

УДК 597.574:591.1(571.5)+ 597.574:591.1(517.3)

Некоторые данные об эколого-физиологических особенностях рыб озер Байкал и Хубсугул

Л. Н. Рыжова, Л. И. Тютрина

Иркутский государственный университет, Иркутск
E-mail: Ryzhova@mail.ru

Аннотация. Определены физиологические и биохимические показатели – индикаторы биологического состояния лососевидных рыб озер Байкал и Хубсугул.

Ключевые слова: физиология, кровь, ленок, омуль, хариус, оз. Байкал, оз. Хубсугул.

Настоящая работа основана на результатах длительных исследований участников ихтиологического отряда кафедры зоологии позвоночных и экологии и Научно-исследовательского института биологии Иркутского государственного университета, целью которых являлась оценка эколого-физиологических параметров лососевидных рыб, населяющих озера Байкал и Хубсугул с применением гематологических, биохимических, экологических методов [1; 2; 5; 6; 20]. Динамика показателей функционального состояния рыб исследованных видов отражена в специфике ряда характеристик крови и биохимического состава тканей и органов [3, 4, 21; 6–19].

Для состава и количественного соотношения отдельных клеток крови рыб характерна возрастная динамика. Кровь эмбрионов пред-

ставлена гемоцитобластами, первичными эритроцитами, а у эмбрионов перед выклевом – первичными эритроцитами (рис. 1). Незрелые эритроциты вторичного ряда отмечаются у личинок хариусов, омуля, ленка в возрасте 10–14 суток. Для всех исследованных рыб отмечена высокая интенсивность кроветворения в первое лето жизни в нерестовых реках.

Среди лейкоцитарных элементов крови хариусов, омуля, ленка всех возрастных групп представлены лимфоциты, моноциты, полиморфноядерные лейкоциты (рис. 2). Белая кровь этих рыб носит лимфоидный характер. На втором месте стоят полиморфноядерные клетки и моноциты. С возрастом, начиная с малькового периода, состав белой крови меняется незначительно.

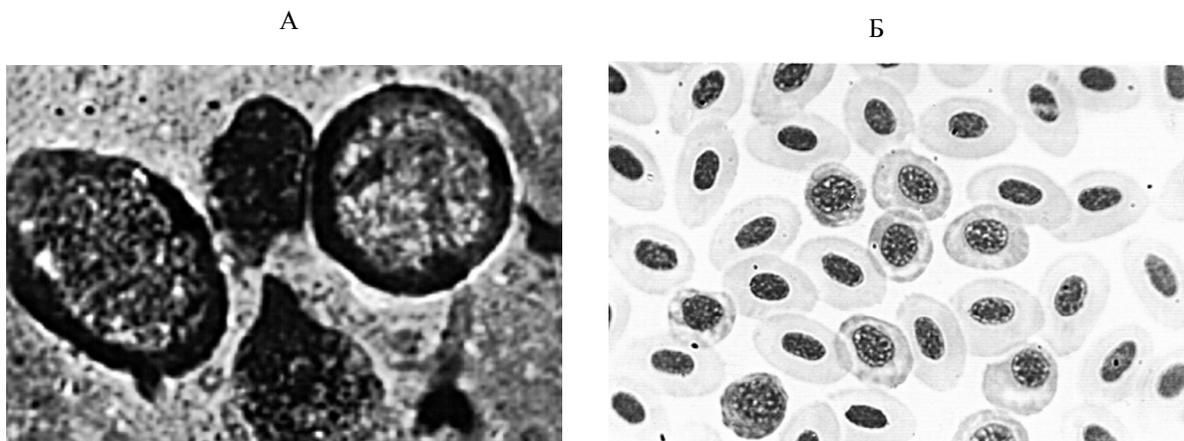


Рис. 1. Некоторые стадии развития клеток красной крови рыб: А – гемоцитобласт крови эмбриона черного байкальского хариуса. Возраст 9–10 суток; Б – вторичные эритроциты и их незрелые формы в крови черного байкальского хариуса

