

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 597:591.5:591.4(282.256.176)

О. А. Госькова, И. П. Мельниченко, В. Д. Богданов

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ И ТРАВМЫ У ПЕЛЯДИ В ПЕРИОД НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ В УРАЛЬСКИХ ПРИТОКАХ ОБИ¹

Сиговые рыбы обладают высокой чувствительностью к загрязнению среды обитания. Они широко распространены в арктических и субарктических водоемах и являются удобным тест-объектом состояния экосистем. Мониторинг здоровья производителей пеляди важен для оценки состояния ее популяции и среды обитания в Обском бассейне. Известно, что заболевания, наследственные нарушения и нарушения гомеостаза развития становятся причиной возникновения морфологических аномалий у рыб. В низовьях р. Обь пелядь – один из самых многочисленных промысловых видов сиговых рыб. Для этого вида характерна сложная внутривидовая структура. У полупроходной формы обской пеляди нагульные, репродуктивные, зимовальные участки ареала расположены на большом расстоянии друг от друга. Пелядь совершает протяженные нерестовые миграции из поймы р. Обь в горные реки восточного склона Полярного и Приполярного Урала. Ежегодные многолетние исследования половозрелой пеляди в период нерестовой миграции в двух реках позволили установить типы морфологических аномалий и травм, встречающихся у рыб. Некоторые аномалии в строении тела и травмы рыб, особенно в период нерестовой миграции, приводят к снижению или полной утрате репродуктивной функции у части производителей, повышают уровень смертности рыб. Наши исследования выявили встречаемость, межгодовую динамику морфологических нарушений у производителей. Наиболее часто наблюдаются нарушения строения осевого скелета, плавников и травмы рыб. Показано, что протяженность нерестовой миграции влияет на спектр аномалий, выявленных у пеляди. Предложена оценка степени тяжести патологии для особи с разными аномалиями и травмами. В разных нерестовых реках низовьев р. Обь доля пеляди с аномалиями и травмами в среднем составила 1,0 и 1,4 %, что меньше по сравнению с рыбами из загрязненных водоемов Кольского полуострова, Карелии и полуострова Таймыр, где аномалии выявлены у 80–100 % рыб.

Ключевые слова: пелядь, нерестовая миграция, река Обь, морфологические аномалии, травмы, оценка патологии.

Введение

Рыбы, как конечное звено в трофической цепи водных экосистем, являются удобным тест-объектом. Рядом исследователей установлено, что морфологические изменения и нарушения органов и тканей сиговых рыб – следствие их высокой чувствительности к загрязнению среды обитания [1–6]. Наряду с широким распространением сиговых рыб в арктических и субарктических водоемах это дает возможность использовать их для оценки состояния водных экосистем Севера. Вместе с тем сиговые рыбы – ценные объекты промысла, мониторинг их популяций, в том числе здоровья рыб, важен для изучения динамики численности, прогнозирования вылова, рационального использования рыбных запасов.

¹ Работа выполнена в рамках программы междисциплинарных фундаментальных исследований Президиума УрО РАН (проект 12-М-45-2062) и программы Президиума РАН (проект 12-П-4-1043).

Исследования морфологических патологий у сиговых рыб в России проводились большей частью в промышленных регионах (Кольский полуостров, полуостров Таймыр), где суммарное воздействие всех видов загрязнения среды наиболее велико [7, 8]. По результатам исследований предложены методы экспертной оценки неблагоприятного состояния популяций рыб [9, 10]. В Обском бассейне нерестилища сиговых рыб в уральских притоках низовьев р. Оби пока не подвержены промышленному загрязнению. Данные о состоянии качества воды нерестовых рек, полученные на основе гидрохимического анализа и оценки состояния гидробионтов, подтверждают в целом нормальное для рыб состояние среды, о чем свидетельствуют также многолетние исследования морфологических нарушений у ранней молоди сиговых рыб [11–13].

