

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.554.3 – 1.05/11

**ОСОБЕННОСТИ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НЕКОТОРЫХ ОСОБО ЦЕННЫХ  
ВИДОВ КАСПИЙСКИХ РЫБ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЯХ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА  
(ПО ДАННЫМ 2009-2011 гг.)**

© 2012 г. Д.Р. Файзулина, С.А. Головинова, Н.Н. Базелюк

ФГУП «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,  
Астрахань, 414056

Статья поступила в редакцию 4.07.2012 г.

Окончательный вариант 12.09.2012 г.

Проведено изучение особенностей обменных процессов некоторых особо ценных видов каспийских рыб: русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii*, стерлядь *Acipenser ruthenus*, вобла *Rutilus rutilus caspicus*, лещ *Abramis brama*, сельдь-черноспинка *Alosa kessleri*. Дан сравнительный анализ показателей крови, содержания липидов и белка в тканях рыб с имеющимися литературными сведениями прошлых лет.

**Ключевые слова:** Русский осетр, стерлядь, вобла, лещ, сельдь-черноспинка, обменные процессы, физиолого-биохимическая характеристика.

**ВВЕДЕНИЕ**

Такие представители семейств осетровых, как русский осетр и стерлядь, карповых, как вобла и лещ, сельдевых, как сельдь-черноспинка – всегда являлись традиционными и особо ценными объектами лова в Волго-Каспийском районе. Однако в последние несколько десятилетий численность популяций этих рыб резко снизилась. Это связано как со слишком высокой интенсивностью их вылова, так и с ухудшением среды обитания этих рыб, складывающейся под воздействием негативных факторов природного и антропогенного характера. К таким факторам можно отнести маловодность и деформацию весеннего паводка, загрязнение среды обитания, ухудшение условий нагула в море, как по гидрологическим параметрам, так и по кормовым ресурсам (Иванов, 2000; Алёхина, Финаева, 2001; Ардабьева и др., 2003; Рылина и др., 2003; Хорошко и др., 2003; Егоров, Рылина, 2005; Катунин и др., 2007; Малиновская, Кочнева, 2008).

Следствием этого становится изменение направленности обменных процессов в организме рыбы, и выражается в виде снижения уровня физиологического благополучия рыб. Это в свою очередь, как правило, ведет к уменьшению численности воспроизводимого потомства и его жизнестойкости или иначе выживаемости до репродуктивного возраста.

В последние годы физиолого-биохимическое состояние осетровых, карповых и сельдевых рыб определяется в основном хроническими процессами, что сказывается на состоянии их воспроизводительной системы. В физиологическом состоянии рыб прослеживаются так же видовые особенности реакции рыб на хроническую интоксикацию и на оптимальные условия нагула и питания, с различной выраженностью этой реакции в исследуемых физиологических системах, в том числе и репродуктивной. Неподготовленность рыб к репродуктивной функции из-за плохих условий нагула приводит к задержке полового созревания, пропускам

нерестового сезона и снижению численности и выживаемости произведенного потомства.

Таким образом, изменения экологии обитания каспийских рыб не могли не сказаться на состоянии обменных процессов, изучаемых видов рыб, которое мы охарактеризовали в нашей работе, проанализировав ряд физиолого-биохимических параметров. В качестве этих знаковых показателей обменных процессов, а конкретно – окислительного, липидного и белкового обменов в организме рыб нами были выбраны некоторые физиолого-биохимические показатели крови осетровых (содержание гемоглобина в крови, общего сывороточного белка,  $\beta$ -липопротеидов, холестерина и липидов в сыворотке крови) и количественные характеристики жирового и белкового обмена в мышцах и гонадах воблы, леща и сельди-черноспинки, а конкретно – содержание общих липидов и водорастворимого белка.

Многообразие функций крови – одной из дифференцированных и реактивных тканей – поставило ее в ряд ценных индикаторов (Житенева, Рудницкая, 1997). Являясь одной из наиболее лабильных тканей, кровь быстро реагирует на действие различных факторов, что приводит к восстановлению равновесия между организмом и средой. Таким образом, кровь является той тканью, благодаря которой поддерживается гомеостаз организма. В связи с современным глобальным антропогенным влиянием и соответственно изменившимися условиями существования рыб, а так же в зависимости от силы фактора, влияющего на водоем, могут произойти изменения наиболее стабильных характеристик организма, которые выведут его из состояния гомеостаза.