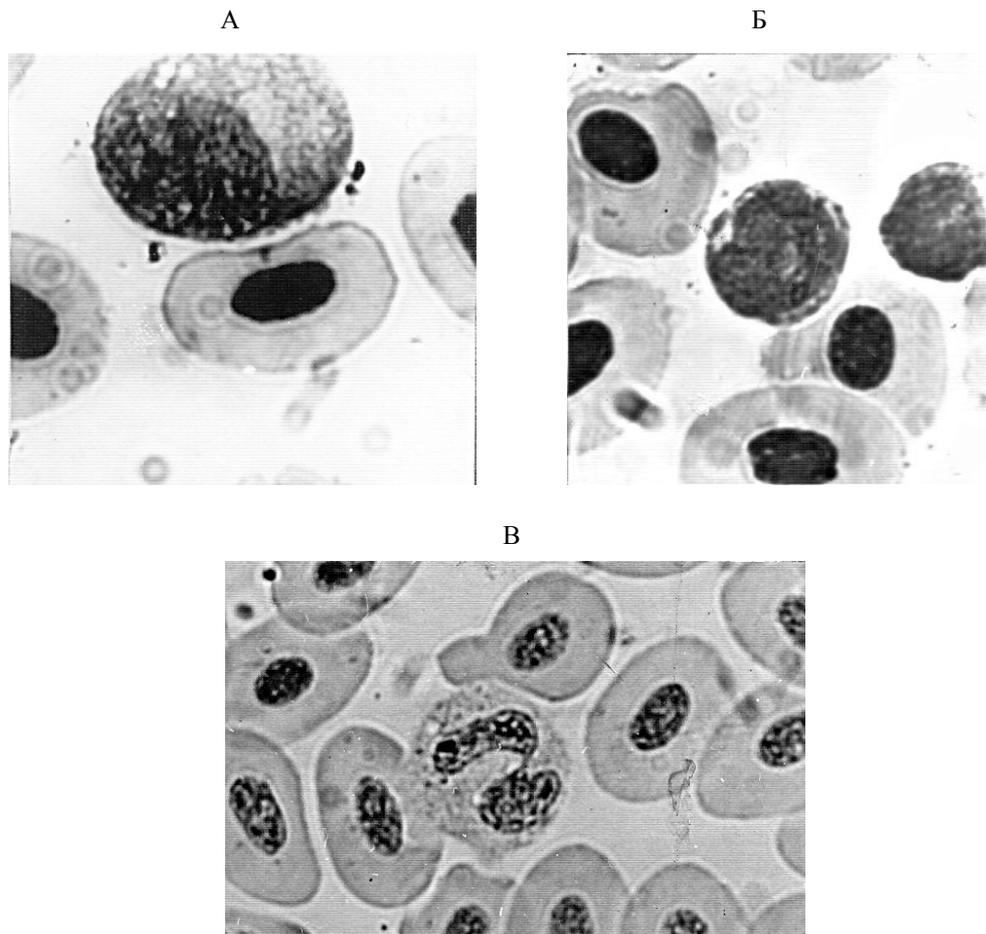


Рис. 2. Разнообразие клеток белой крови рыб: А – моноциты; Б – лимфоциты; В – полиморфноядерные лейкоциты

Особенностью развития клеток крови в эмбриональный и постэмбриональный периоды является их ранняя дифференцировка, быстрое накопление гемоглобина в цитоплазме эритробластов. Отмечена достаточно высокая интенсивность кроветворения (у годовиков черного байкальского хариуса – 27–28 % незрелых клеток, 2–6 летних – 11–25 %, у омуля – 11 %, у ленка – 22 %).

Гемоцитобласты развиваются из мезенхимных клеток стенки желточного мешка (рис. 1). Клетки крови в развитии последовательно проходят стадии гемоцитобласта, эритробласта, нормобласта, базофильного эритроцита, полихроматофильного эритроцита, зрелого эритроцита. Сезонная изменчивость клеточного состава крови не имеет четко выраженной закономерности. Можно отметить некоторое увеличение в сентябре – октябре количества полиморфноядерных лейкоцитов у ленка и хариуса. Кровь хариуса во все сезоны состоит из зрелых клеток, наиболее богатых гемоглобином и молодых форм, цитоплазма которых бедна гемоглобином.

В мае – июне доля незрелых клеток красной крови составляет 12,4–14,4 %, в августе – сентябре их встречается больше – 16,2–20,5 %, в январе – феврале интенсивность кроветворения снижается. Лимфоцитов в крови хариуса содержится 83,7–94,4 % от всех лейкоцитов. Количество моноцитов увеличивается в мае – августе, полиморфноядерных лейкоцитов – в январе, феврале и ранней весной. Резких изменений содержания эритроцитов у хариуса не отмечено, хотя некоторая тенденция проявляется: весной их число несколько увеличивается. Показатель общего количества гемоглобина претерпевает значительные сезонные изменения. Концентрация гемоглобина повышается от мая к середине осени. В сентябре – октябре его количество достигает максимума, к концу января – середине февраля отмечается снижение, а затем его содержание в крови хариуса снова повышается [13]. Таким образом, гематологические показатели, особенно количественные, свидетельствуют о корреляции с условиями обитания хариуса, особенно с биотическими.