Пелядь (*Coregonus peled*) в низовьях Оби – самый многочисленный промысловый вид сиговых рыб. В Обском бассейне у пеляди сложная внутривидовая структура: встречаются три экологических типа: озерный, озерно-речной и речной, последний из которых самый многочисленный [14]. У речной пеляди нагульные, репродуктивные, зимовальные участки ареала расположены на большом расстоянии друг от друга. Половозрелые рыбы совершают протяженные осенние миграции от мест нагула во временных водоемах поймы, которые непригодны для зимовки и нереста, в верховья Оби и в горные притоки восточного склона Полярного и Приполярного Урала, где они размножаются и отчасти зимуют [15]. Наиболее благоприятные условия инкубации икры пеляди имеются в верховьях горных уральских рек, куда производители поднимаются в период нерестовой миграции. Физиологическое состояние рыб очень важно при их распределении по нерестилищам. В верховьях обычно преобладают крупные особи с высокой упитанностью и плодовитостью, у нижних границ нерестилищ – рыбы с относительно низкими размерно-весовыми и репродуктивными показателями [14]. В ходе нерестовой миграции пелядь подвергается отрицательному воздействию природных и антропогенных факторов. Рыбы нередко получают травмы в результате прохождения мелководных участков русла, нападения водных и наземных хищников, а также при воздействии судоходства, браконьерского вылова. Кроме того, среди производителей встречаются особи с морфологическими отклонениями, вызванными болезнями, паразитами, нарушениями наследственности, гомеостаза развития, снижающими их репродуктивный потенциал. Некоторые аномалии в строении тела, заболевания и их последствия, а также разнообразные травмы, особенно в период нерестовой миграции, приводят к снижению или полной утрате репродуктивной функции у части производителей, повышают уровень смертности рыб.

Целью наших исследований стало обобщение данных многолетнего изучения спектра и частоты встречаемости морфологических отклонений и травм у пеляди речного экотипа в период нерестовой миграции в двух уральских притоках Нижней Оби – р. Манье (бассейн р. Северной Сосьвы) и р. Сыне, чтобы оценить межгодовую динамику состояния здоровья производителей.

Материалы и методика исследований

С 1995 по 2012 г. ежегодно, в период нерестовой миграции (конец сентября – начало октября), исследовались производители пеляди на местах размножения. Отлов проводился в р. Сыне у нижней границы нерестилищ, в р. Манье – на верхних участках нерестилищ.

Для лова рыбы применялись сети с шагом ячеи от 26 до 50 мм, невод с ячеей 22 мм. Всего за ряд лет проанализировано 8484 экз. из р. Маньи, 3630 экз. из р. Сыни.

В качестве диагностики состояния организма рыб применяли метод визуальной оценки изменений их морфологических показателей [5]. Выявление аномалий внешнего и внутреннего строения рыб проводили на свежем материале, при этом пользовались схемой. Предложенной в [5], сокращенной и модифицированной нами (были добавлены данные по травмам, наличию опухолей, нарушениям органов зрения, зараженность паразитами изучалась отдельно). Для оценки состояния здоровья рыб была принята шкала, разработанная Н. М. Аршаницей и Л. А. Лесниковым [9] и видоизмененная Н. А. Кашулиным, А. А. Лукиным, П.-А. Амундсенем [4] для рыб из водоемов Кольского полуострова (табл. 1).

Таблица 1

Шкала оценки состояния органов и тканей рыб водоемов Кольского полуострова

Баллы	Состояние рыбы
0	Визуально не выявляемые патологические изменения
1	Легкие, едва выявляемые в некоторых органах, не угрожающие рыбам гибелью
2	Повреждения средней тяжести, при которых организм может выжить, но появление дополнительных неблагоприятных факторов может вызвать гибель организма
3	Признаки глубоких необратимых изменений жизненно важных органов, наиболее вероятным следствием которых является исключение из процесса воспроизводства или летальный исход

Травмам и аномалиям, выявленным у производителей пеляди в ходе исследований, присваивали соответствующие состоянию рыб баллы по принятой шкале (табл. 2).

