

© И.С. НЕКРАСОВ, Л.С. ПАШИНА, А.Г. СЕЛЮКОВ

Тюменский государственный университет
innok373@mail.ru, rikkaurtica@yandex.ru, ags-bios@yandex.ru

УДК 597.5:591.8:574.24

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕЧЕНИ
СИГОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ РЕКИ СЕВЕРНАЯ СОСЬВА
В ПЕРИОД ЛЕТНЕГО НАГУЛА**

**MORPHOFUNCTIONAL CHANGES OF LIVER
IN WHITEFISH (COREGONIDAE) OF THE NORTH SO'SVA RIVER
DURING THE SUMMER FEEDING PERIOD**

АННОТАЦИЯ. Состояние печени у представителей трех видов сиговых рыб реки Северная Сосьва оценивалось с использованием метода гистологического анализа. У пеляди и тугуна была выявлена достоверная разница между полами по цитометрическим показателям гепатоцитов: ядерно-цитоплазматическое соотношение имеет большее значение у самок, а площадь липидных включений — у самцов. Было показано, что для особей всех исследуемых видов характерно наличие патоморфологических изменений данного органа, в большей степени выраженных у самцов в сравнении с самками. Относительная площадь деструктивных изменений печени уменьшается в ряду пелядь — сиг-пыжьян — тугун. Наименьшее количество отклонений в структуре печени тугуна в условиях Северной Сосьвы позволяет говорить о более благоприятных условиях данной реки в сравнении с Нижней Обью и Обской губой, где проходит значительная часть жизненного цикла пеляди и сига-пыжьяна.

SUMMARY. The condition of liver in three species of coregonids in the North Sos'va river during the summer feeding period was evaluated with a histological method of analysis. It was found out that peled and tugin have a significant difference of sexes according to the cytometric parameters of hepatocytes. Females have a greater value of nuclear-cytoplasmic ratio and males have a greater value of lipid inclusions area. It is shown that all investigated coregonid species have pathomorphological changes in liver, and males also have a greater value of these changes. The relative area of destructive changes decreases in the row: peled, Siberian Coregonid fish, tugin. The last one has the least number of liver pathologies. We can conclude that the conditions of the North Sos'va river are more favorable than the conditions of the Ob River or the Gulf of Ob, where peled and Siberian Coregonid fish spend a significant part of their lifecycle.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Печень, пелядь, сиг-пыжьян, тугун, Северная Сосьва.

KEY WORDS. Liver, peled, Siberian whitefish, tugin, North Sos'va.

В водоемах России из почти 30 видов мировой фауны сиговых рыб обитают 12 видов. Обилие и разнообразие этой группы является характерной чертой Обь-Иртышского бассейна, составляя основу его биоресурсного потенциала [1, 2]. Главную роль в воспроизводстве таких ценных видов сиговых рыб как пелядь, чир и тугун играет река Северная Сосьва и ее основные притоки, в которые заходит для размножения наибольшее количество производителей сиговых [3].

Среди представителей ихтиофауны Обь-Иртышского бассейна сиговые рыбы наиболее чувствительны и наименее резистентны к антропогенным изменениям среды [1]. Интоксикации в первую очередь сказываются на структуре таких органов-мишеней как жабры, печень и почки: у рыб из подверженных хроническому загрязнению водоемов происходят морфофункциональные нарушения на субклеточном и клеточном уровнях. Когда же негативные воздействия окружающей среды значительно превышают адаптивные возможности организма, развитие патологий проявляется в виде явных морфологических отклонений [2], [4], [5].

Печень рыб, обладая чрезвычайно широким функционально-метаболическим профилем, выполняет основную нагрузку в экстремальных условиях. При повышенном техногенном прессинге от ее функциональной активности зависит способность организма к выживанию, поэтому анализ состояния этого органа является необходимым компонентом комплексной оценки морфофункционального статуса рыб как высшего трофического звена пресноводных экосистем.

Цель данной работы заключалась в исследовании состояния печени сиговых рыб Северной Сосьвы в период летнего нагула.