Содержание гемоглобина, число и объем эритроцитов, относительное количество крови в организме лососевидных рыб байкальского бассейна варьируют в широких пределах (табл. 1) и тесно связаны с возрастом, полом, сезоном и физиологическим состоянием. По мере роста и развития рыб содержание гемоглобина и количество эритроцитов постепенно увеличиваются. Перед зимовкой отмечено увеличение гемоглобина и количества эритроцитов.

Число эритроцитов колеблется от 0,80 до 2,89 млн в 1 мм³ крови, средняя норма черного байкальского хариуса – 1,460±0,04, для белого – 1,69±0,07, для омуля – 0,85±0,03, для ленка – 1,56±0,09, для тайменя – 1,23±0,05, для сига – 1,42. Концентрация гемоглобина в крови этих рыб находится в пределах от 6,05 до 12 г %, средняя норма для черного хариуса – 9,0±0,18, для белого – 8,9±0,22, для омуля – 10,5±0,26, для ленка – 10,5±0,35, для тайменя – 10,2±0,12. Минимальные значения величин относительного объема крови к массе тела наблюдаются с мая по июль. Постепенное нарастание этих величин начинается с июля, максимума они достигают в осенне-зимнее время (для всех исследованных рыб).

Исследуя зависимость показателей крови от степени зрелости половых продуктов, можно говорить о некоторой тенденции повышения параметров крови в процессе созревания (гемоглобин, г %: у ленка в III стадии зрелости 9,22, в IV – 10,2, в V – 9,83, в VI – 8,96; эритроциты, млн в 1 мм³ – в III – 1,21, в VI – 1,24). У омуля в осенний период, совпадающий с нерестом, отмечается усиление эритропоэза (табл. 1).

Концентрация гемоглобина достигает 11,06 г %, возрастает количество эритроцитов, гематокрит, оснащенность организма гемоглобином. В летний период все показатели крови омуля несколько снижаются.

У ленка в весенний период отмечается усиление эритропоэза, в лейкоцитарной формуле наблюдается увеличение числа моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов, возрастают количественные показатели крови.

Осенью, в связи с усиленным питанием, показатели крови продолжают возрастать и достигают максимума: усиливается эритропоэз, увеличивается количество моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов, возрастает оснащенность организма гемоглобином, гематокрит, РОЭ. В зимний период показатели крови снижаются.

Отмечены некоторые особенности крови омуля и ленка в зависимости от пола. У самцов показатели крови несколько выше, чем у самок, что связано с повышенными обменными процессами у первых. В конце полового цикла, после откладки икры и оплодотворения, в морфологическом состоянии крови наблюдаются некоторые изменения: количество гемоглобина, эритроцитов увеличивается, усиливается интенсивность кроветворения, в лейкоформуле увеличивается число фагоцитирующих лейкоцитов.

Динамику эколого-физиологических особенностей лососевидных рыб оз. Байкал и Хубсугул хорошо иллюстрируют также биохимические показатели (табл. 2, 3).

Таблица 1

Сравнительная характеристика показателей крови омуля и ленка

Показатель	Место лова			
	оз. Байкал		оз. Хубсугул	
	Омуль	Ленок	Омуль	Ленок
Длина по Смиуту, мм	291	421	367	409
Вес, г	242	932	641	696
Hb, г %	10,48±0,26	10,53±0,35	11,06±0,26	9,87±0,20
Hb, г/кг	2,35±0,0	–	3,0±0,07	2,78±0,14
Eг, млн/мм ³	0,85±0,03	1,46±0,08	0,82±0,04	1,15±0,04
Ht, %	45,5±1,27	44,1±1,99	46,8±2,26	49,3±0,45
РОЭ, мм/ч	–	–	3,2±0,34	3,95±0,63
Объем крови, %	2,4±0,0	–	2,88±0,13	2,88±0,15
Лимфоциты, %	79,85±1,93	34,5±5,43	52,5±4,61	47,4±4,83
Моноциты, %	2,78±0,48	3,99±0,38	5,43±0,88	3,62±0,66
Полиморфноядерные, %	3,08±0,61	5,94±1,27	4,82±1,17	3,42±0,51
Веретенновидные, %	15,0±2,67	65,1±3,83	40,3±5,85	49,1±5,14
Зрелые эритроциты, %	94,65±0,56	90,37±0,71	93,51±0,58	92,03±0,42
Незрелые эритроциты, %	5,35±0,26	9,63±0,32	6,49±0,28	7,97±0,24

