965).

Солнечная радиация в значительной степени коррелирует сроки выклева личинок байкальского омуля из икры (Черняев, 1984).

На ранних этапах постэмбриогенеза для большинства видов рыб свет является основным фактором, обеспечивающим пищепотребление, оборонительные реакции, вертикальные и горизонтальные миграции, способствующие сохранению и распространению вида (Бабурина, 1972; Гирса, 1981; Волкова, 1984). Личинки многих видов рыб проявляют положительный фототаксис и более низкую пороговую чувствительность к свету по сравнению с особями, находящимися на более поздних этапах развития

(Протасов, Сбкин, 1970; Гирса, 1981). В дальнейшем, при переходе мальков на тип питания, характерный для взрослых особей данного вида, и в начале функционирования других рецепторных систем, участвующих в процессе пищедобывания, отношение рыбы к действию светового фактора изменяется. Так, например, показано, что у личинок карпа (типичного бентофага) при изменении освещенности с 2–200 лк до 500–800 лк выживаемость повышалась с 6,3 до 37%, а темп роста увеличивался в три раза (Ткор, 1980). На рост и выживаемость взрослого карпа ни продолжительность светового дня, ни интенсивность освещенности не оказывает влияния (Meske, 1983).

Особую роль играет свет в жизни рыб в период их полового созревания. Фотопериодизм является одним из наиболее важных факторов окружающей среды, обеспечивающих созревание половых продуктов у многих видов рыб (Lee, Hirano, 1985; Bromage et al., 1982; Davies, HanYu Isao, 1986).

Смолификация чавычи наблюдается также только при определенном фотопериоде (Pereira, Adelman, 1985). Отмечены и некоторые другие специфические воздействия света на организм рыб. Фагоцитарные и регенеративные процессы в искусственно поврежденном тимусе годовиков семги убастрятся при содержании последних в затемненных, проточных садках (Праздников, 1985).

У многих морских рыб и карпа установлено наличие цветового зрения (Протасов, 1978; Fish, Physiology, 1972), но в целом этому вопросу, особенно на ранних этапах развития рыб, уделяется очень мало внимания.

В 60-е годы научный интерес к зрению был стимулирован необходимостью усовершенствования орудий лова, конструирования и эксплуатации рыбопропускных и рыбозащитных сооружений. В последние годы бурное развитие аквакультуры выдвигает новые проблемы, связанные с применением интенсификационных мероприятий при выращивании рыбы (высокие плотности посадки, использование комбикормов и др.).

Одним из наиболее перспективных холодноводных объектов аквакультуры является пелядь *Coregonus peled* (Gmelin). Зрительная система этого вида пока не подвергалась детальному изучению. Учитывая, однако, что пелядь является типичным планктофагом, можно предположить, что ей в определенной степени свойственны закономерности, установленные для других планктофагов, которые остаются наиболее чувствительными к свету на протяжении всего периода онтогенеза. Этих рыб называют зрительными, так как все виды их активности связаны со светлым периодом суток. Они обитают в верхних, наиболее освещенных слоях воды. По сравнению с рыбами других видов планктофаги имеют наибольшую контрастную чувствительность сетчатки глаза (Гирса, 1981). Известно, что у ранних личинок пеляди проявляется ярко выраженный положительный фототаксис и что интенсивность потребления кислорода у них на свету возрастает (Шкорбатов, 1966; Шкорбатов и др. 1959).

Разрабатывая технологию заводского подращивания личинок пеляди, авторы настоящей статьи в качестве одной из задач ставили выбор оптимального освещения с целью мобилизации всех потенциальных возможностей роста и улучшения потребляемости стартовых комбикормов. При этом изучали действие различных по интенсивности, периодичности и спектральному составу световых режимов на рост и развитие личинок пеляди.

Опыт проводили в три этапа за период с 1983 по 1985 год. Первый этап (1983 г.) включал пять вариантов: 1 — полная темнота; 2 — включение света во время раздачи корма (2 сек.); 3 — лампа накаливания, красный свет постоянно; 4 — лампа накаливания, белый свет постоянно; 5 — лампа дневного света, постоянно (контрольный вариант).

Третий вариант был переведен на освещение красным светом с 5-го дня подращивания. До этого момента освещение было таким же, как в 5-м варианте опыта.