Материалы и методы. Сбор ихтиологического материала производили в среднем течении реки Северная Сосьва вблизи пос. Алтатума Березовского района ХМАО с 14 по 21 июля 2012 г. Состояние внешних покровов и внутренних органов отловленных особей оценивали визуально, возраст определяли по чешуе. Участки печени 22 экземпляров пеляди *Coregonus peled*, 8 — сига-пыжьяна *C. lavaretus pidschian* и 13 — тугуна *C. tugun* фиксировали в смеси Буэна для последующего гистологического анализа, который проводили по стандартным методикам [6], [7] в лаборатории реконструкции биосистем Института биологии ТюмГУ. Серийные парафиновые срезы толщиной 5 мкм готовили на автоматизированном ротационном микротоме HM 335S («MICROM»), препараты окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну, заключали в среду Bio Mount («Bio Optica») и анализировали на микроскопе AxioImager A1 («Zeiss») при увеличениях 40Ч, 100Ч, 200Ч, 400Ч и 1000Ч с использованием программного обеспечения AxioVision 4.7.1. («Zeiss»). Фотографии делали с помощью камеры AxioCam MRc5 («Zeiss»).

Площадь гепатоцитов и их ядер для анализа состояния печени измеряли на пяти участках исследуемого среза (25 клеток у каждой особи). Для учета патологических изменений печени определяли выборочные средние относительных площадей участков с различными типами нарушений структуры органа.

Для статистического анализа использовали программный пакет STATISTICA Statsoft, Inc. (v.6) и MS Excel (2007). Малые выборки сравнивали с использованием критериев Колмогорова-Смирнова и Манна-Уитни. Различия между выборками определяли с достоверностью 0,95.

Результаты исследования. Гистологический анализ печени *пеляди* продемонстрировал, что у большей части экземпляров отловленных рыб (72,73%) данный орган гиперемирован в различной степени (рис. 1а), причем у отдельных особей были обнаружены значительные нарушения микроциркуляции. Цитоплазма гепатоцитов умеренно базофильна. Ядерно-цитоплазматическое соотношение у самок, в среднем составлявшее 33,9%, достоверно превышало значение данного показателя у самцов (27,5%). Измерения относительной площади липидных включений гепатоцитов также демонстрировали различия между полами (табл. 1). У ряда особей отмечали жировую дистрофию печени (рис. 1б), причем эта патология более распространена среди самцов (рис. 2).