Таблица 2

Содержание белка, жира, обезжиренного вещества (ОБВ) в гонадах самок ленка на IV, V, VI–II стадиях развития (в процентах на сырое вещество)

Стадии зрелости гонад	Белок	Жир	ОБВ	Число рыб
IV	28,95	2,05	2,38	16
V	26,89	1,96	1,85	10
VI–II	12,39	1,31	1,25	19

Таблица 3

Сравнительная характеристика производителей байкальского омуля по некоторым биохимическим показателям

Показатель		Озеро Хубсугул		Озеро Байкал (Малое Море)	
		Самцы	Самки	Самцы	Самки
Мышцы, % сырого веса	Жир	$\frac{2,02}{1,50}$	$\frac{2,31}{1,03}$	$\frac{2,12}{-}$	$\frac{2,12}{-}$
	Белок	$\frac{21,39}{18,80}$	$\frac{20,27}{20,20}$	$\frac{19,00}{-}$	$\frac{20,50}{-}$
Коэффициент жирности, %		$\frac{1,10}{0,46}$	$\frac{0,73}{0,03}$	$\frac{0,30}{-}$	$\frac{0,08}{-}$
Число исследованных рыб, экз.		$\frac{9}{3}$	$\frac{12}{5}$	$\frac{4}{-}$	$\frac{4}{-}$

Примечание: числитель – IV стадия зрелости; знаменатель – V стадия зрелости

О разном уровне метаболизма у исследованных рыб свидетельствует объем энергетических запасов, в первую очередь жира. В годовом цикле жиронакопление проявляется с разной интенсивностью.

Ленок из оз. Хубсугул может быть отнесен к маложирным рыбам (жирность мышц 0,94–1,63; гонад – 1,12–3,55; печени – 0,74–2,30). Жировые запасы сильно изменяются в процессе созревания гонад: у самок полостной жир расходуется на 87 %; жир печени – на 58 %; жир мышц – на 34 %; у самцов полостной жир – на 26 %, жир гонад – на 68 %. Максимальное содержание энергетических материалов в овочитах приходится на IV стадию развития перед их выбоем (табл. 2). Ленок из оз. Хубсугул по эколого-физиологическим показателям характеризуется высокой экологической валентностью, довольно высоким репродуктивным потенциалом и выживаемостью на ранних стадиях развития. Основным показателем выживаемости является обеспеченность жиром: в стадии личинки жирность равна 0,81 %. В годовалом возрасте содержание жира и белка достигает показателей взрослых особей: 1,86 % и 13,87 % соответственно.

Картина метаболизма ленка из оз. Байкал сходна. Молодь ленка содержит 1,56 % жира и 12,5 % белка, что свидетельствует о доминиро-

вании пластического обмена. У созревающих особей (возраст 4+ – 6+, стадия зрелости гонад II) обмен веществ сбалансирован, жировые запасы в мышцах близки к общей жирности молоди (самки – 1,68 %, самцы – 1,46 %). Следует обратить внимание на жировые запасы в печени (самки – 4,01 %, самцы – 4,74 %) и накопленные в полости тела (коэффициент жирности: самки – 1,92 %, самцы – 1,93 %). Содержание белка в мышцах и печени у созревающих рыб более стабильно и не превышает 21,0 %. Вторая группа взрослых рыб – нерестовые особи (возраст 7+ – 10+, стадия зрелости гонад IV–V). Ясно видна картина перераспределения энергетических материалов и использования их на дозревание гонад. Отмечается уменьшение запасов жира в мышцах (самки теряли 33,0 %, самцы 37,0 %) и печени (самки 65,1 %, самцы 43,7 %). Резко увеличивается содержание энергетических материалов в гонадах (жира у самок до 3,75 %, белка у самок до 34,75 %, у самцов до 25,6 %). Следовательно, трофоплазматический рост гонад и обеспеченность их энергетическими материалами у ленка происходят за счет жира мышц и печени.