Исходя из этого, сейчас немаловажное значение приобретает изучение характера колебаний различных показателей крови и возможности восстановления этих сдвигов (Житенева, Рудницкая, 1997).

Интенсивность обменных процессов организма определяется исключительной ролью гемоглобина. Этот показатель крови, способствующий сохранению гомеостаза, наиболее устойчив. Колебания уровня его возможны в пределах определенных параметров, специфичных для каждого вида рыб (Житенева, Рудницкая, 1997).

Сывороточные белки – важнейшие биохимические компоненты, благодаря которым кровь из сложного раствора многих веществ превращается в специализированную ткань организма, где происходят сложнейшие обменные процессы, определяющие целостность организма (Ипатов, Лукьяненко, 1979). Количество общего сывороточного белка также может колебаться в значительных пределах. У разных рыб концентрация ОСБ может составлять от 25 г/л до 70 г/л (Строганов, 1962).

Сывороточные  $\beta$ -липопротеиды тесно связаны с липидным обменом и играют наравне с протеинами большую роль в формировании гонад. Снижение транспорта резервных веществ, в котором участвуют и липопротеиды, может свидетельствовать об общем снижении интенсивности обменных процессов и, как следствие, возможна задержка созревания половых продуктов (Металлов и др., 1990).

Другие физиологические показатели крови, так же характеризующие липидный обмен – холестерин и общие сывороточные липиды, участвующие в процессе формирования половых продуктов и выработке кортикостероидных гормонов, в том числе и половых, весьма показательны и динамичны, в зависимости

от благополучия экологических условий обитания рыб. Изменчивость этих параметров крови обусловлена целым рядом факторов – интенсивностью и характером питания, степенью зрелости половых продуктов и в целом активностью обмена веществ.

Высокая информативность показателей жирового и белкового обмена тканей – мышц и гонад, в качестве характеристики физиологического состояния организма показана исследованиями многих видов рыб (Шульман, 1972; Шатуновский, 1980; Шульман и др., 1993). По накоплению липидов и белков в теле рыб можно судить не только об обеспеченности их пищей. Белок и липиды мышц расходуются на энергетические нужды и на формирование половых продуктов. Концентрацию белка можно рассматривать как показатель нормального течения пластического обмена, а в некоторых случаях, как альтернативный источник энергии (Шульман и др., 1993).

Так же эти показатели дают возможность прогнозировать: снижение или увеличение плодовитости, эффективность нереста, а так же выживаемость рыб во время зимовки (Дубровин и др., 1973; Луц и др., 1984).

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собирался в 2009-2011 гг. в морских (Северный Каспий) и речных (низовья р. Волга) экспедициях в различные сезоны года (весна, лето, осень). Материал представлен как половозрелыми особями (вобла, лещ, сельдь-черноспинка), которые в весенний период находились на IV, IV-V, в осенний – на III, III-IV стадиях зрелости гонад. Осетровые представлены особями II стадии зрелости гонад, собранные в основном в летний период.

В крови осетровых определяли: содержание общего сывороточного белка с помощью рефрактометра ИРФ – 454Б (Филлипович и др., 1975); В – липопротеидов – по методу Бурштейна и Самай (Тодоров, 1963); общего холестерина – энзиматическим методом (Trinder, 1969), гемоглобина по методу М.С. Кушаковского (1968), общих липидов в сыворотке крови по методу Цольнера (Zollner, Kirsch, 1962).

Содержание липидов в тканях определяли модифицированным методом ВНИРО (Кривобок, Тарковская, 1962). Липиды экстрагировали из гомогената тканей смесью Фолча (хлороформ-этанол 2:1) в соотношении ткань и экстрактивное вещество 1:5, экстракт отмывали от не липидных примесей солевым раствором. Количественное определение суммарных липидов проводили весовым методом.

Концентрацию водорастворимого белка определяли методом Варбурга и Христьяна (Методы биологии развития, 1974). Метод основан на спектрофотометрическом измерении оптической плотности белкового раствора при длинах волн 260 и 280 нм.

