

Д. Р. Файзулина, С. В. Пономарёв, Н. Н. Базелюк

**ОСОБЕННОСТИ МЕЖГОДОВОЙ ДИНАМИКИ
ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕКОТОРЫХ ТКАНЕЙ
КАСПИЙСКОЙ ВОБЛЫ (*RUTILUS RUTILUS CASPICUS*)
ПО ДАННЫМ 2009–2013 ГГ.**

Изучена межгодовая динамика физиолого-биохимических показателей крови, мышц, гонад и печени каспийской воблы. Обобщение данных за 5 лет позволило выявить разнонаправленные изменения в количественных характеристиках этих показателей – гемоглобина, общего сывороточного белка, β -липопротеидов, холестерина, общих липидов и водорастворимого белка в межгодовом аспекте. Полученные данные проанализированы с учетом соответствующего периода годового цикла воблы – в преднерестовый период (IV стадия зрелости гонад) и предзимовальный (III стадия зрелости гонад). Среднее количество гемоглобина в крови у большей части изученных особей не выходило за пределы нормы нерестового состояния и подготовки к зимовке. В весенние периоды 2009–2013 гг. содержание общего сывороточного белка варьировало от 45,97 до 58,10 г/л, в предзимовальные – от 44,52 до 69,58 г/л. Установлено, что в нерестовые периоды среднее содержание β -липопротеидов в сыворотке крови гораздо выше, чем в предзимовальные. В нерестовые периоды 2009–2013 гг. уровень холестерина в сыворотке крови воблы составил 1,74–2,89 г/л, общих липидов – 11,10–15,95 г/л, в предзимовальные периоды – 2,30–6,0 и 12,68–19,04 г/л соответственно. Установлена относительная количественная стабильность общих липидов и водорастворимого белка в мышцах, гонадах и печени в 2009–2012 гг., с 2013 г. отмечена тенденция к увеличению липидных и белковых компонентов в изученных тканях.

Ключевые слова: каспийская вобла, кровь, мышцы, гонады, печень, гемоглобин, общий сывороточный белок, β -липопротеиды, холестерин, общие липиды, водорастворимый белок, стадия зрелости гонад.

Введение

Каспийская вобла (*Rutilus rutilus caspicus* Jak.) относится к полупроходным формам плотвы и населяет солоноватые воды Каспийского моря [1]. В последние несколько десятилетий численность этого ценного промыслового объекта значительно снизилась. Вылов воблы уменьшился с 19 тыс. т в 1992 г. до 1,5 тыс. т в 2011 г., причем масштабы ее естественного воспроизводства ежегодно сокращаются [2].

Уменьшение запасов воблы, как и других ценных промысловых объектов Волжско-Каспийского бассейна, связано как с высокой интенсивностью их вылова, так и с ухудшением среды обитания рыб. Деформация весеннего паводка, ухудшение условий нагула в море, как по гидрологическим параметрам, так и по кормовым ресурсам, загрязнение Волги и Каспийского моря являются широко известными фактами. В течение ряда лет в воде и донных отложениях постоянно выявляли ряд агрессивных поллютантов, в том числе нефтеуглеводороды и тяжелые металлы, в количествах превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) [3–8].

Изменения экологии обитания воблы отразились на ее физиологическом состоянии, в том числе и на конкретных физиолого-биохимических показателях организма рыбы.

Цель исследований – выявить особенности межгодовой динамики физиолого-биохимических показателей некоторых тканей воблы:

– в крови – гемоглобина, общего сывороточного белка (ОСБ), β -липопротеидов, холестерина, общих липидов;

– в мышцах, гонадах и печени – общих липидов и водорастворимого белка.

Многообразие функций крови – одной из дифференцированных и реактивных тканей – поставило ее в ряд ценных индикаторов. Являясь одной из наиболее лабильных тканей, кровь быстро реагирует на действие различных факторов, что приводит к восстановлению равновесия между организмом и средой, поддерживая гомеостаз организма. В связи с современным глобальным антропогенным влиянием и, соответственно, изменившимися условиями существования рыб, а также в зависимости от силы фактора, влияющего на водоем, могут произойти изменения наиболее стабильных характеристик организма, которые выведут его из состояния гомео-

стаза [9]. Именно по количественным характеристикам ключевых биохимических показателей крови можно оценить степень негативного влияния среды и возможность обратимости последствий этого влияния.