Таблица 2

Разнотипные аномалии строения и травмы, выявленные у сиговых рыб в р. Сыне за период исследований, и их количественная оценка в баллах

№ признака	Изменения внешнего строения и внутренних органов рыб	Баллы
Позвоночник		
1	Сросшиеся позвонки в хвостовом отделе	2
2	Сросшиеся позвонки в туловищном отделе	2
Плавники		
3	Деформация лучей, оплавленный плавник	1
4	Асимметрия парных плавников или отсутствие одного из них	2
5	Деформация лопастей хвостового плавника	1
Череп		
6	Деформация челюстей	2
Глаза		
7	Заращение хрусталика, отсутствие глаза	2
Опухоли		
8	Поверхность тела	2
9	Внутренние органы	3
10	Спайки внутренних органов и брюшины	2
Гонады		
11	Асимметрия	2
12	Перетяжки, сращения, сегментация	3
13	Жировое перерождение, наличие соединительной ткани	3
Травмы		
14	Поврежденные плавники	2
15	Незначительные повреждения чешуйного покрова и кожи	1
16	Обширные, глубокие повреждения кожи и мышц, некроз тканей	3
17	Зажившие раны	1

Применяемый метод позволяет на массовом материале в полевых условиях выделить визуально определяемые типы патологий, оценить степень их тяжести и распространение у рыб.

Результаты исследований

Жизненный цикл пеляди в Обском бассейне ограничен 8–10 годами, рыбы старше 10 лет встречаются редко. Самцы могут созревать на третьем году жизни, самки – на четвертом, но основная масса рыб нерестится в 5+...6+ лет. Созревание одной генерации может быть растянуто на несколько лет из-за неравномерного роста рыб, среди производителей на нерестилищах обычно преобладают рыбы одной-двух возрастных групп. Протяженность нерестовой миграции у пеляди в р. Сыне в несколько раз меньше, чем путь к нерестилищам в р. Манье.

За период наблюдений в сборах не отмечено особей с более чем одной травмой или аномалией. Средняя доля рыб с нарушениями составляла в среднем в уловах из р. Маньи 1,0 %, из р. Сыни – 1,4 %.

По годам эта доля варьировала от 0,0 до 5,5 % в р. Манье и до 6,7 % в р. Сыне. В р. Манье рыбы с травмами и аномалиями отмечались не каждый год, причем травмированные особи зарегистрированы только в 2003, 2007, 2010, 2012 гг.

На рис. 1 показаны встречаемость и спектр аномалий и травм у пеляди из р. Маньи, который представлен десятью показателями: искривлениями позвоночника (рис. 2), плавниковых лучей, деформациями костей черепа, асимметрией гонад и нарушением их структуры, обширными травмами мышц и зажившими ранами. Наиболее часто отмечалась деформация хвостового плавника. В последние годы у пеляди выявлено больше травм, в 2007 г. обнаружено наибольшее разнообразие аномалий.

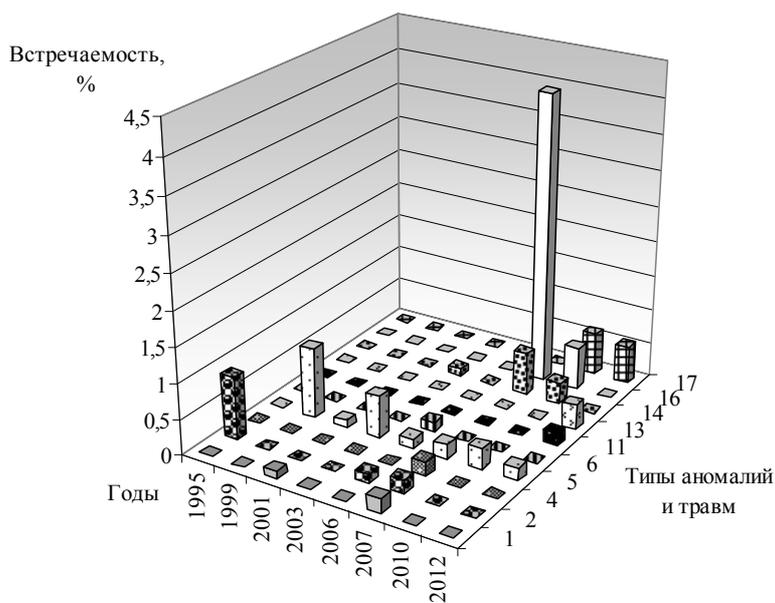


Рис. 1. Встречаемость разных аномалий строения и травм у пеляди в период нерестовой миграции за годы исследований в р. Манье (бассейн р. Северной Сосьвы)
Нумерация типов аномалий и травм соответствует приведенной в табл. 2