Жирность ценного объекта промысла – байкальского омуля – также зависит от многих параметров (сезон, пол, возраст и др.).

В нагульном стаде байкальского омуля можно выделить 4 группы: 1) неполовозрелые (стадия зрелости II, II–III), 2) половозрелые (стадия зрелости III), 3) нерестовые (стадия зрелости IV–V), 4) половозрелые-отдыхающие (стадия зрелости II–III, с явными признаками прошлогоднего нереста).

Для наиболее многочисленной первой группы характерны интенсивные процессы белкового синтеза, связанные с формированием генеративной ткани. Белок в это время накапливается в мышцах и в большей степени в печени. Жир депонируется во всех органах и тканях, значительные его запасы откладываются на внутренностях (коэффициент жирности самок – 1,42 %, самцов – 1,16 %). Наибольшее количество углеводов концентрируется в печени (самки – 1,03 %, самцы – 1,29 %) и гонадах (самки – 1,43 %, самцы – 2,37 %). Самцы накапливают больше как жира, так и углеводов.

Для второй группы половозрелых особей характерно продолжение процессов накопления белка и жира во всех органах и тканях. Часть жира используется, вероятно, в пластическом обмене, участвуя в формировании гонад (жирность яичников 7,28 %, семенников – 6,05 %). Запасы углеводов остаются на том же уровне или изменяются незначительно. Запасы этих энергоемких веществ в гонадах необходимы в качестве питательных веществ для зародышей в эмбриональный и ранний постэмбриональный периоды.

Третью группу образуют нерестовые рыбы. В период нереста у рыб происходит изменение направленности обмена. Созревание половых продуктов и их вымет связаны со значительным расходом жиров и углеводов в печени и гонадах. Резервный жир полости тела тратится на 96 % у самок и на 79 % у самцов, тем не менее в этот период в гонадах отмечен самый высокий процент содержания белка.

Характерной особенностью половозрелых пропускающих нерест рыб с признаками прошлогоднего нереста является низкое содержание в гонадах белка (самки – 10,60 %, самцы – 14,09 %) и довольно высокое – жира (самки – 3,33 %, самцы – 5,48 %). В полости тела идет интенсивное накопление жира (до 81,30 % у самок и 78,40 % у самцов). Несмотря на низкий уровень белка в гонадах, в них все же идут процессы, связанные с формированием клеток новой генерации.

С середины 50-х гг. прошлого века начались успешно завершившиеся работы по акклиматизации байкальского омуля в оз. Хубсугул. Новые условия обитания не только изменили биологические особенности вселенца, но и отразились на его физиологическом состоянии (табл. 3).

Снижение жирности у омуля из Хубсугула отмечается во время икрометания (самки теряют до 55,4 % жира мышц и 95,9 % жира внутренностей, самцы соответственно – 25,7 % и 58,2 %), но и в этот период жировые запасы остаются значительными.

Более высокие показатели жирности омуля в условиях оз. Хубсугул, по сравнению с материнским водоемом, свидетельствуют не только об интенсивности метаболических процессов, но и доказывают экологическую и физиологическую пластичность байкальского омуля.

Одновозрастные особи черного байкальского и косоогольского хариусов довольно значительно отличаются по показателю общей жирности. Содержание жира увеличивается с возрастом до наступления половой зрелости. Среднегодовой показатель общей жирности черного байкальского хариуса составляет 3,38 %, косоогольского – 3,85 %. Сравнительно более высокую жирность косоогольского хариуса нужно рассматривать как приспособление к условиям обитания. Сезонные изменения жирности этих хариусов происходят с одновершинной направленностью от лета к зиме. Период зимовки характеризуется высокими показателями жирности. Сохранение жировых запасов обеспечивается зимним питанием и малой пространственной активностью рыб. В период нереста показатели общей жирности мышц у хариусов отличаются очень заметно, вероятно, из-за разницы в продолжительности и протяженности нерестовых миграций, сроках икрометания и ската из нерестовых рек. В период нагула косоогольский хариус откармливается интенсивнее, чем байкальский, о чем свидетельствует показатель общей жирности и жирности мышц (косоогольский – 3,01–5,07 %, черный байкальский – 2,30–4,90 %).

Самым жирным из всех лососевидных рыб является белый байкальский хариус. Общая жирность превышает 10,53 % у самок, 10,27 % у самцов. За лето хариус накапливает значительные жировые запасы во всех органах (табл. 4).