Интенсивность обменных процессов организма определяется исключительной ролью *гемоглобина*. Этот показатель крови, способствующий сохранению гомеостаза, наиболее устойчив. Колебания его уровня возможны в пределах определенных параметров, специфичных для каждого вида рыб [9].

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 [10]. Количество ОСБ может колебаться в значительных пределах [11].

Сывороточные β -липопротеиды тесно связаны с липидным обменом и играют наравне с протеинами большую роль в формировании гонад. Они транспортируют триацилглицерины, холестерин и фосфолипиды от печени к тканям. Снижение транспорта резервных веществ, в котором участвуют липопротеиды, может свидетельствовать об общем снижении интенсивности обменных процессов и, как следствие, задержке созревания половых продуктов [12].

Другие физиологические параметры крови, характеризующие липидный обмен, – содержание *холестерина* и *общих сывороточных липидов*, участвующих в процессе формирования половых продуктов и выработке половых гормонов, показательны и динамичны. Изменчивость этих параметров крови обусловлена рядом факторов: интенсивностью и характером питания, степенью зрелости половых продуктов и в целом – активностью обмена веществ, экологической обстановкой и токсикологическими особенностями среды обитания. Холестерин необходим в процессе формирования естественной реакции организма на стресс, при этом выделяется адренкортикотропин, который влияет на синтез и секрецию кортикоидных гормонов (кортизол, кортизон, кортикостерон) [13, 14].

Высокая информативность показателей жирового (*общие липиды*) и белкового (*водорастворимый белок*) обмена мышц, гонад и печени в качестве характеристики физиологического состояния организма продемонстрирована исследованиями многих видов рыб [15, 16]. По накоплению липидов и белков в тканях рыб можно судить не только об обеспеченности их пищей. Белок и липиды мышц расходуются на энергетические нужды и на формирование половых продуктов. Концентрацию белка рассматривают как показатель нормального течения пластического обмена, а в некоторых случаях – как альтернативный источник энергии [16]. Эти показатели дают возможность прогнозировать снижение или увеличение плодовитости, эффективность нереста, а также выживаемость рыб во время зимовки. Известно, что рыбы, как верхнее трофическое звено водной экосистемы, являются индикаторами загрязнения, по изменению их физиологического состояния можно оценивать последствия наличия токсичных веществ в воде [17–19].

Материал и методы исследования

Материал собирали в 2009–2013 гг. в морских (Северный Каспий) и речных (низовья р. Волги) экспедициях в преднерестовый (апрель – май) и предзимовальный (октябрь – ноябрь) периоды. Материал представлен половозрелыми самками 3–4-х лет. В весенний (преднерестовый) период рыбы находились на IV стадии зрелости гонад (СЗГ), в осенний (предзимовальный) – на III СЗГ.

В крови воблы определяли: содержание ОСБ с помощью рефрактометра ИРФ-454 Б [20]; β -липопротеидов – по методу Бурштейна – Самая [21]; общего холестерина – энзиматическим методом [22], гемоглобина – по методу Кушаковского [23], общих липидов в сыворотке крови – по методу Цольнера [24]. Содержание общих липидов в тканях определяли модифицированным методом по Цольнеру [24, 25]. Концентрацию водорастворимого белка определяли методом Варбурга и Христьяна [26], основанном на спектрофотометрическом измерении оптической плотности белкового раствора при длине волн 260 и 280 нм.

Результаты исследования и их обсуждение

Изученные нами физиолого-биохимические показатели тканей каспийской воблы имели по годам количественные различия. Н. С. Строганов [11] отмечал, что содержание гемоглобина в крови у различных видов рыб может варьировать от 40 до 147 г/л. Изучение уровня гемоглобина в крови воблы в преднерестовый период в 2009–2013 гг. показало, что его величина