Второй этап (1984 г.) включал десять вариантов: 1 — белый свет, освещенность 500 лк, постоянно; 2 — красный свет, освещенность 500 лк, постоянно; 3 — оранжевый свет, освещенность 500 лк, постоянно; 4 — желтый свет, 500 лк, постоянно; 5 — зеленый свет, 500 лк, постоянно; 6 — синий свет, 500 лк, постоянно; 7 — белый свет, 10 000 лк, 30 мин. темнота; 8—30 мин. белый свет, освещенность 10 000 лк; 30 мин. темнота; 9—30 мин. белый свет, освещенность 20 000 лк, 30 мин. темнота; 10 — 16 час. белый свет, освещенность 10 000 лк, 8 час. темнота.

На 3-м этапе исследований (1985 г.) ставили задачу уточнения и подтверждения данных, полученных ранее. Были изучены световые источники: 1 — белый, люминесцентное освещение; 2 — белый, лампа накаливания; 3 — синий; 4 — зеленый; 5 — желтый; 6 — красный при одинаковой освещенности 500 лк. Различий в спектральном составе света достигали помещением ламп накаливания в колпаки из полимерного материала разного цвета, условно называя получаемое излучение монохроматическим. Одинаковую интенсивность освещения обеспечивали светорегуляторами. Все опыты проведены в подвальном помещении без доступа естественного света. Изоляцию вариантов друг от друга осуществляли светонепроницаемыми колпаками.

Во всех опытах использовали прудовую воду, которая подавалась самотеком из резервной емкости после предварительного подогрева и насыщения воздухом. Подращивание проводили в 40-литровых эмалированных ваннах. Плотность посадки личинок — 100 тыс. шт./м³, скорость водообмена — 1,5 объема/час. Средняя температура за период выращивания составила в 1983 г. — 16,7°, в 1984 и 1985 гг. — 20°. Начальная масса личинок во всех вариантах была в среднем равна 3,4 мг. В качестве единственного кормового источника использовали микрокапсулированный стартовый комбикорм, подаваемый автоматически через каждые 7 мин. круглосуточно, исходя из среднесуточной дозы 20—30% от массы личинок с учетом поедаемости.

Результаты опыта оценивали в основном по производственным показателям, по темпу роста, выживаемости и производству биомассы личинок в единице объема. Последний показатель обобщает массу, выживаемость и плотность посадки личинок. Кроме того, наблюдали за поведением личинок и достижением ими определенных этапов развития.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Уже первый опыт показал, что зрительный анализатор играет очень важную роль в пищепоглощении стартовых комбикормов на ранних этапах эмбриогенеза (табл. 1).

При использовании режима полной темноты (за исключением коротких периодов во время чистки бассейнов) выживаемость личинок после 15-суточного выращивания составила всего 7,5%, а их средняя масса — 7,14 мг.

Введение дополнительного освещения, сочетающегося по времени с выдачей корма в течение 2 сек., способствовало повышению как выживаемости (до 30,1%), так и средней массы (до 8,64 мг). В контроле, представляющем собой обычное освещение помещения люминесцентными лампами, при интенсивности на поверхности воды в емкости с личинками 360 лк выживаемость достигла 97,5%, а средняя масса — 21,27 мг.

Размещение непосредственно над емкостью для выращивания личинок лампы накаливания мощностью 100 вт и ее изоляция от общего освещения повысила освещенность на поверхности воды до 1500 лк и способствовала некоторому улучшению средней массы личинок (до 23,7 мг).

Смена обычного контрольного освещения в 3-м варианте с 5-го дня выращивания на лампу накаливания мощностью 100 вт, окрашенную в красный цвет, вызвала заметное торможение роста личинок (15,89 мг против 21,27 мг).

Сопоставление результатов 3-го, 4-го и 5-го вариантов опыта, несмотря на отсутствие методической четкости постановки опыта, позволило нам предположить, что интенсивность освещения и спектральный состав света далеко не безразличны для личинок пеляди и в конечном итоге для результатов выращивания с использованием стартовых комбикормов. Поэтому работа в этом направлении была продолжена в последующие годы.

В 1984 г. основное внимание было уделено изучению воздействия различного монохроматического освещения на рост и развитие личинок пеляди (табл. 2). Как по выживаемости, так и по темпу роста и соответственно производству биомассы наибольший эффект был достигнут при использовании синего света с преобладанием излучения в области 495—505 нм.

Остальные части видимого спектра излучения оказывают примерно одинаковое влияние на рост и выживаемость личинок пеляди, причем красный свет вызвал максимальный отход в первые три дня подращивания (переход на активное питание). В дальнейшем оставшиеся личинки даже превосходили по темпу роста личинок контрольного варианта.