Полученные результаты подвергали статистической обработке, используя пакет программ STATISTIKA 6.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных по окислительному, жировому и белковому обменов, полученных в результате исследований физиолого-биохимических показателей крови русского осетра за весь нагульный период в последние три года, свидетельствовал о периодическом воздействии на рыб токсических веществ, вследствие чего у них отмечались характерные изменения: низкое содержание в

крови гемоглобина, изменения в липидном обмене, особенно это выразилось у особей, изученных в 2009 и 2010 гг., и отразилось на количественных значениях  $\beta$ -липопротеидов, холестерина и общих липидов. Снижение концентрации белка в крови русского осетра на 13% наблюдались по отношению к 2010 г. Однако его уровень не опустился ниже, чем в 2009 г., оставаясь примерно таким же (табл. 1).

**Таблица 1.** Физиолого-биохимические показатели русского осетра, выловленного в Северном Каспии.

**Table 1.** Physiological and biochemical characteristics of Russian sturgeon caught in the Northern Caspian.

Год	Гемоглобин, г/л	Общий сывороточный белок, г/л	$\beta$ -липопротеиды, г/л	Холестерин, г/л	Общие липиды г/л
2009	24,56 $\pm$ 1,16	2,65 $\pm$ 0,18	0,68 $\pm$ 0,04	2,81 $\pm$ 0,22	2,81 $\pm$ 0,22
	46	46	46	46	46
2010	27,89 $\pm$ 1,22	4,60 $\pm$ 0,26	0,35 $\pm$ 0,04	2,26 $\pm$ 0,28	2,26 $\pm$ 0,28
	46	46	46	14	14
2011	24,76 $\pm$ 1,43	3,17 $\pm$ 0,18	0,80 $\pm$ 0,05	4,10 $\pm$ 0,27	4,10 $\pm$ 0,27
	44	44	44	44	44
1960-70-е годы*	34,5 $\pm$ 0,4	3,00 $\pm$ 0,20	0,7 $\pm$ 0,03	4,07 $\pm$ 0,14	-

**Примечание:** \* – по данным Г.К. Шелухина (1974).

**Note:** \* – according to G.K. Shelukhin's data (1974).

У стерляди, выловленной в реке в меженный период, как в 2010 г., так и в 2011 г. исследованные параметры крови практически не отличались от таковых у рыб, исследованных в 1970-х гг. (табл. 2).

**Таблица 2.** Физиолого-биохимические показатели стерляди, выловленной в реке Волга.

**Table 2.** Physiological and biochemical characteristics of sterlet caught in the Volga River.

Год	Гемоглобин, г/л	Общий сывороточный белок, г/л	$\beta$ -липопротеиды, г/л	Холестерин, г/л	Общие липиды, г/л
2010	60,2 $\pm$ 3,2	27,71 $\pm$ 2,14	3,56 $\pm$ 0,33	1,56 $\pm$ 0,34	5,82 $\pm$ 0,68
	27	29	25	29	29
2011	60,6 $\pm$ 6,1	34,96 $\pm$ 2,00	3,32 $\pm$ 0,27	0,74 $\pm$ 0,05	5,01 $\pm$ 0,57
	10	25	23	25	22
1960-70-е годы*	65 $\pm$ 1,6	34,5 $\pm$ 0,4	3,00 $\pm$ 0,20	0,7 $\pm$ 0,03	4,07 $\pm$ 0,14

**Примечание:** \* – по данным Г. К. Шелухина (1974).

**Note:** \* – according to G.K. Shelukhin's data (1974).

Таким образом, у русского осетра можно отметить наличие некоторых функциональных нарушений, особенно это коснулось количественной характеристики содержания гемоглобина в крови. У особей русского осетра с дефицитом белка и липидов, с нарушением метаболизма  $\beta$ -липопротеидов возможны патологические изменения в процессе формирования качественных половых продуктов на самых ранних стадиях их формирования.