Таблица 4

Биохимический состав белого байкальского хариуса

Пол	Коэффициент жирности, %	Жир, % на сырое вещество			Белок, % на сырое вещество			Число рыб
		Мышцы	Печень	Гонады	Мышцы	Печень	Гонады	
Самки	<u>4,86</u>	<u>2,86</u>	<u>6,05</u>	<u>3,14</u>	<u>20,98</u>	<u>15,71</u>	<u>11,00</u>	<u>14</u>
	1,68	3,54	3,11	6,99	22,73	19,81	32,89	3
Самцы	<u>4,51</u>	<u>3,01</u>	<u>6,11</u>	<u>4,21</u>	<u>18,43</u>	<u>15,17</u>	<u>13,63</u>	<u>12</u>
	1,66	3,36	3,27	8,50	22,51	23,26	21,63	3

Примечание: числитель – июль, стадия зрелости III; знаменатель – декабрь, стадия зрелости IV

Протяженные нерестовые миграции белого хариуса приводят к резкому изменению жировых запасов. Синтез генеративной ткани как у самок, так и у самцов осуществляется за счет жировых запасов печени и резервного жира, накопленного в полости тела. По мере созревания гонад и наступления периода усиленного роста ооцитов у хариуса наблюдается увеличение содержания белка во всех органах и тканях (табл. 4).

Те же закономерности в накоплении жировых запасов наблюдаются и у байкальского озерно-речного сига. Жир накапливается преимущественно в период нагула (мышцы: самки – 0,79 %, самцы – 0,52 %; гонады: самки – 1,74 %, самцы – 5,02 %; печень: самки – 1,54 %, самцы – 3,27 %) и перераспределяется в зависимости от пола, возраста, сезона.

В течение годового биологического цикла закономерно изменяется комплекс физиолого-биохимических показателей функционального состояния самцов и самок всех исследованных лососевидных рыб. Описанные зависимости могут быть использованы для оценки степени биологического благополучия популяций, для установления оптимальных сроков промысла и оптимизации интродукционных и акклиматизационных мероприятий.

Литература

1. Иванова Г. Н. Методика некоторых гематологических исследований рыб / Г. Н. Иванова // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. – Вильнюс : Минтис, 1974. – С. 115–120.
 2. Лапин В. И. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб / В. И. Лапин, Е. Г. Чернова // Вопр. ихтиологии. – 1970. – Т. 10, вып. 4. – С. 753–755.
 3. Матвеев А. Н. Некоторые аспекты биологии озерно-речного сига литорали Северного Байкала / А. Н. Матвеев, Л. И. Тютрина, С. А. Кайгородов // IV Всесоюзное совещание по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Л., 1990. – С. 52–53.

4. Матвеев А. Н. Биологический и биохимический анализ состояния нерестовой популяции тайменя оз. Байкал / А. Н. Матвеев, Л. И. Тютрина, В. П. Самусенок // Тез. докл. VIII науч. конф. по экол. физиологии и биохимии рыб. – Петрозаводск, 1992. – С. 4–5.
 5. Остроумова И. Н. Показатели крови и кроветворение в онтогенезе рыб / И. Н. Остроумова // Изв. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства. – 1957. – Т. 43, вып. 3. – С. 15–27.
 6. Правдин И. В. Руководство по изучению рыб. / И. В. Правдин. – М. : Пищепромиздат, 1966. – 367 с.
 7. Репродуктивный потенциал ленка в оз. Хубсугул и его эколого-физиологические особенности / П. Я. Тугарина [и др.] // Тр. каф. зоологии позвоночных ИГУ. – 2001. – С. 51–66.
 8. Рыжова Л. Н. Некоторые показатели крови черного байкальского хариуса в связи с оценкой условий его выращивания / Л. Н. Рыжова, П. Я. Тугарина // Вопр. ихтиологии. – 1971. – Т. 11, вып. 5. – С. 900–909.
 9. Рыжова Л. Н. Адаптационные возможности байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* / Л. Н. Рыжова, Л. И. Тютрина // V Междунар. симп. по биологии сиговых рыб. – Olsztyn, Польша, 1993. – С. 8.
 10. Рыжова Л. Н. Характеристика репродуктивного цикла сиговых рыб оз. Байкал / Л. Н. Рыжова, Л. И. Тютрина, П. Я. Тугарина // Биология и Биотехнология разведения сиговых рыб : V Всерос. совещ. : материалы. – Петрозаводск, 1994. – С. 121–123.
 11. Тугарина П. Я. Возрастные особенности крови черного байкальского хариуса / П. Я. Тугарина, Л. Н. Рыжова // Вопр. ихтиологии. – 1970а. – Т. 10, вып. 3. – С. 486–498.
 12. Тугарина П. Я. Сезонные изменения крови черного байкальского хариуса / П. Я. Тугарина, Л. Н. Рыжова // Вопр. ихтиологии. – 1970б. – Т. 10, вып. 6 (65). – С. 1079–1090.
 13. Тугарина П. Я. Температурный и кислородный пессимум и интенсивность дыхания молоди черного байкальского хариуса / П. Я. Тугарина, Л. Н. Рыжова // Хозяйственное освоение водоемов Восточной Сибири. – Иркутск, 1972. – С. 58–62.