Белый свет, имеющий в нашем опыте максимум излучения в желто-зеленой области видимого спектра, показал результаты хуже синего света, но лучше, чем во всех остальных вариантах.

Поведение личинок при различных световых режимах имело отличительные особенности. Личинки пеляди, подращиваемые при синем свете, перешли к образованию стаи несколько раньше, чем контрольные. Однако период становления этого рефлекса был растянут, реакция на внешние раздражители была замедлена. Общая двигательная активность визуально оценивалась ниже контрольной.

Личинки, подращиваемые при зеленом, оранжевом и красном свете, не имели ярко выраженного рефлекса стаинности на протяжении всего опыта, их движения были хаотичными, общая двигательная активность была

Таблица 1

Влияние различных световых режимов и светоисточников на рост личинок пеляди, 1983 г.

Вариант опыта	Освещенность, лк	Масса, мг	Выживаемость, %	Биомасса личинок, г/м ³
1. Полная темнота	—	7,14 ± 0,20	7,5	53,6
2. Полная темнота + световой импульс во время дачи корма	—	8,64 ± 0,66	30,10	259,2
3. Лампа, накаливания, окрашенная в красный цвет, постоянно, 100 вт	320	15,89 ± 0,78	99,25	1577,0
4. Лампа накаливания, 100 вт, постоянно	1500	23,70 ± 0,57	97,50	2310,7
5. Лампа дневного света ЛБ (контроль)	360	21,27 ± 0,45	97,51	2070,3

Таблица 2

Влияние различных монохроматических излучений на рост и выживаемость личинок пеляди, 1984 г.

Характеристика светового режима	Масса, возр. 17 суток, мг	Выживаемость, %	Среднесуточный прирост, %	Производство биомассы, г/м ³
1. Белый свет (преобл. 520–570 нм) (контрольный)	12,29 ± 0,68	55,8	8,8	664
2. Красный свет (преобл. 605–615 нм)	16,77 ± 0,66	29	11,1	486
3. Оранжевый свет (преобл. 575–585 нм)	13,93 ± 0,80	26	10,0	362
4. Желтый свет (преобл. 550–575 нм)	12,38 ± 0,78	34	8,9	421
5. Зеленый свет (преобл. 525–540 нм)	12,64 ± 0,63	40	8,8	506
6. Синий свет (преобл. 495–505 нм)	19,71 ± 0,75	63	11,9	1242

немного выше контрольной. Этот тип поведения выражен особенно у личинок, подраживаемых при красном свете.

Поведение личинок, подраживаемых при желтом свете, незначительно отличалось от контроля, за исключением менее выраженной плотности стаи.

В опыте, проведенном в 1985 г., несмотря на более низкий темп роста личинок вследствие худшего качества комбикорма, подтверждены результаты предыдущего исследования с монохроматическими источниками света (табл. 3).

Как по массе, так и по выживаемости синий свет имел явные преимущества по сравнению с другими монохроматическими излучениями. Допол-

Таблица 3

Влияние различных монохроматических излучений на рост и выживаемость личинок пеляди, 1985 г.

№ варианта	Характеристика светового режима	Средняя масса личинок в возр. 13 сут., мг	Выживаемость, %	Производство биомассы, г/м ³
1.	Белый (лампа накал.)	6,7±0,25	24	160
2.	Белый (люминесцент.)	6,6±0,22	74	489
3.	Красный (преобл. 605–615 нм)	5,9±0,25	21	123
4.	Оранжевый (преобл. 575–585 нм)	6,0±0,17	15	90
5.	Желтый (преобл. 540–575 нм)	5,7±0,17	23	130
6.	Зеленый (преобл. 525–540 нм)	5,7±0,18	21	119
7.	Синий (преобл. 495–505 нм)	7,8±0,22	68	528

Таблица 4

Влияние фотопериодизма на рост и выживаемость личинок пеляди

№ варианта	Характеристика светового режима*	Освещенность, лк	Масса личинок в возрасте 17 суток, мг	Выживаемость, %	Среднесуточный прирост, %	Производство биомассы личинок, г/м ³
1.	Свет постоянно, (контроль)	10 000	15,57±0,61	54	10,4	841
2.	16 час. свет					
	8 час. темнота	10 000	13,57±0,65	65	9,3	882
3.	30 мин. свет					
	30 мин. темнота	10 000	13,71±0,51	54	9,4	740
4.	30 мин. свет					
	30 мин. темнота	20 000	17,21±0,64	75	11,3	1291

*В качестве источников света использованы лампы накаливания.