Рис. 2. Искривление хвостового отдела позвоночника пеляди, р. Сыня

В р. Сыне пелядь с травмами и аномалиями не встречалась с 1995 по 1997 г., затем фиксировалась в уловах ежегодно. Травмированная пелядь отсутствовала в уловах в 1998 г. и в 2004–2006 гг., морфологических аномалий не найдено в 2002 г. Разнообразие нарушений строения и травм представлено 15-ю показателями. Среди них также преобладают деформация хвостового плавника, обширные травмы на теле, на втором месте – деформация и «оплавленные» края плавников, жировое перерождение и сегментация гонад. Самый широкий спектр нарушений выявлен в 2012 г., в последние годы растет доля травмированных рыб. Реже всего встречались опухоли и отсутствие одного из парных плавников (рис. 3).

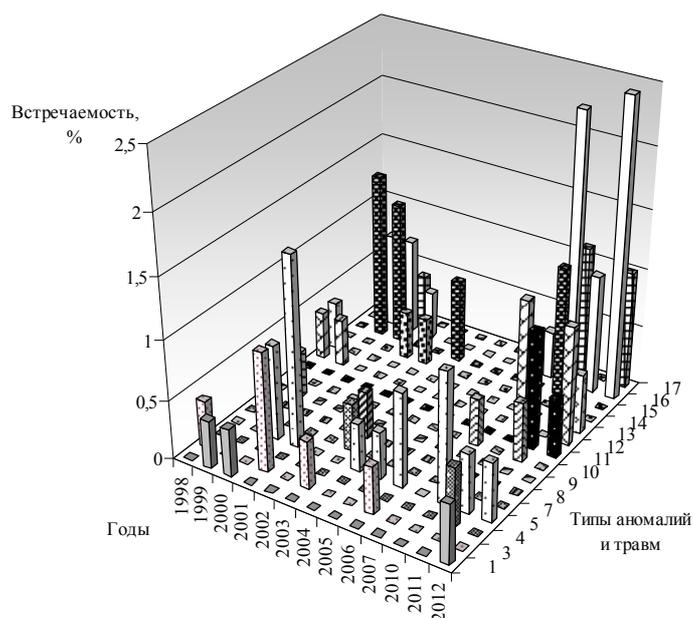


Рис. 3. Встречаемость разных аномалий строения и травм у пеляди в период нерестовой миграции в р. Сыне за годы исследований. Нумерация типов аномалий и травм соответствует приведенной в табл. 2

Обсуждение результатов

Первые работы, посвященные влиянию загрязнения водоемов Кольского Севера тяжелыми металлами на развитие патологий у сиговых рыб, были выполнены Т. И. Моисеенко [1]. В них показана связь частоты встречаемости патологий почек и концентраций тяжелых металлов в организме рыб. Ю. С. Решетниковым [16] установлено, что аномалии в строении гонад сиговых рыб появляются также под воздействием процессов эвтрофирования водоемов. Ихтиотоксикологические исследования в бассейне Ладожского озера выявили развитие патологических изменений органов рыб в результате загрязнения водоема. Описаны аномалии строения скелета, жабр, внутренних органов и предложены способы их оценки у разных видов рыб в водоемах Кольского полуострова, Норило-Пясинских озер. Характерными признаками рыб загрязненных водоемов были высокое содержание жира в полости тела, жировые перерождения тканей внутренних органов, асимметрия и сегментация гонад, развитие новообразований, искривление и раздвоение жаберных тычинок. К ним относятся также искривление и недоразвитие плавниковых лучей, сращение позвонков, искривление позвоночника, прозрачность костей черепа, ерошение чешуи, зарастание зрачка глаза, спайки внутренних органов, ослабление тургора мышц и другие изменения. Авторами [3, 4, 8, 9] дана сравнительная характеристика водоемов по степени их загрязнения на основе частоты встречаемости аномалий у рыб, в том числе сиговых. В ряде работ [2, 4] отмечено, что встречаемость патологий у рыб увеличивается с возрастом.