14. Тугарина П. Я. Гематологическая норма косоогольского хариуса / П. Я. Тугарина, Л. Н. Рыжова // *Вопр. ихтиологии.* – 1979. – Т. 19, вып. 3 (116). – С. 529–538.
15. Тугарина П. Я. Пластичность лососевидных рыб оз. Хубсугул и ее эколого-физиологические основы. Природные условия некоторых районов Центральной Азии / П. Я. Тугарина, Л. Н. Рыжова, Л. И. Тютрина // *Тез. докл. междунар. конф.* – Иркутск, 1992. – С. 116–118.
16. Тугарина П. Я. Экологическая норма физиологических показателей *Salmonoidei* озер Центральной Сибири / П. Я. Тугарина, Л. Н. Рыжова, Л. И. Тютрина // *Первый конгресс ихтиологов Сибири.* – Астрахань, 1997. – 243 с.
17. Тугарина П. Я. Ранние этапы онтогенеза косоогольского хариуса (*Thymallus arcticus nigrescens*) в оз. Хубсугул (МНР) / П. Я. Тугарина, Л. И. Тютрина, Л. Н. Рыжова // *Тр. каф. зоологии позвоночных ИГУ.* – 2001. – С. 128–135.
18. Тютрина Л. И. Некоторые особенности жироаккумуляции у ленка оз. Хубсугул (МНР) / Л. И. Тютрина // *Вопр. ихтиологии.* – 1981. – Т. 28, вып. 4 (188). – С. 694–696.
19. Тютрина Л. И. Эколого-биохимические исследования рыб оз. Хубсугул / Л. И. Тютрина, Л. Н. Рыжова // *Россия и Монголия в многополярном мире: итоги и перспективы сотрудничества на рубеже тысячелетий. Природные условия и ресурсы Монголии : материалы конф.* – Иркутск, 2000. – Ч. 3. – С. 65–67.
20. Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. – М. : Пищевая промышленность, 1972. – 367 с.
21. Эколого-физиологическая характеристика ленка *Brachymystax lenok (Pall)* в великих озерах Азии (Байкал, Хубсугул) / А. Н. Матвеев [и др.] // *Экологические эквивалентные виды гидробионтов в великих озерах мира : междунар. симп.* – Улан-Удэ, 1997. – С. 39–42.

Some data on ecological and physiological traits of fish in Baikal and Chovsgol lakes

L. N. Ryzhova, L. I. Tyutrina

Irkutsk State University, Irkutsk

E-mail: Ryzhova@mail.ru

Abstract. Physiological indicators of a biological conditions by salmoniformes fish of Lake Baikal and Lake Chovsgol (Republic of Mongolia) are stated.

Key words: physiology, blood, lenok, omul, grayling, Lake Baikal, Lake Chovsgol.

Рыжова Лидия Николаевна
Иркутский государственный университет
664003 г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
кандидат биологических наук, доцент
тел. (395 2) 24–19–27, факс (395 2) 24–18–55

Ryzhova Lidiya Nikolaevna
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
Ph. D. in Biology, ass. prof.
phone: (395 2) 24–18–70, fax: (395 2) 24–18–55

Тютрина Лилия Ивановна
Иркутский государственный университет
664003 г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
кандидат биологических наук
тел. (395 2) 24–19–27, факс (395 2) 24–18–55

Tyutrina Liliya Ivanovna
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
Ph. D. in Biology
phone: (395 2) 24–18–70, fax: (395 2) 24–18–55