нительно было подтверждено предположение, что люминесцентные лампы, дающие в нашем опыте голубоватый свет, приближаются по своему воздействию к монохроматическому синему свету и намного превосходят воздействие света от лампы накаливания, имеющей максимум излучения в желто-зеленой области.

Следует подчеркнуть, что характер освещения в трех описанных выше опытах не изменялся в течение суток и в течение всего опытного периода. Отрицательного влияния постоянного освещения на личинки пеляди визуально нами не было обнаружено, а более детальных исследований мы не проводили. Однако учитывая суточную ритмику освещенности в природных условиях, мы попробовали испытать весьма приближенную суточную

имитацию чередования света и темноты и некоторые другие варианты чередования светлого и темного периодов (табл. 4).

В качестве отправного (контрольного) варианта была взята величина 10 000 лк, примерно соответствующая освещенности на поверхности воды в солнечный день.

Использование переменных световых режимов в течение суток (варианты 2 и 3) не выявило достоверных различий по сравнению с постоянным круглосуточным освещением при одной и той же мощности светоисточника. Несколько более высокая масса в контрольном варианте не сопровождалась более высокой выживаемостью и поэтому суммарный результат по производству биомассы был даже немного ниже, чем во втором варианте.

Усиление мощности светоисточника до 20 тыс. лк при переменном режиме (четвертый вариант) вызвало усиление темпа роста и способствовало повышению выживаемости личинок, что в конечном итоге позволило получить 1291 г/м³ биомассы личинок. Это на 47% выше результатов, полученных при аналогичном режиме, но с мощностью светоисточника 10 тыс. лк, и на 35% выше результатов контрольного варианта с постоянным освещением 10 тыс. лк.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты представляют, на наш взгляд, как практический, так и теоретический интерес, несмотря на то что при постановке опытов ставились задачи чисто технологического плана. В отличие от предыдущих исследований по изучению светового фактора в жизни рыб на ранних этапах онтогенеза нами использован в качестве пищевого объекта искусственный стартовый комбикорм, имеющий, как известно, принципиальные отличия от живого корма. Поскольку частицы искусственного стартового комбикорма не могут активно перемещаться в воде, резко падает возможность их обнаружения органами боковой линии и усиливается роль зрительного и обонятельного анализаторов.

Результаты первого опыта свидетельствуют о том, что зрительный анализатор у ранних личинок пеляди является, очевидно, единственным анализатором, обеспечивающим поиск и захватывание частиц искусственного корма. Попытка выращивания личинок пеляди в темноте привела к гибели большинства из них через 14 суток. Часть личинок (7,5%) все-таки осталась жива и немного приросла. Это мы объясняем случайными захватами частиц, приносимыми с током воды, а также захватами во время чистки бассейнов, без которой невозможно было поддержание нормального гидрохимического режима при постоянно работающем кормораздатчике.

Это согласуется с данными по некоторым другим видам. В темноте не питаются молодь кижуча (Brett, Groot, 1963), мальки омуля и пелагического бычка — желтокрылки (Волкова, 1973), а так же щуки (Гирса, 1961). с данными по некоторым другим видам.

Но известно, что выращивание тилляпии *Sarotherodon mossambicus* (Zentzius, Rohman, 1984) с момента вылупления до 50-суточного возраста в полной темноте не влияет на рост массы их тела при некотором замедлении линейного роста и значительном увеличении высоты тела.

Для личинок карпа также установлен факт потребления как живого, так и искусственного корма в темноте (Радищева, устное сообщение), хотя усиление освещенности, как указывалось выше (Ткор, 1984), сказывается положительно на их темпе роста и выживаемости.

Полученные результаты позволяют также предположить, что нормальное развитие личинок пеляди возможно в довольно большом диапазоне освещенности. Нами не обнаружено отклонений в поведении личинок, выращиваемых при освещенности 320, 360, 1500, 10 000 и 20 000 лк. Однако вопрос об оптимальной величине освещенности как с теоретической, так и практической точек зрения остается пока открытым. Для этого требуется постановка специального эксперимента.