в среднем колебалась от 49,87 до 57,90 г/л, достигая у отдельных особей 70–80 г/л. Уровень гемоглобина в крови повышается у тех рыб, которые вступили в фазу активного передвижения, например, в поисках пищи, подходу к местам нереста, местам зимовки, выявлена также количественная корреляция со степенью готовности к нересту [9, 27]. Для самок карпа, близких к нерестовому состоянию, отмечалась концентрация гемоглобина 70–100 г/л [27]. В преднерестовые периоды 2009–2012 гг. у воблы отмечена тенденция к снижению количества гемоглобина в крови – 54,29; 57,90; 50,36; 49,87 г/л соответственно (в 2007–2008 гг. – 70,0; 61,67 г/л соответственно). Индивидуально отмечались особи с выраженным отклонением – анемией, когда количество гемоглобина в крови было ниже 40 г/л. Весной 2013 г. отмечено увеличение количества гемоглобина до 55,55 г/л.

В предзимовальные периоды 2009–2013 гг. среднее количество гемоглобина по изученным выборкам воблы колебалось от 44,80 до 71,42 г/л. Осенью 2013 г. отмечено его увеличение в 1,3–1,6 раза по сравнению с данными 2009–2011 гг., что связано с экологическими особенностями среды обитания воблы, в том числе улучшением кормовой базы и активным откормом в нагульный период 2013 г. Таким образом, среднее количество гемоглобина в крови проанализированных выборок воблы в межгодовом аспекте варьировало, не выходя за пределы нормы нерестового состояния и подготовки к зимовке у большей части особей. Наиболее высокий уровень ОСБ в крови рыб наблюдался на III–IV СЗГ [28]. У разных рыб концентрация ОСБ может составлять от 25 до 70 г/л [11]. В весенние периоды 2009–2013 гг. у каспийской воблы содержание ОСБ варьировало от 45,97 до 58,10 г/л, что вполне закономерно для ее нерестового состояния.

Согласно результатам ежегодного кластерного анализа, 65–70 % популяции воблы характеризовалось высоким и средним уровнем ОСБ и гемоглобина, что подтверждало готовность рыб к нересту. В предзимовальные периоды 2009–2013 гг. содержание ОСБ у воблы варьировало от 44,52 до 69,58 г/л. В 2013 г. отмечено повышение уровня ОСБ. В ежегодно изучаемых весенних и осенних выборках воблы количество рыб с содержанием ОСБ ниже 30 г/л, которые характеризовались как патологичные (истощенные, с нарушением белкового обмена), в среднем не превышало 10–15 %.

Сывороточные β -липопротеиды образуются в печени, уменьшение их количества в сыворотке крови может свидетельствовать или о снижении активности их синтеза в указанном органе, или об активном использовании тканями организма рыб [29]. Сывороточные β -липопротеиды являются переносчиками биохимических субстратов в икру при ее созревании, и их количественные характеристики зависят от СЗГ. В процессе начала формирования β -липопротеидов и после его завершения их уровень не должен быть высоким. При активном транспорте белка и липидов в икру уровень β -липопротеидов должен повышаться. В нерестовые периоды, когда идет активный перебор резервных биохимических субстратов для окончательного формирования гонад, среднее содержание β -липопротеидов в сыворотке крови гораздо выше (в 2009–2013 гг. средний уровень составлял 2,57; 2,26; 3,85; 1,20; 0,57 г/л соответственно), чем в предзимовальные (2009–2013 гг. – 0,81; 0,86; 1,09; 0,72 г/л соответственно). Исключением стала весна 2013 г., когда был отмечен низкий уровень β -липопротеидов на фоне высоких значений гемоглобина и ОСБ, что свидетельствовало о завершении формирования гонад у большинства особей нерестовой части популяции каспийской воблы.

Полноценное формирование гонад возможно при определенном уровне холестерина и общих липидов, которые необходимы для построения половых продуктов и накопления в качестве энергетических резервов в них. В нерестовые периоды 2009–2013 гг. у воблы был зафиксирован уровень холестерина в сыворотке крови от 1,74 до 2,89 г/л, в предзимовальные периоды 2009–2011 гг. – от 2,30 до 3,32 г/л, что сопоставимо с количеством холестерина в крови у воблы, исследованной в 1970-е гг., – 2,38 г/л [30].