По нашим данным, возрастной состав рыб с аномалиями и травмами соответствует возрастному составу производителей пеляди в уральских притоках. Так, в р. Сыне среди пеляди с морфологическими нарушениями преобладают особи 5+ (33,3 %) и 6+ (27,8 %) лет, которые обычно составляют большинство среди здоровых производителей.

Соотношение полов у рыб с аномалиями и травмами, по нашим данным, близко к 1 : 1, что совпадает с половой структурой половозрелой пеляди и свидетельствует о подверженности травмам и проявлении аномалий у самцов и самок в равной степени.

Сравнение спектра морфологических нарушений у пеляди из разных рек показало меньшее разнообразие аномалий и их более редкую встречаемость у пеляди из р. Маньи. Это подтверждает высокий миграционный потенциал здоровых производителей, позволяющий освоить нерестилища, наиболее удаленные от мест нагула, и, отчасти, элиминацию особей с нарушениями в период миграции. В последние годы в обеих реках у пеляди отмечается увеличение числа сильно травмированных рыб, часто встречается деформация лопасти хвостового плавни-

ка. Возможно, это следствие низкого уровня воды в период нерестовой миграции из-за периода маловодья в Обском бассейне и роста браконьерства на нерестовых реках, вследствие чего рыбы чаще травмируются маломерными судами и орудиями лова, особенно изготовленными из монофиламента.

Оценка степени тяжести патологий у сиговых рыб из р. Сыни по балльной шкале выявила, что треть особей с морфологическими нарушениями не могла участвовать в нересте или была серьезно травмирована и находилась на грани гибели. Часть рыб имела повреждения средней тяжести, которые резко снижали возможность избежать вылова или гибели вследствие нападения хищника. Таким образом, более половины рыб с аномалиями и травмами не смогли бы эффективно участвовать в воспроизводстве.

В р. Манье самая большая доля рыб с аномалиями имела легкие повреждения и могла успешно отнереститься, тяжелые патологии отмечены единично только в 2007 и 2012 гг.

Средняя за ряд лет степень тяжести патологии одной особи пеляди в бассейне Нижней Оби составляет 1,6–1,9 балла, повышение показателя до 2,4–2,9 балла было отмечено в 2012 г. на обеих реках из-за роста числа травм.

Заключение

На основе многолетней визуальной оценки аномалий и травм у половозрелой пеляди из двух нерестовых рек бассейна Нижней Оби получены следующие данные.

Спектр аномалий внешнего и внутреннего строения пеляди представлен нарушениями осевого скелета, формы плавников, изменениями гонад и органов зрения, наличием опухолей в полости тела и на его поверхности.

Травмы в основном были характерны для чешуйного покрова и мышц на боках и спине рыб, плавники повреждались реже.

Частота встречаемости и разнообразие аномалий у рыб в р. Манье меньше, чем в р. Сыне, поскольку только производители с хорошим состоянием здоровья могут преодолеть более протяженный путь к нерестилищам. Деформация лопастей хвостового плавника и обширные повреждения наружных покровов у пеляди из обеих рек встречаются наиболее часто. Деформация плавника отмечалась почти каждый год у рыб из р. Маньи и в течение более чем половины периода исследований в р. Сыне, составляя в среднем 33 %, травмы наружных покровов составляли 15 % всех травм.

Спектр аномалий и их встречаемость у производителей пеляди не зависят от возрастного состава и пола рыб.

Степень тяжести патологии у пеляди с аномалиями в двух нерестовых реках низовьев Оби в среднем оценивается в 1,6–1,9 балла, в 2012 г. из-за роста травматизма рыб она возросла до 2,4–2,9 балла.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что спектр патологий у производителей пеляди (бассейн Нижней Оби) относительно неширокий.