Исследование содержания липидов у воблы в мышцах и гонадах проводили в период миграции на нерест и осенью в предзимовальный период. Исследования у производителей в весенний период 2011 г. выявило дальнейшее небольшое

снижение этого важнейшего показателя жирового обмена. Среднее его количество составило 0,5 %, что оказалось ниже, чем у рыб, исследованных в 2010 и 2009 гг. В среднем, уровень жира в мышцах был невысоким и в сравнении с наблюдаемыми гораздо ранее значениями. Например, в 1980-1990 гг. уровень липидов в мышцах производителей воблы, мигрирующих в р. Волгу, колебался в пределах 2,5-5% (Шихшабеков, 1985, Справочник..., 1999). Аналогичная тенденция установлена в гонадах. В частности, за исключением результатов 2010 г., выявлена некоторая тенденция снижения жира в икре, соответственно в 2009 г. – 1,93%, 2010 г. – 2,63%, 2011 г. – 2,03%. В 1950-1960 гг. содержание липидов в икре воблы колебалось в пределах от 3% до 3,5% (Чепракова, Васецкий, 1962; Чепракова, 1961) (табл.3).

Уровень водорастворимого белка определенный в мышцах производителей воблы весной 2011 г. был несколько выше, чем у рыб, исследованных в 2010 г. (24,96 мг/г) и составил 28,42 мг/г, но оказался немного ниже, чем в 2009 г. (33 мг/г). Однако по данным ВНИРО белок в мышцах у каспийской воблы составлял 55 мг/г (Справочник..., 1999). Количество водорастворимого белка в гонадах самок воблы весной 2011 г. составило 80,03 мг/г. Здесь мы наблюдаем устойчивую тенденцию снижения количества белка в гонадах, определенную еще с 2008 г. У рыб, выловленных в 90-е гг., этот показатель составлял 204 мг/г (Справочник..., 1999). Все эти негативные тенденции, скорее всего, объясняются как недостатком пищи, так и невозможностью полноценно усвоить потребленную пищу, в связи с явлением хронической интоксикации. Все эти процессы свидетельствует о том, что у производителей воблы в последнее время происходит снижение аккумуляции биохимических субстратов, в том числе участвующих в формировании гонад (табл. 3).

**Таблица 3.** Межгодовая динамика содержания общих липидов и водорастворимого белка в тканях самок воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) в весенний период (р. Волга).

**Table 3.** Annual dynamics of the content of total lipids and water-soluble protein in the tissue of female roach (*Rutilus rutilus caspicus*) during the spring period (the Volga River).

Длина (l), см		Масса, г	Пол, СЗГ*	Упитанность по Фультону	Липиды, %		Водорастворимый белок, мг/г	
					мышцы	гонады	мышцы	гонады
2009 (M±m)								
24,3±0,44		322,7±19,3	♀IV	1,23±0,02	0,62±0,06	1,93±0,09	26,04±1,70	132,8±3,70
n	29	29		29	29	29	29	29
2010 (M±m)								
21±0,4		207±12,9	♀IV	1,18±0,02	0,55±0,05	2,63±0,14	24,56±1,90	96,3±3,92
n	34	34		34	34	34	34	34
2011(M±m)								
20,5±0,27		173,5±7,65	♀IV	1,10±0,02	0,50±0,03	2,03±0,09	28,42±1,54	80,03±4,65
	33	33		33	33	33	33	33
Данные прошлых лет								
					2,5-5	3-3,5	55	204

**Примечание:** \* СЗГ – стадия зрелости гонад.

**Note:** \* GMS – gonad maturation stage.

Уровень липидов в тканях у рыб, исследованных осенью 2011 г., был несколько выше, чем у рыб, исследованных в 2010 г. Количество липидов составило в мышцах – 0,74 % (2009 – 0,54%, 2010 – 0,52%), в гонадах – 1,79% (2009 г. – 2,17%, 2010 г. – 1,31%).

Содержание водорастворимого белка в мышцах у воблы в предзимоваальный период находилось в пределах нижней границы нормы – 43,93 мг/г, и было близко к уровню определенному у рыб, исследованных в 2010 г – 43,53 мг/г (2009 г. – 36 мг/г).

Содержание белка в гонадах у воблы в предзимоваальный период было ниже, чем в 2010 г. (155 мг/г, 2009 г. – 195 мг/г) и составило – 111,30 мг/г. Эта низкая средняя цифра связана с большим количеством особей, находящихся на II и II-III стадиях зрелости гонад, у которых, как известно, в половых продуктах белка накоплено меньше, чем у рыб III и IV стадий зрелости гонад. Так, среднее количество водорастворимого белка в гонадах зрелых самок составило 152,96 мг/г (табл. 4).