Уровень общих липидов в сыворотке крови воблы в среднем по выборкам в 2009–2013 гг. колебался: в нерестовые периоды – 11,10–15,95 г/л, в предзимовальные (2009–2011 гг.) – 12,68–15,11 г/л, соответствуя таковому прошлых лет – 11,92 г/л (по данным 1985 г. [30]). В предзимовальный период 2013 г. отмечено высокое среднее значение холестерина – 6,14 г/л и общих липидов – 19,04 г/л. Содержание холестерина в среднем колебалось в пределах 2,99–14,80 г/л, коэффициент вариации составил 34 %. Диапазон колебания общих липидов составил 7,02–31,38 г/л, коэффициент вариации – 35 %. В предзимовальный период 2013 г. наблюдалось общее увеличением интенсивности белкового и липидного обмена у воблы. Слишком высокие индивидуальные значения холестерина, вероятно, могут свидетельствовать о нахождении отдельных особей в состоянии стресса.

Анализ содержания общих липидов и водорастворимого белка в мышцах, гонадах и печени воблы в весенние периоды 2009–2012 гг. показал относительную количественную стабильность их значений. Это свидетельствовало о том, что в нерестовую миграцию вступают наиболее подготовленные особи с определенным уровнем энергетики, позволяющим осуществить репродуктивную функцию. В преднерестовый период 2013 г. было отмечено увеличение показателей липидного и белкового обмена воблы по отношению к результатам исследований аналогичных периодов в 2011–2012 гг.: в мышцах – в 1,6–1,7 и 2,4–1,4 раза соответственно; в гонадах – в 1,2 и 1,7–1,6 раза соответственно; в печени – в 1,4–1,2 и 2–1,6 раза соответственно (табл. 1, 2). С большим запасом энергии в виде этих веществ в мышцах гораздо успешнее происходит миграция производителей к местам размножения и процесс нереста. Увеличение количества этих субстратов в генеративной ткани обеспечивает высокую эффективность нереста, жизнестойкое потомство, полноценно обеспеченное веществами для эндогенного питания на ранних стадиях онтогенеза, в печени – отсутствие отклонений в процессе синтеза важнейших биохимических компонентов липидного и белкового обменов организма рыбы. Ранее эти показатели были еще более высокими. Так, в 1950–1980 гг. уровень липидов в мышцах производителей воблы, мигрирующих в р. Волгу, колебался в пределах 2,5–5,0 % [31]. В 1950–1960 гг. содержание липидов в икре воблы колебалось в пределах 3,0–3,5 % [32]. В 1990-е гг. количество жира в печени составляло 2,6 % [33]. Количественные характеристики водорастворимого белка сопоставимы с данными 1990-х гг.: в мышцах – 55 мг/г, в гонадах – 120–150 мг/г, в печени содержание общего белка составляло 216 мг/г [33].

Таблица 1

Динамика содержания общих липидов в тканях воблы в нерестовый период, IV СЗГ (выборка из р. Волги)

Год	Общие липиды, %		
	Мышцы	Гонады	Печень
2009	0,62	1,93	–
2010	0,55	2,63	3,60
2011	0,54	2,11	1,81
2012	0,52	2,08	2,13
2013	0,87	2,51	2,47

Таблица 2

Динамика содержания водорастворимого белка в тканях воблы в нерестовый период, IV СЗГ (выборка из р. Волги)

Год	Водорастворимый белок, мг/г		
	Мышцы	Гонады	Печень
2009	26,04	132,89	–
2010	24,56	96,26	129,12
2011	28,42	83,22	81,28
2012	47,22	85,31	105,84
2013	68,72	138,87	165,46

Количество общих липидов и водорастворимого белка, накапливаемых воблой к концу нагульного и началу предзимовального периодов, в изученных тканях за последние несколько лет (2009–2013 гг.) также стабильно, с 2010 г. даже наметилась тенденция к увеличению (табл. 3, 4). Исключением стал 2012 г., когда средняя концентрация общих липидов немного уменьшилась, а с 2010 г. наблюдается увеличение накопления липидных субстратов в тканях воблы. Белковая составляющая не подвергалась резким количественным изменениям. В предзимовальный период 2013 г. отмечено резкое увеличение липидных компонентов в тканях, а также водорастворимого белка в гонадах и печени.