В последний год частота встречаемости и степень тяжести аномалий и травм у половозрелой пеляди возросли, но невелики по сравнению с рыбами из озер, находящихся на загрязненных промышленностью территориях Кольского полуострова, Карелии и Таймыра, где аномалии выявлены у 80–100 % рыб. В настоящее время причинами снижения воспроизводства пеляди в уральских притоках Оби травмы и аномалии внешнего и внутреннего строения не являются. В связи с тем, что пелядь Нижней Оби имеет возможность размножаться в нескольких нерестовых притоках, отличающихся по удаленности от мест нагула, производители даже с серьезными отклонениями имеют шанс участвовать в воспроизводстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисеенко Т. И. Изменение некоторых биологических показателей рыб как экологический мониторинг / Т. И. Моисеенко // Состояние природной среды и прогноз ее изменения. Апатиты, Изд-во Кольск. фил. АН СССР, 1982. С. 48–58.
2. Аршаница Н. М. Материалы ихтиотоксикологических исследований в бассейне Ладожского озера / Н. М. Аршаница // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 285. С. 12–24.

3. Решетников Ю. С. Современные проблемы изучения сиговых рыб / Ю. С. Решетников // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35, № 2. С. 156–174.
4. Кашулин Н. А. Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения / Н. А. Кашулин, А. А. Лукин, П.-А. Амундсен. Апатиты: Изд-во Кольск. науч. центра АН СССР, 1999. 142 с.
5. Акимова Н. В. Морфологическое состояние репродуктивной системы рыб в водоемах Кольского полуострова / Н. В. Акимова, О. А. Попова, Ю. С. Решетников, Н. А. Кашулин, А. А. Лукин, П.-А. Амундсен // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40, № 2. С. 282–285.
6. Шарова Ю. Н. Система воспроизводства сига *Coregonus lavaretus* в условиях многофакторного загрязнения / Ю. Н. Шарова, А. А. Лукин // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40, № 3. С. 425–428.
7. Моисеенко Т. И. Сиг как тест-объект для биоиндикации качества вод озер Крайнего Севера / Т. И. Моисеенко, А. А. Лукин, Н. А. Кашулин // Современные проблемы сиговых рыб. Владивосток, 1991. С. 213–224.
8. Савваитова К. А. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды / К. А. Савваитова, Ю. В. Чеботарева, М. Ю. Пичугин, С. В. Максимов // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35, № 2. С. 182–188.
9. Аршаница Н. М. Патолого-морфологический анализ состояния рыб в полевых и экспериментальных токсикологических исследованиях / Н. М. Аршаница, Л. А. Лесников // Методы ихтиотоксикологических исследований. Л.: ГосНИОРХ, НПО «Промрыбвод», 1987. С. 12–24.
10. Решетников Ю. С. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб / Ю. С. Решетников // Успехи современной биологии. 1999. Т. 119, № 2. С. 165–177.
11. Богданов В. Д. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В. Д. Богданов. М., 1997. 38 с.
12. Богданов В. Д. Экологическое состояние притоков Нижней Оби (реки Сыня, Войкар, Сось) / В. Д. Богданов, Е. Н. Богданова, О. А. Госькова, И. П. Мельниченко, Л. Н. Степанов, М. И. Ярушина. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 135 с.
13. Богданов В. Д. Экологическое состояние притоков Нижней Оби (реки Харбей, Лонготъеган, Щучья) / В. Д. Богданов, Е. Н. Богданова, О. А. Госькова, И. П. Мельниченко, Л. Н. Степанов, М. И. Ярушина. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 235 с.
14. Богданов В. Д. Рыбы бассейна Нижней Оби / В. Д. Богданов и др. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: КМК Publ., 2006. С. 252–300.
15. Москаленко Б. К. Сиговые рыбы Сибири / Б. К. Москаленко. М.: Пищ. пром-сть, 1971. 182 с.
16. Решетников Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб / Ю. С. Решетников. М.: Наука, 1980. 301 с.

Статья поступила в редакцию 22.09.2014

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Госькова Ольга Александровна – Россия, 620144, Екатеринбург; Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук; канд. биол. наук; научный сотрудник лаборатории экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем; goskova@ipae.uran.ru.

Мельниченко Ирина Павловна – Россия, 620144, Екатеринбург; Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук; канд. биол. наук; старший научный сотрудник лаборатории экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем; melnichenko@ipae.uran.ru.