Но, несмотря на то, что в последние несколько лет, количество резервных веществ, накапливаемых воблой за нагульный период, относительно постоянно, и не наблюдается критических минимумов, их содержание все равно ниже, чем у рыб исследованных гораздо ранее. Так, количество липидов в мышцах не достигает той минимальной концентрации выявленной у рыб в 60-80-е гг., которая соответствовала 2% (доходило до 5%) (Казанчеев, 1981; Справочник..., 1999). Количество липидов в гонадах примерно в 1,5-2 раза ниже, чем у рыб выловленных 1950-60-х гг. (Чепракова, Васецкий, 1962). Количество водорастворимого белка в мышцах и гонадах у рыб в 1980-90-е гг. составляло 55 и 76,5 мг/г соответственно (Справочник..., 1999) (табл. 4).

**Таблица 4.** Межгодовая динамика содержания общих липидов и водорастворимого белка в тканях самок воблы в осенний период (Северный Каспий).

**Table 4.** Annual dynamics of the content of total lipids and water-soluble protein in the tissue of female roach (*Rutilus rutilus caspicus*) during the autumn period (the Northern Caspian).

Длина (l), см		Масса, г	Пол, СЗГ	Упитанность по Фультону	Липиды, %		Водорастворимый белок, мг/г	
					мышцы	гонады	мышцы	гонады
2009 (M±m)								
17±0,20		108±4,70	♀III	1,13±0,02	0,54±0,04	2,17±0,15	36±1,90	195±3,20
n	73	73		73	73	73	73	73
2010 (M±m)								
18±0,30		124±6,1	♀III	1,03±0,01	0,50±0,04	1,43±0,08	45,02±2,45	171,5±6,2
n	47	47		47	47	47	47	47
2011(M±m)								
16±0,3		88±5,5	♀III	1,05±0,02	0,74±0,06	1,79±0,16	43,93±2,77	111,30±8,31
n	61	61		61	61	60	58	55
Данные прошлых лет								
					2-5	3-4	55	76,5

**Примечание:** \* СЗГ – стадия зрелости гонад.

**Note:** \* GMS – gonad maturation stage.

Исследование содержания липидов в тканях у мигрирующего на нерест леща выявило, что в течение последних пяти лет этот показатель находился на стабильном, но довольно низком уровне. В частности, содержание липидов в мышцах: в 2007 г. – 0,63%; 2008 г. – 0,45%; 2009 г. – 0,67%; 2010 г. – 0,62%; 2011 г. – 0,62%. Как и у воблы, здесь наблюдается высокий коэффициент вариации (V=88,38%), от 0,26 до 2,39%. Это свидетельствует о физиологической разнокачественности производителей леща и объясняется наличием в выборки рыб

разных возрастов, веса (от 351 до 1 390 г.), длины (1 от 25 до 40 см), закономерно различающихся по этому показателю. По некоторым данным, уровень липидов в мышцах у производителей леща в 1950-1980 гг. колебался в пределах 2-7% (Казанчев, 1981). Учитывая то, что роль жировых депо у карповых выполняют мышцы, исследованных производителей леща следует отнести к группе истощенных (Комова, 2001) (табл. 5).

Аналогичная тенденция установлена в отношении количества общих липидов в гонадах: так в 2007 г. – 2,72%; 2008 г. – 1,72%; 2009 г. – 2,68%; 2010 г. – 2,17%; 2011 г. – 2,22%. По некоторым данным, жирность зрелых икринок леща ранее колебалась в пределах от 2 до 10% (Справочник..., 1999). Наши данные свидетельствуют о том, что жирность икры мигрирующего в Волгу леща, находится на нижней границе нормы.

В течение последних лет снижается количество водорастворимого белка в мышцах леща, соответственно: 2009 г. – 25,97 мг/г; 2010 г. – 38,80 мг/г и 2011 г. – 37,34 мг/г. Этот показатель по более ранним исследованиям в среднем колебался в пределах 50-60 мг/г (Справочник..., 1999). В икре происходят аналогичные процессы: 2009 г. – 117,80 мг/г; 2010 г. – 107,5 мг/г и 2011 г. – 109,5 мг/г. В прежние годы у зрелых производителей леща количество водорастворимого белка в икре колебалось в пределах 200 мг/г (Справочник..., 1999) (табл. 5).