Данные опыта по сравнению постоянного освещения и освещения с чередованием света и темноты также пока не дали определенного ответа о преимуществах того или иного режима. Но с технологических позиций выключение света на 8 часов в сутки и параллельное прекращение выдачи корма будет вызывать соответствующее снижение затрат на выращивание личинок. Поэтому при условии одинакового темпа роста личинок пеляди переменный световой режим (16 часов свет и 8 часов темнота) предпочтительнее постоянного при одной и той же мощности светисточника.

За рамками наших исследований, к сожалению, осталось сопоставление различных световых режимов с естественным освещением, характеризующимся переменными спектральными характеристиками в течение суток и постепенной сменой светлого и темного периодов.

Положительное влияние синего света может быть обусловлено несколькими причинами. Во-первых, особенностью строения зрительного анализатора, имеющего, возможно, самую низкую пороговую чувствительность в синей области видимого спектра, как это установлено для сига *Coregonus pollan* (Thompson) (Dabrowski, Jenson, 1984). Во-вторых, частицы стартового комбикорма коричневого цвета мало контрастны в желтом, оранжевом и красном свете и хорошо различимы в синем свете.

Кроме того, некоторые особенности поведения личинок в синем свете (уменьшение двигательной активности, замедленность реакций) позволяет предположить, что свет через зрительный анализатор оказывает влияние на другие центры головного мозга, управляющие поведением и метаболизмом.

Не исключено также подавляющее влияние синего света на развитие водной микрофлоры в емкости и как следствие этого более благоприятные условия для роста.

Наши данные в определенной степени согласуются с данными Ж.А. Черняева (1984), изучавшего оптические характеристики икры байкальского омуля, тоже представителя сиговых, и установившего, что поглощающая способность икры в отношении различных участков спектра значительно различается. Наибольшая оптическая плотность находится в синей и фиолетовой частях спектра, в зеленой происходит ее снижение, а в желтой и красной частях спектра поглощающая способность икры наименьшая. По мнению Черняева, икра омуля, окрашенная в светло-оранжевый цвет, наиболее полно поглощает проникающий под лед свет зеленого, синего и фиолетового участков спектра, являющихся дополнительными к оранжевому.

Предпочитаемость синего излучения и его положительное влияние, а также отрицательное влияние красного света установлены О.Л. Радищевой для личинок карпа и щуки.

ЛИТЕРАТУРА

- Бабурина Е.А.* Развитие глаз у круглоротых и рыб в связи с экологией. М.: Наука, 1972. 146 с.
- Волкова Л.А.* Влияние освещенности на доступность кормовых организмов некоторым рыбам оз. Байкал // *Вопр. ихтиологии*. 1973. Т. 13, вып. 4. С. 709–723.
- Волкова Л.А.* Экологические аспекты поведения рыб оз. Байкал // *Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока*. М.: Наука, 1984. С. 217–235.
- Гирса И.И.* Доступность пищевых организмов некоторым видам при разной освещенности // *Тр. Всесоюз. конф. по динамике численности рыб*. М.: Изд-во АН СССР, 1961. Вып. 13. С. 355–359.
- Гирса И.И.* Освещенность и поведение рыб. М.: Наука, 1981. 163 с.
- Коровина В.М., Любичкая А.М., Дорофеева Е.А.* Влияние видимого света и темноты на скорость образования хрящевых элементов скелета костистых рыб // *Вопр. ихтиологии*. 1965. Т. 5, вып. 3. С. 403–410.
- Праздников А.В.* Влияние различной освещенности на течение защитных морфогенетических процессов в тимусе годовиков семги // *Проблемы биологии и экологии атлантического лосося*. Л.: ГосНИОРХ, 1985. С. 59–65.
- Протасов В.Р.* Поведение рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1978. 295 с.
- Протасов В.Р., Сбикин Ю.Н.* Морфологические и функциональные особенности зрения рыб // *Биологические основы управления поведением рыб*. М.: Наука, 1970. С. 115–149.
- Ткор Л.Ф.* Влияние светового режима на рост и выживаемость ранней молоди карпа в заводских условиях подращивания // *Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства: Материалы респ. конф.* Киев: Наук. думка, 1980. С. 174–176.
- Черняев Ж.А.* Воздействие температурного и светового факторов на эмбриональное развитие сиговых рыб Байкала // *Эколого-морфологические исследования раннего онтогенеза позвоночных*. М.: Наука, 1984. С. 97–119.
- Шкорбатов Г.Л.* Избираемая температура и фототаксис личинок сигов // *Зоол. журн*. 1966. Т. 45, вып. 10. С. 1515–1525.
- Шкорбатов Г.Л., Уманская М.А., Бескровный А.М.* Интенсивность потребления кислорода и некоторые особенности поведения личинок сиговых рыб // *Науч. докл. высш. школы. Биол. науки*. 1959. № 4. С. 35–37.
- Brett I.R., Groot C.* Some aspects of olfactory and visual responses of pacific salmon // *J. Fish. Res. Board Canad.* 1963. Vol. 20, N 2. P. 287–303.
- Bromage N.R., Whitehead C., Elliot I.* Daylength requirements and the control of reproduction in the female rainbow trout *Salmo gairdneri* // *Gen. and Comp. Endocrinol.* 1982. Vol. 46, N 3. P. 391.
- Dabrowski K.R., Jenson D.N.* The influence of light environment on depth of visual feeding by larvae and fry of *Coregonus pollan* (Thompson) in Lough Neagh // *J. Fish Biol.* 1984. Vol. 25, N 2. P. 173–181.
- Davies P.R., Hanyu Isao.* Effect of temperature and photoperiod on sexual maturation and spawning of the common carp. I. Under conditions of high temperature // *Aquaculture*. 1986. Vol. 51, N 3/4. P. 277–288.
- Fish physiology* / Ed. W.S. Hoar, D.J. Randall. L.: Acad. Press, 1972. Vol. 5, N 4. 300 p.
- Lee C.-S., Hirano R.* Effects of water temperature and photoperiod on the spawning cycle of the sand borer, *Sillago sihama* // *Progr. Fish. Cult.* 1985. Vol. 47, N 4. P. 225–230.
- Meske C.* Karpfen wachsen ohne Licht // *Inform. Fischwirt.* 1983. Bd. 30, N 4. S. 206–208.