Богданов Владимир Дмитриевич – Россия, 620144, Екатеринбург; Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук; д-р биол. наук; директор; bogdanov@ipae.uran.ru.



O. A. Goskova, I. P. Melnichenko, V. D. Bogdanov

MORPHOLOGICAL ANOMALIES AND TRAUMAS OF PELED DURING SPAWNING MIGRATION IN THE URAL OB TRIBUTARIES

Abstract. Whitefishes are highly sensible to the habitat pollution. They are widespread in the Arctic and Subarctic freshwater river basins and are easily used as a test-object of the ecosystem state. Health monitoring of the peled spawners is important for the population and habitat evaluation in the Ob basin. It is known, that the diseases, heredity disorders and impacts of the homeostasis of the development cause fish morphological abnormalities. Peled is the most abundant commercial species among *Coregonidae* fish in the lower reaches of the Ob river. The complex intraspecific structure of peled in this river basin is typical for this fish species. Moreover, the numerous semi-anadromous form of the Ob peled has feeding, wintering, and reproduction habitat areas, located far from each other. It migrates to spawn in the Polar and Nether-Polar Ural mounting tributaries of the Ob river. Long-term annual studies allowed specifying the types of morphologic anomalies and traumas of peled spawners in two tributaries. Some anomalies in the body structure and traumas of the peled spawners lead to decrease or entire loss of spawners' reproductive function and increase the mortality of fishes, especially during spawning migration. Axial skeleton and fins disturbances are most frequently fixed. It is shown, that the variety of disturbances revealed in peled is affected by the duration of spawning migration. The estimation of pathology severity for an individual with different disturbances and traumas is proposed. The average rate of peled anomalies and traumas is 1.0 and 1.4 % in different spawning rivers of the Lower Ob. It is less in comparison with fishes from the polluted waters of Kola Peninsula, Karelia and Taimyr Peninsula, where anomalies were detected in 80–100 % of fish.

Key words: peled, spawning migration, the Ob river, morphological anomalies, traumas, pathology estimation.

REFERENCES

1. Moiseenko T. I. *Izmenenie nekotorykh biologicheskikh pokazatelei ryb kak ekologicheskii monitoring* [Changes in some biological indices of fish as ecological monitoring]. *Sostoianie prirodnoi sredy i prognoz ee izmeneniia*. Apatity, Izd-vo Kol'skogo filiala AN SSSR, 1982. P. 48–58.
2. Arshanitsa N. M. *Materialy ikhtiotoksikologicheskikh issledovaniy v basseine Ladozhskogo ozera* [Materials of ichthyotoxic researches in the basin of the Ladoga Lake]. *Sbornik nauchnykh trudov GosNIORKh*, 1988, iss. 285, pp. 12–24.
3. Reshetnikov Iu. S. *Sovremennye problemy izucheniia sigovykh ryb* [Present problems of the whitefish studies]. *Voprosy ikhtiologii*, 1995, vol. 35, no. 2, pp. 156–174.
4. Kashulin N. A., Lukin A. A., Amundsen P.-A. *Ryby presnykh vod Subarktiki kak bioindikatory tekhnogenogo zagriazneniia* [Fishes in freshwaters of Subarctic as bioindicators of technogenic pollution]. Apatity, 1999. 142 p.
5. Akimova N. V., Popova O. A., Reshetnikov Iu. S., Kashulin N. A., Lukin A. A., Amundsen P.-A. *Morfologicheskoe sostoianie reproduktivnoi sistemy ryb v vodoemakh Kol'skogo poluostrova* [Morphological state of the fish reproductive system in the Kola peninsula water basins]. *Voprosy ikhtiologii*, 2000, vol. 40, no. 2, pp. 282–285.
6. Sharova Iu. N., Lukin A. A. *Sistema vosproizvodstva siga Coregonus lavaretus v usloviakh mnogofaktornogo zagriazneniia* [System of reproduction of whitefish *Coregonus lavaretus* in conditions of multifactor pollution]. *Voprosy ikhtiologii*, 2000, vol. 40, no. 3, pp. 425–428.
7. Moiseenko T. I., Lukin A. A., Kashulin N. A. *Sig kak test-ob"ekt dlia bioindikatsii kachestva vod ozer Krainego Severa* [Whitefish as a test-object for bioindication of the quality of the waters of the Lakes in the Far North]. *Sovremennye problemy sigovykh ryb*. Vladivostok, 1991. P. 213–224.
8. Savvaitova K. A., Chebotareva Iu. V., Pichugin M. Iu., Maksimov S. V. *Anomalii v stroenii ryb kak pokazateli sostoianiia prirodnoi sredy* [Anomalies in the fish structure as indicators of the natural environment state]. *Voprosy ikhtiologii*, 1995, vol. 35, no. 2, pp. 182–188.
9. Arshanitsa N. M., Lesnikov L. A. *Patologo-morfologicheskii analiz sostoianiia ryb v polevykh i eksperimental'nykh toksikologicheskikh issledovaniakh* [Pathologic and morphological analysis of the fish state in the field and experimental toxicological researches]. *Metody ikhtiotoksikologicheskikh issledovaniy*. L.: GosNIORKh, NPO «Promrybvod», 1987. P. 12–24.
10. Reshetnikov Iu. S. *Otsenka blagopoluchiia rybnoi chasti vodnogo soobshchestva po rezul'tatam morfopatologicheskogo analiza ryb* [Evaluation of the fish welfare in the water community by the results of morphopathological analysis of fish]. *Uspekhi sovremennoi biologii*, 1999, vol. 119, no. 2, pp. 165–177.