**Таблица 5.** Межгодовая динамика содержания общих липидов и водорастворимого белка в тканях самок леща в осенний период (Северный Каспий).

**Table 5.** Annual dynamics of the content of total lipids and water-soluble protein in the tissue of bream (*Abramis brama*) during the autumn period (the Northern Caspian).

Длина (l), см		Масса, г	Пол, СЗГ*	Упитанность по Фультону	Липиды, %		Водорастворимый белок, мг/г	
					мышцы	гонады	мышцы	гонады
2009 (M±m)								
32,65±0,41		760,2±34	♀IV-V	1,17±0,04	0,67±0,11	2,68±0,19	25,97±1,00	117,80±6,60
n	27	27		27	27	27	27	27
2010 (M±m)								
34±0,73		808±63	♀IV-V		0,62±0,10	2,17±0,10	38,80±2,74	107,5±4,96
n	27	27			27	27	27	27
2011 (M±m)								
31,4±0,71		701±51,8	♀IV-V	1,09±0,03	0,62±0,10	2,22±0,22	37,34±2,25	109,5±5,00
n	30	30		30	30	30	30	30
Данные прошлых лет								
					2-7	2-10	50-60	200

**Примечание:** \* СЗГ – стадия зрелости гонад.

**Note:** \* GMS – gonad maturation stage.

На момент конца нагульного периода самки III СЗГ (стадии зрелости гонад) накапливали липидов в мышцах следующие количество: в 2010 г. – 0,64%, в 2011 г. – 0,62%. Количество водорастворимого белка у самок III СЗГ в мышцах составляло в 2010 г. – 41,45 мг/г, в 2011 г. – 44,91 мг/г. Количество липидов в гонадах у этих же особей изученных в 2010 г. составляло – 1,73%, в 2011 г. – 1,56%. Водорастворимого белка, соответственно, 146 мг/г и 111 мг/г. В 2009 г. аналогичные исследования не проводились (табл. 6).

Более ранние исследования этих рыб (Казанчев, 1981) выявляли у них высокое содержание липидов в мышцах – от 1,5 до 7% (по Сокслету) в зависимости от сезона года, с увеличением к осени. По данным ВНИРО, в 1990-е гг. у волжского леща отмечали содержание липидов в мышцах до 5,4%, белка до 190 мг/г (ВРБ – 57 мг/г) (Справочник..., 1999). В гонадах у леща Рыбинского водохранилища на III СЗГ отмечали до 3,94 % жира и 73,32 мг/г водорастворимого белка в гонадах (Комова, 2001), но здесь следует помнить о более холодном северном местообитании.

**Таблица 6.** Межгодовая динамика содержания липидов и водорастворимого белка в тканях леща (*Abramis brama*) в весенний период (р. Волга).

**Table 6.** Annual dynamics of the content of lipids and water-soluble protein in the tissue of bream (*Abramis brama*) during the spring period (the Volga River).

Длина (l), см		Масса, г	Пол, СЗГ*	Упитанность по Фультону	Липиды, %		Водорастворимый белок, мг/г	
					мышцы	гонады	мышцы	гонады
2009 (M±m)								
17±0,52		123±10,70	♀ III	1,10±0,05	0,43±0,04	-	29,31±1,61	-
n	30	30		30	30	-	30	-
2010 (M±m)								
25,2±0,5		305,8±20,9	♀ III	0,99±0,05	0,64±0,2	1,73±0,43	41,45±4,01	145,7±16,5
n	6	6		6	6	6	6	6
2011 (M±m)								
24±0,8		277±30,2	♀ III	0,94±0,03	0,62±0,07	1,56±0,33	44,91±6,98	111,46±18,66
n	8	8		8	8	8	8	8
Данные прошлых лет								
					1,5-7		57	

**Примечание:** \* СЗГ – стадия зрелости гонад.

**Note:** \* GMS – gonad maturation stage.

Таким образом, выводы о состоянии производителей леща, как и воблы, на момент конца нагульного периода в последние три года, свидетельствуют о том, что состояние рыб удовлетворительное, хотя не самое благополучное, т. к. в современных условиях Волго-Каспия осенние вобла и лещ продолжают не набирать того возможного максимума запасных резервных веществ.