- Pereira D., Adelman I.R.* Interactions of temperature size and photoperiod on growth and smoltification of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // *Aquaculture*. 1985. Vol. 46, N 3. P. 185–192.
- Zentzius S., Rohman H.* Influence of dark-rearing on the ontogenetic development of *Seratherodon mossambicus* // *Exp. Biol.* 1984. Vol. 43, N 2. P. 77–85.

УДК 597.553.2

ВОСПРОИЗВОДСТВО БЕЛОРЫБИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

*М.А. Летичевский, О.Н. Васильченко, В.П. Иванов,
В.Н. Ермолов, А.И. Мещеряков*

Зарегулирование стока р. Волги каскадом гидроэлектростанций нарушило условия воспроизводства белорыбицы. Ее нерестилища, располагавшиеся в верховьях р. Уфы, оказались полностью отрезанными. В результате запасы белорыбицы истощились, уловы к 1959 г. упали до 4 против 10–13 тыс. ц в 30-х годах. Возникла опасность полного исчезновения подвида, и на лов его был установлен запрет.

Однако одним запретом невозможно было восстановить запасы белорыбицы, лишившейся естественных нерестилищ. Перед рыбохозяйственной наукой была поставлена сложная задача сохранения уникального подвида и возрождения его промыслового значения в новых гидрологических условиях.

Белорыбица — арктический иммигрант, проникший в Каспийское море 15–20 тыс. лет тому назад. Питается преимущественно малоценными видами рыб. За 5–9 лет нагула в море достигает внушительных размеров — до 1 м при весе 8–11 кг и более. В сентябре—апреле для нереста белорыбица заходит из Каспия в Волгу. До зарегулирования стока реки производители поднимались в верховья р. Уфы и осенью при снижении температуры воды до 6–5° нерестились на галечном субстрате. После перекрытия стока Волги белорыбица нерестится в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС. Однако естественный нерест в необычных для нее условиях был малоэффективен.

Искусственное разведение белорыбицы, организованное на Уфимском рыбодоводном заводе с 1912 г., после зарегулирования стока Волги также оказалось практически безрезультатным из-за невозможности доставки туда производителей (транспортировка белорыбицы на длительные расстояния приводила к массовому отходу рыб). Многолетние опыты ВНИРО и Главрыбвода по получению икры белорыбицы в условиях Средней и Южной Волги были безуспешными.

Сотрудники КаспНИРХ провели многолетние эксперименты по разработке биотехники разведения белорыбицы в низовьях Волги (Летичевский, 1963). На первом этапе исследований были детально изучены особенности размножения вида. Для этих работ в связи с невозможностью доставки производителей к ее естественным нерестилищам подобран новый водоем. Условия среды в нем наиболее соответствовали требованиям белорыбицы