11. Bogdanov V. D. *Ekologiya molodi i vosпроизводство sigovykh ryb Nizhnei Obi. Avtoreferat dis. dok. biol. nauk* [Ecology of fry and reproduction of whitefish in the Lower Ob. Abstract of dis. doc. biol. sci.]. Moscow, 1997. 38 p.
12. Bogdanov V. D., Bogdanova E. N., Gos'kova O. A., Mel'nichenko I. P., Stepanov L. N., Iarushina M. I. *Ekologicheskoe sostoianie pritokov Nizhnei Obi (reki Synia, Voikar, Sob')* [Ecological state of the tributaries of the Lower Ob (rivers Sinya, Voikar, Sob)]. Yekaterinburg, UrO RAN, 2002. 135 p.
13. Bogdanov V. D., Bogdanova E. N., Gos'kova O. A., Mel'nichenko I. P., Stepanov L. N., Iarushina M. I. *Ekologicheskoe sostoianie pritokov Nizhnei Obi (reki Kharbei, Longot'egan, Shchuch'ia)* [Ecological state of the tributaries of the Lower Ob (rivers Harbei, Longotiegan, Shchuchya)]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2005. 235 p.
14. Bogdanov V. D. i dr. *Ryby basseina Nizhnei Obi* [Fishes in the Lower Ob basin]. *Ekologiya ryb Ob'-Irtyskogo basseina*. Moscow, KMK, 2006. S. 252–300.
15. Moskalenko B. K. *Sigovye ryby Sibiri* [Whitefishes in Siberia]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1971. 182 p.
16. Reshetnikov Iu. S. *Ekologiya i sistematika sigovykh ryb* [Ecology and systematics of whitefish]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 301 p.

The article submitted to the editors 22.09.2014

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Goskova Olga Aleksandrovna – Russia, 620144, Yekaterinburg; Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Department of Russian Academy of Sciences; Candidate of Biology; Research Scientist of the Laboratory of Fish Ecology and Biodiversity in Aquatic Ecosystems; goskova@ipae.uran.ru.

Melnichenko Irina Pavlovna – Russia, 620144, Yekaterinburg; Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Department of Russian Academy of Sciences; Candidate of Biology; Senior Researcher of the Laboratory of Fish Ecology and Biodiversity in Aquatic Ecosystems; melnichenko@ipae.uran.ru.

Bogdanov Vladimir Dmitrievich – Russia, 620144, Yekaterinburg; Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Department of Russian Academy of Sciences; Doctor of Biology, Director; bogdanov@ipae.uran.ru.