Изучение физиологического состояния мигрирующей на нерест проходной сельди-черноспинки за последние два года показало, что оно далеко от оптимального. Подготовленность к нересту самок, обуславливаемое накоплением в мышечной ткани энергетических и пластических веществ, находилось на низком уровне. Запасы липидов в теле самок изученных в 2010 г. в среднем составляли 6,7% от сырой массы, в 2011 г. – 7,6%, а содержание водорастворимого белка в мышцах в 2010 г. составило – 38,9 мг/г, в 2011 г. – 51,1 мг/г. Это соответственно в 3-2 раза меньше, чем у особей изученных нами в 2003 г. и существенно ниже, по сравнению с 60-ми гг. прошлого века, когда, например, содержание жира у этого вида сельди достигало 11-18%. Судя по показателям жирового и белкового обменов в мышцах, изученной сельди, физиологическое состояние ее характеризовалось высокой степенью гетерогенности, что свидетельствует о нестабильных экологических условиях мест обитания этого вида.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные экологические условия Волго-Каспия отразились на состоянии обменных процессов рыб. У представленных в работе каспийских рыб на разных этапах годового цикла отмечаются некоторые функциональные нарушения, дефицит важнейших биохимических компонентов – липидов и белка, определяющих нормальную динамику продукционных процессов, уровень энергетики рыб в миграционный период и сроки успешного завершения репродуктивной функции. Несмотря на то, что у большей части современных каспийских рыб сохраняется нормальная направленность течения обменных процессов, встречающиеся здесь физиолого-биохимические нарушения не способствуют высокой эффективности воспроизводства потомства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алёхина Р.П., Финаева В.Г. Оценка эффективности размножения полупроходных рыб в дельте Волги. Сб. Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 2001. С. 7-21.

Ардабьева А.Г., Тарасова Л.И., Малиновская Л.В., Смирнова Л.В. Кормовая база Северного Каспия в 2002 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2002 г. Астрахань: КаспНИРХ, 2003. С. 134-144.

Дубровин И.Я., Rogov С.Ф., Прокопенко Е.И. О динамики жирности азовской хамсы на местах зимовки // Рыбн. хозяйство. 1973. №12. С. 11-15.

Егоров С.Н., Рылина О.Н., Попова О.В. и др. Эколого-токсикологическое состояние водной среды низовьев р. Волга и Северного Каспия в 2004 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2004 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2005. 616 с.

Житенева Л.Д., Рудницкая О.А., Калюжная Т.И. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Ростов-на-Дону: Изд-во «Молот», 1997. 152 с.

Иванов В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань, 2000. 96 с.

Ипатов В.В., Лукьяненко В.И. Значение и задачи эколого-физиологических исследований в биологическом обосновании промысловых прогнозов // Актуальные вопросы экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. IV Всесоюз. конф. Астрахань. 1979. Т.1. С. 15-17.

Казанчев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 168 с.

Катунин Д.Н., Егоров С.Н., Хрипунов И.А. и др. Основные особенности гидролого-гидрохимического режима р. Волги и Каспийского моря в трансгрессивный период // Рыбн. хозяйство. 2007. №3. С. 75-77.

Кова Н. И. Динамика биохимического состава тканей леща *Abramis brama* (Cyprinidae) при созревании гонад // Вопр. ихтиологии. 2001. Т. 41. №3. С. 408-415.

Кривобок М.Н., Тарковская О.И. Определение жира в теле рыб. В кн. Руководство по методике исследований физиологии рыб. М.: Изд-во АН СССР. 1962. С. 134-142.

Кушаковский М.С. Клинические формы повреждения гемоглобина. Л.: Медицина, 1968. 325 с.

Луц Г.И., Rogov С.Ф., Пряхин Ю.В. Некоторые закономерности колебаний численности пелагических рыб Азовского моря – тюльки, сельди и хамсы // Вопр. ихтиологии. 1984. Т. 24. Вып. 1. С. 3-10.