Таблица 3

Динамика содержания общих липидов в тканях воблы в предзимовальный период, III СЗГ (выборка из Северного Каспия)

Год	Общие липиды, %		
	Мышцы	Гонады	Печень
2009	0,54	2,17	–
2010	0,50	1,43	2,21
2011	0,74	2,01	2,72
2012	0,58	1,69	2,74
2013	0,95	2,52	3,43

**Динамика содержания водорастворимого белка в тканях воблы
в предзимовальный период, III СЗГ (выборка из Северного Каспия)**

Год	Водорастворимый белок, мг/г		
	Мышцы	Гонады	Печень
2009	35,59	184,15	–
2010	45,02	155,15	113,69
2011	43,47	111,3	116,80
2012	67,66	116,70	115,40
2013	55,72	158,85	128,63

Осенью 2013 г. среди самок III СЗГ из предзимовальных скоплений не наблюдалось особей с критически низким уровнем общих липидов в мышцах – менее 0,3 % (табл. 5), которые, как правило, характеризуются отклонениями: анемичные, истощенные, с тотальной резорбцией половых продуктов. Они, вероятно, не переживут зимовку, не смогут совершить нерестовую миграцию и вступить в нерест весной следующего года

Таблица 5

**Количество производителей воблы,
собранной в предзимовальные периоды в Северном Каспии,
с критически низким и низким уровнем общих липидов в мышцах, %**

Общие липиды в мышцах, %	Годы					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0,3 – критически низкий уровень	10	23	17	–	15	–
0,3–0,4 – низкий уровень	23	26	35	27	19	2

Малоперспективных для нереста самок с низким уровнем липидов (0,3–0,4 %) в осенней выборке 2013 г. было всего 2 %, против 19 % таковых в 2012 г. С 2010 г. наблюдалась тенденция к уменьшению количества малоперспективных рыб в исследованных выборках воблы (табл. 5), что свидетельствовало об улучшении ее физиолого-биохимического состояния.

Заключение

Таким образом, физиолого-биохимические показатели крови, мышц, гонад и печени каспийской воблы за проанализированный период (2009–2013 гг.) варьировали по годам. Функциональные показатели крови в основном не выходили за пределы нормы соответствующего периода годового цикла воблы. С 2013 г. отмечена тенденция к увеличению накопления липидных и белковых компонентов в изученных тканях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никольский Г. В.* Частная ихтиология / Г. В. Никольский: учеб. для биол. спец. ун-тов. М.: Высш. шк., 1971. 417 с.
2. *Васильева Т. В.* Состояние запасов водных биоресурсов. Перспективы их сохранения и использования в Волжско-Каспийском бассейне / Т. В. Васильева, С. В. Шипулин, Ю. А. Кузнецов, А. Д. Власенко // Рыбохоз. исслед. в низовьях реки Волги и Каспийском море: сб. науч. тр. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2012. 208 с.
3. *Алехина Р. П.* Оценка эффективности размножения полупроходных рыб в дельте Волги / Р. П. Алехина, В. Г. Финаева // Экология молодежи и проблемы воспроизводства каспийских рыб: сб. науч. тр. М.: Изд-во ВНИРО, 2001. С. 7–21.
4. *Ардабьева А. Г.* Кормовая база Северного Каспия в 2002 г. / А. Г. Ардабьева, Л. И. Тарасова, Л. В. Малиновская, Л. В. Смирнова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2002 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2003. С. 134–144.
5. *Катунин Д. Н.* Основные черты гидролого-гидрохимического режима Каспийского моря в 2002 г. / Д. Н. Катунин, С. Н. Егоров, И. А. Хрипунов, Д. В. Кашин, Н. П. Беспарточный, Е. А. Кравченко, Л. Н. Никотина, Е. Г. Железцова, А. Б. Дулимов, В. И. Фесенко, А. В. Азаренко // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2002 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2003. С. 14–36.
6. *Уцов С. А.* Влияние токсикантов нефтегазовой индустрии на показатели липидного обмена рыб Среднего Каспия / С. А. Уцов, Г. С. Горбунова, А. С. Абдусаматов, А. А. Курапов // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2004. С. 88–91.