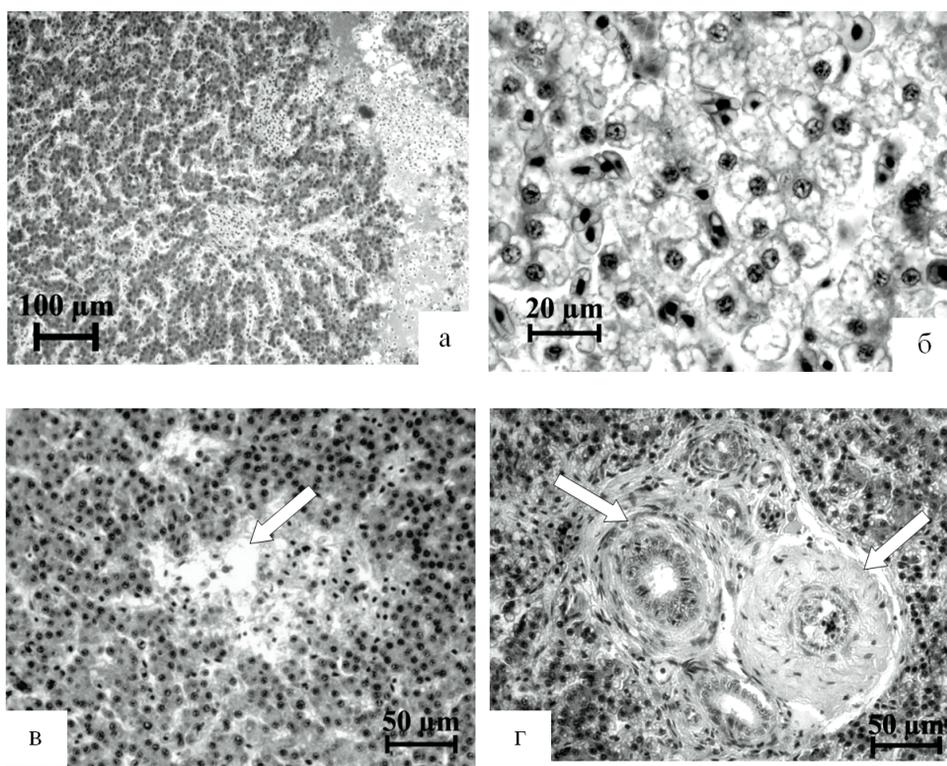


Рис. 1. Патоморфологические изменения печени у исследуемых особей пеляди:

- а) выраженная гиперемия печени; б) жировая дистрофия гепатоцитов;
в) образование каверны (стрелка); г) фиброэластоз сосудов и желчных протоков (стрелки)

У большей части исследуемых особей пеляди были обнаружены различные по площади участки деструктивных изменений печеночной ткани — некротических преобразований гепатоцитов и образования каверн (рис. 1в). Относительная площадь участков печени, подвергающихся тем или иным видам деструкции, в среднем не превышала 1%, однако у особей старшего возраста (8+...9+ лет) относительная площадь каверн и участков некроза печени достигала 2,2%.

Таблица 1

Патогистологические и цитометрические показатели печени сиговых рыб р. Северная Сосьва

Показатели	Вид								
	Пелядь			Сиг-пыжьян			Тугун		
	Самки (9 экз.)	Самцы (13 экз.)	p<0,05	Самки (2 экз.)	Самцы (6 экз.)	p<0,05	Самки (8 экз.)	Самцы (5 экз.)	p<0,05
Площадь деструктивных изменений, %	0,56±0,28 0-2,58 (149,39)	0,93±0,62 0-8,25 (239,50)	-	0,19±0,05 0,15-0,24 (33,55)	1,30 ± 1,24 0-7,50 (234,48)	-	0,03±0,02 0-0,17 (225,96)	0,39±0,35 0-1,77 (200,37)	-
Ядерно-цитоплазматическое соотношение, %	33,90±1,22 27,61-37,97 (10,77)	27,52±1,55 15,26-34,82 (20,37)	*	32,09±3,51 28,58-35,60 (15,46)	30,59±2,49 22,45-38,89 (19,92)	-	34,24±1,04 29,64-38,10 (8,59)	24,78±2,20 18,31-31,79 (19,89)	*
Относительная площадь липидных включений, %	9,89±1,70 2,97-18,34 (51,53)	23,36±4,68 5,15-62,74 (72,26)	*	27,31±13,05 14,26-40,36 (67,59)	24,91±7,34 7,61-46,51 (72,18)	-	14,35±3,51 4,28-36,52 (69,15)	36,71±7,36 8,45-49,31 (44,85)	*

Примечание: над чертой приведены средняя арифметическая и стандартная ошибка, под чертой — пределы варьирования; в скобках указан коэффициент вариации (CV), %.

К распространенным формам патологий печени относятся и соединительнотканые разрастания: отдельные фиброзы сосудов были зарегистрированы у 91% экземпляров пеляди, а фиброэластозы желчных протоков (рис. 1г) — у половины особей.

У исследуемых особей *сига-пыжьяна* гиперемию печени различной степени отмечали в 87,5% случаев. Значимой разницы между полами по цитометрическим показателям не было обнаружено. Жировое перерождение печеночной ткани наблюдали у половины анализируемых особей, а у 75% рыб были отмечены различные по площади очаги некроза, отдельные соединительнотканые разрастания сосудов и желчных протоков. В целом прослеживается та же тенденция, что и для пеляди: у самцов относительная площадь участков деструктивных изменений в печени больше, чем у самок.