Малиновская Л.В., Кочнева Л.А. Состояние зообентоса Каспийского моря в июне 2007 г. // Материалы международной научно-практической конференции «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна» (13-16 октября 2008 г., Астрахань). Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2008. 485 с.

Металлов Г.Ф., Гераскин П.П., Шелухин Г.К., Аксёнов В.П. Физиолого-биохимическая оценка состояния русского осетра в современных условиях Волго-Каспия. Сб.: Физиолого-биохимический статус волго-каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный политоксикоз). Рыбинск: (б. и.), 1990. С. 18-187.

Методы биологии развития. Экспериментально-эмбриологические, молекулярно-биологические и цитологические / под. ред. Детлаф Т.А., Бродского В.Я., Гаузе Г.Г. М.: Изд-во «Наука», 1974. 619 с.

Рылина О.Н., Попова О.В., Попов О.П. и др. Эко-токсикологический мониторинг Волго-Каспийского бассейна // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2002 г. Астрахань, 2003. С. 54-74.

Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоемов. М: Изд-во ВНИРО, 1999. 207 с.

Строганов Н.С. Экологическая физиология рыб. М.: Изд-во Московского университета, 1962. Т. 1. 443 с.

Тодоров Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии. София: Изд-во «Медицина физкультура», 1963. 874 с.

Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянова Г.А. Практикум по общей биохимии. М.: Просвещение, 1975. 318 с.

Хорошко В.И., Эмирова Р.И., Дудкина М.М., Ретина Т.Н. Накопление загрязняющих веществ некоторых промысловых объектах Каспийского бассейна // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2002 г. Астрахань. 2003. С. 94-101.

Чепракова Ю.И. Содержание жира в неоплодотворенной икре текущих самок нерестового стада воблы // Труды совещания ихтиологической комиссии Академии Наук СССР. 1961. Вып.13. С. 296-300.

Чепракова Ю.И., Васецкий С.Г. Особенности зрелой икры воблы (*Rutilus caspicus jak.*) в связи с характером нерестового стада // Вопр. ихтиологии. 1962. Т. 2. Вып. 2 (23). С. 262-274.

Шатуновский М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука, 1980. 288 с.

Шелухин Г.К. Физиолого-биохимические параметры осетровых в морской и речной периоды жизни. Автореф. диссерт. на соиск. уч. степ. кандидата биол. наук. Петрозаводск: (б. и.), 1974. 20 с.

Шихшабеков М.М. Влияние измененных условий на репродуктивные циклы рыб Южных широт. Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах разных широт. М.: «Наука», 1985. С. 134-148.

Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М: Изд-во «Пищевая промышленность», 1972. 368 с.

Шульман Г.Е., Аболмасова Г.И., Столбов А.Я. Использование белка в энергетическом обмене гидробионтов // Успехи современной биологии. 1993. Т. 13. Вып. 5. С. 576-586.

Щепкин В.И. Особенности липидного состава ткани средиземноморских кальмаров с различной экологией // Гидробиол. журнал. 1976. № 3. С. 76-78.

Trinder P. Determination of Glucose in Blood Using Glucose Oxidase with an Alternative Oxygen Acceptor // Annals of Clinical Biochemistry № 6, 1969, p. 24-25.

Zollner N., Kirsch K. Colorimetric method for determination of total lipids // Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin, №135, 1962, p. 545-550.

**SPECIAL FEATURES OF METABOLIC PROCESSES IN SOME PARTICULARLY VALUABLE CASPIAN FISH SPECIES UNDER PRESENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF THE VOLGA-CASPIAN BASIN (FROM THE 2009-2011)**

© 2012 г. D.R. Faizulina, S.A. Golovinova, N.N. Bazelyuk

*Caspian Fisheries Research Institute, Astrakhan*

Special features of metabolic processes in some particularly valuable Caspian fish species (Russian sturgeon – *Acipenser gueldenstaedtii*, sterlet – *Acipenser ruthenus*, roach – *Rutilus rutilus caspicus*, bream – *Abramis brama*, black-backed shad – *Alosa kessleri*) were studied. Comparative analysis of blood values, lipid and protein content in fish tissues and literature data of previous years was made.

*Key words:* Russian sturgeon, sterlet, roach, bream, black-backed shad, metabolic processes, physiological and biochemical characteristic.