7. Егоров С. Н. Эколого-токсикологическое состояние водной среды низовьев р. Волга и Северного Каспия в 2004 году / С. Н. Егоров, О. Н. Рылина, О. В. Попова, Н. В. Карыгина, Е. В. Чуйко, А. А. Теркулова, Э. С. Попова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2004 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2005. 616 с.
8. Коршенко А. Н. Качество морских вод по гидрохимическим показателям / А. Н. Коршенко, И. Г. Матвийчук, Т. И. Плотникова, А. И. Панова, Д. Б. Иванов, В. С. Кирьянов // Ежегодник. 2007. Обнинск, ОАО «ФОП», 2009. 199 с.
9. Житенева Л. Д. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб. Справочник / Л. Д. Житенева, О. А. Рудницкая, Т. И. Калужная. Ростов н/Д: Молот, 1997. 152 с.
10. Ипатов В. В. Значение и задачи эколого-физиологических исследований в биологическом обосновании промысловых прогнозов / В. В. Ипатов, В. И. Лукьяненко // Актуальные вопросы экологической физиологии и биохимии рыб. Экологическая физиология и биохимия рыб: Тез. докл. IV Всесоюз. конф. Астрахань, 1979. Т. 1. С. 15–17.
11. Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб / Н. С. Строганов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. Т. 1. 443 с.
12. Металлов Г. Ф. Физиолого-биохимическая оценка состояния русского осетра в современных условиях Волго-Каспия / Г. Ф. Металлов, П. П. Гераскин, Г. К. Шелухин, В. П. Аксёнов // Физиолого-биохимический статус волго-каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани [кумулятивный политоксикоз]. Рыбинск, 1990. С. 181–187.
13. Лапин В. И. Особенности состава, физиологическое и экологическое значение липидов рыб / В. И. Лапин, М. И. Шатуновский // Успехи современной биологии. 1981. Т. 92, вып. 3 (6). С. 380–394.
14. Биохимия: учеб. для вузов / под ред. Е. С. Северина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 768 с.
15. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб / М. И. Шатуновский. М.: Наука, 1980. 288 с.
16. Шульман Г. Е. Использование белка в энергетическом обмене гидробионтов / Г. Е. Шульман, Г. И. Аболмасова, А. Я. Столбов // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113, вып. 5. С. 576–586.
17. Моисеенко Т. И. Изменение стратегии жизненного цикла рыб под воздействием хронического загрязнения вод / Т. И. Моисеенко // Экология. 2002. № 1. С. 50–60.
18. Рощина О. В. Влияние природных и антропогенных факторов на активность ферментов сыворотки крови черноморских рыб: на примере морского ерша: дис. ... канд. биол. наук / О. В. Рощина. М., 2010. 150 с.
19. Луц Г. И. Некоторые закономерности колебаний численности пелагических рыб Азовского моря – тильки, сельди и хамсы / Г. И. Луц, С. Ф. Рогов, Ю. В. Пряхин // Вопросы ихтиологии. 1984. Т. 24, вып. 1. С. 3–10.
20. Филиппович Ю. Б. Практикум по общей биохимии / Ю. Б. Филиппович, Т. А. Егорова, Г. А. Севастьянова. М.: Просвещение, 1975. 318 с.
21. Тодоров Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии / Й. Тодоров. София: Медицина и физкультура, 1963. 874 с.
22. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor // Ann. Clin. Biochem. 1969. Vol. 6. P. 24–28.
23. Кушаковский М. С. Клинические формы повреждения гемоглобина / М. С. Кушаковский. Л.: Медицина, 1968. 325 с.
24. Zollner N., Kirsch K. Colorimetric method for determination of total lipid in serum / N. Zollner, K. Kirsch // Z. Ges. Exp. Med. 1962. 135 : 545.
25. Седов С. И. Некоторые особенности жирового и белкового обмена у каспийского тюленя в естественных условиях и при экспериментальном голодании / С. И. Седов, В. Д. Румянцев, С. Б. Кривасова, М. К. Юсупов // Энергетические аспекты роста и обмена водных животных. Киев: Наук. думка, 1972. С. 198–200.
26. Методы биологии развития. Экспериментально-эмбриологические, молекулярно-биологические и цитологические / под ред. Т. А. Детлаф, В. Я. Бродского, Г. Г. Гаузе. М.: Наука, 1974. 619 с.
27. Попов О. П. Физиолого-биохимическая характеристика функционального состояния карпа (*Surginus carpio* L.) в процессах заводского воспроизводства, селекции и товарного выращивания: автореф. ... дис. канд. биол. наук / О. П. Попов. М., 1986. 25 с.
28. Долидзе Ю. Б. Сравнительный биохимический анализ функционального состояния производителей белуги в естественных и заводских условиях / Ю. Б. Долидзе // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства: тез. докл. науч.-практ. конф. Волгоград, 1981. С. 71–73.
29. Лизенко Е. И. Сравнительная характеристика липидных компонентов сыворотки крови некоторых хрящевых и костных рыб / Е. И. Лизенко, В. С. Сидоров, Т. И. Регеранд, С. Д. Гурьянова // Журнал эволюционной биохимии. 1998. Т. 4. С. 641–647.
30. Седов С. И. Физиолого-биохимическая характеристика и генетическая структура северокаспийской воблы и проблема регуляции её воспроизводства / С. И. Седов, С. Б. Андрианова // VI Всесоюз. конф. по эколог. физиологии и биохимии рыб: тез. докл. Вильнюс, 1985. С. 217–219.