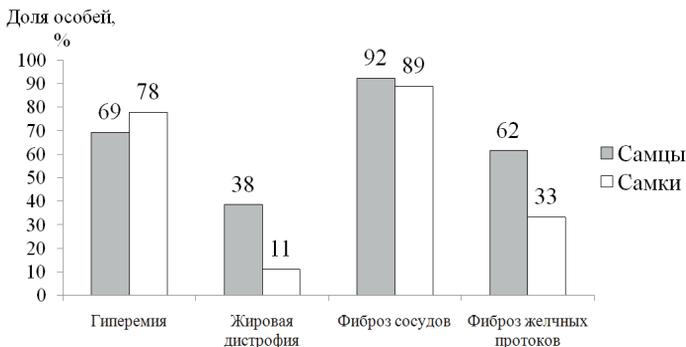


Рис. 2. Регистрируемые типы патоморфологических изменений печени у самцов и самок пеляди р. Северная Сосьва

Анализ цитометрических показателей гепатоцитов *тугуна* продемонстрировал достоверные различия между полами, как и для пеляди. Относительная площадь ядра больше у самок (в среднем 34,2%, у самцов — 24,78%). Липидные включения, напротив, занимали большую площадь в гепатоцитах самцов. Участки печени с увеличенным объемом липидных включений в цитоплазме гепатоцитов (рис. 3а) отмечались только у четверти исследуемых самок тугуна, в то время как подобные картины были выявлены у 80% самцов.

Наиболее распространенные патологии печени, отмеченные у пеляди и сига пыжьяна, у тугуна обнаружены в меньшем количестве. Так, различную степень гиперемии печени наблюдали у 61,5% рыб данного вида. Каверны и участки некроза в печени (рис. 3б) были отмечены лишь у 23,1% особей, а площадь деструктивных изменений печени минимальна среди исследуемых видов. Тем не менее у отдельных особей регистрировали участки с проявлениями воспалительного процесса (рис. 3в), фиброэластозы стенок сосудов и желчных протоков (рис. 3г).

Обсуждение результатов. Анализ цитоморфологических показателей гепатоцитов продемонстрировал достоверно большее значение относительной площади липидных включений в гепатоцитах самцов пеляди и тугуна в сравнении с самками этих видов. С этим связано и то, что жиронакопление в печени у самцов регистрируется примерно в три раза чаще. Ядерно-цитоплазматическое соотношение гепатоцитов для рыб всех исследуемых видов, напротив, выше у самок. Это хорошо согласуется с литературными данными о том, что в гепатоцитах половозрелых самок сиговых рыб в период летнего нагула происходит интенсивный синтез вителлогенина, и запасы липидов печени в значительной мере расходуются на этот процесс [8, 9].

Значительное разнообразие регистрируемых патологий печени у пеляди из Северной Сосьвы, не отличающейся высоким уровнем антропогенного пресса, объясняется нерестовыми и кормовыми миграциями данного вида через загрязненные участки Оби. Тугун, напротив, не совершает дальних миграций и считается типичным представителем Северной Сосьвы [3, 10]. Наименьшее количество отклонений в структуре его печени позволяет говорить о более благоприятных условиях исследуемой реки в сравнении с Нижней Обью и Обской губой, где проходит значительная часть жизненного цикла пеляди и сига пыжьяна.

Кроме того, на общую картину состояния печени, как индикаторного органа, у пеляди мог повлиять паразитарный фактор: поражение полостными паразитами отмечали у 89,7% отловленных рыб, причем у 26,9% исследуемых особей цисты были обнаружены именно в печени.

По результатам данной работы были сделаны следующие **выводы**:

— патоморфологические изменения печени регистрируются у всех исследуемых видов сиговых рыб р. Северная Сосьва, причем в большем количестве — у самцов;

— относительная площадь участков деструкции уменьшается в ряду пелядь — сиг-пыжьян — тугун;

— у пеляди и тугуна обнаружена достоверная разница между полами по цитометрическим показателям гепатоцитов: ядерно-цитоплазматическое соотношение имеет большее значение у самок, а площадь липидных включений — у самцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селюков А.Г. Морфофункциональный статус рыб Обь-Иртышского бассейна в современных условиях. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2007. 184 с.
2. Исаков П.В., Селюков А.Г. Сиговые рыбы в экосистеме Обской губы. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2010. 184 с.
3. Характеристика экосистемы реки Северной Сосьвы / Под ред. Л.Н. Добринского. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 256 с.
4. Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 318 с.
5. Карманова И.В. Экологические аспекты водной токсикологии // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2008. № 7. С. 137-142.
6. Микодина Е.В. и др. Гистология для ихтиологов: Опыт и советы. М.: ВНИРО, 2009. 112 с.
7. Комплексные гидрохимические и биологические исследования качества вод и состояния водных и околоводных экосистем / Под ред. Т.И. Моисеенко. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2012. 304 с.
8. Wallace, R.A., Selman, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts // Amer. Zool. 1981. V. 21. № 2. Pp. 325-343.
9. Guraya, S.S. The cell and molecular biology of fish oogenesis. Basel: Karger, 1986. 223 p.
10. Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 300 с.

REFERENCES

1. Selyukov, A.G. *Morfofunksional'nyi status ryb Ob'-Irtyskского basseina vsouremennykh usloviyakh* [Morphofunctional state of fish in the Ob-Irtysh basin in modern conditions]. Tyumen, 2007. 184 p. (in Russian).
2. Isakov, P.V., Selyukov, A.G. *Sigovye ryby v ekosisteme Obskoi guby* [Coregonids in the Gulf of Ob ecosystem]. Tyumen, 2010. 184 p. (in Russian).
3. *Kharakteristika ekosistemy reki Severnoi Sos'vy* [The characteristics of the North Sos'va river ecosystem] / Ed. by L.N. Dobrinskiy. Sverdlovsk, 1990. 256 p. (in Russian).
4. Lukyanenko, V.I. *Obshchaia ikhtiotoksikologiya* [General fish toxicology]. Moscow, 1983. 318 p. (in Russian).
5. Karmanova, I.V. Environmental aspects of aquatic toxicology. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta — Bulletin of the Kamchatka State Technical University*. 2008. № 7. Pp. 137-142. (in Russian).
6. Mikodina, E.V. et al. *Gistologiya dlia ikhtologov: Opyt i sovety* [Histology for ichthyologists: experience and advice]. Moscow, 2009. 112 p. (in Russian).
7. *Kompleksnye gidrokhimicheskie i biologicheskie issledovaniia kachestva vod i sostoianniia vodnykh i okolovodnykh ekosistem* [Integrated hydrochemical and biological studies of water quality and the state of water and water related ecosystems] / Ed. by T.I. Moiseenko. Tyumen, 2012. 304 p. (in Russian).
8. Wallace, R.A., Selman, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.* V. 21. № 2. 1981. Pp. 325-343.
9. Guraya, S.S. The cell and molecular biology of fish oogenesis. Basel: Karger, 1986. 223 p.
10. Reshetnikov, Yu.S. *Ekologiya i sistematika sigovykh ryb* [Ecology and taxonomy of whitefish]. Moscow, 1980. 300 p. (in Russian).

Авторы публикации

Некрасов Иннокентий Сергеевич — ассистент кафедры зоологии и эволюционной экологии животных Института биологии Тюменского государственного университета

Пашина Людмила Сергеевна — аспирант кафедры зоологии и эволюционной экологии животных Института биологии Тюменского государственного университета

Селюков Александр Германович — профессор кафедры зоологии и эволюционной экологии животных Института биологии Тюменского государственного университета, доктор биологических наук

Authors of the publication

Innokentiy S. Nekrasov — Assistant, Department of Zoology and Evolution Ecology of Animals, Institute of Biology, Tyumen State University

Lyudmila S. Pashina — Post-graduate Student, Department of Zoology and Evolution Ecology of Animals, Institute of Biology, Tyumen State University

Alexander G. Selyukov — Dr. Sci. (Biol.), Professor, Department of Zoology and Evolution Ecology of Animals, Institute of Biology, Tyumen State University