31. Шихшабеков М. М. Влияние изменённых условий на репродуктивные циклы рыб Южных широт // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоёмах разных широт / М. М. Шихшабеков. М.: Наука, 1985. С. 134–148.

32. Чепракова Ю. И. Содержание жира в неоплодотворённой икре текучих самок нерестового стада воблы / Ю. И. Чепракова // Тр. совещ. Ихтиол. комиссии Акад. наук СССР. 1962. Вып. 13. С. 296–300.

33. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоёмов / под ред. В. П. Быкова. М.: ВНИРО, 1999. 207 с.

Статья поступила в редакцию 4.04.2014

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Файзулина Дина Рубиновна – Россия, 414056, Астрахань, Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы»; d_faizulina@mail.ru.

Пономарёв Сергей Владимирович – Россия, 414056, Астрахань, Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук, профессор; зав. кафедрой «Аквакультура и водные биоресурсы»; kafavb@yandex.ru.

Базельюк Надежда Николаевна – Россия, 414056, Астрахань, Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; канд. филос. наук; зав. лабораторией физиологии и генетики рыб; bazelyuk2012@yandex.ru.



D. R. Faizulina, S. V. Ponomarev, N. N. Bazelyuk

FEATURES OF INTERANNUAL DYNAMICS OF THE PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF SOME TISSUES OF THE CASPIAN VOBLA (*RUTILUS RUTILUS CASPICUS*) ACCORDING TO 2009–2013

Abstract. Interannual dynamics of physiological and biochemical indicators of blood, muscles, gonads and liver of the Caspian vobla is studied. Data in 5 years are generalized and multidirectional changes in quantitative characteristics of these indicators – hemoglobin, total serum protein, β -lipoproteids, cholesterol, general lipids and water-soluble protein in interannual aspect are revealed. The analysis of the obtained data is carried out taking into account the period of the annual cycle of vobla – in the prespawning (the IV SZG) and the prewintering (the III SZG) periods. The average amount of hemoglobin in blood of vobla did not go beyond the norm of the spawning state and preparation to wintering at the most part of the studied individuals. During the spring periods of 2009–2013 the content of the total serum protein varied from 45.97 to 58.10 g/l, during the prewintering periods – from 44.52 to 69.58 g/l. It is established that during the spawning periods, the average content of β -lipoproteins in blood serum is much higher than during the prewintering periods. During the spawning periods of 2009–2013 the cholesterol level in blood serum was 1.74–2.89 g/l, the total lipids – 11.10–15.95 g/l, during the prewintering periods – 2.30–6.14 g/l and 12.68–19.04 respectively. Data on quantity of the general lipids and water-soluble protein in muscles, gonads and liver showed their relative quantitative stability in 2009–2012. Since 2013 the tendency of increase of accumulation of lipid and protein components in the studied tissue has been noted.

Key words: Caspian vobla, blood, muscles, gonads, liver, hemoglobin, total serum protein, β -lipoproteids, cholesterol, total lipids, water-soluble protein, stage of gonads' maturation.

REFERENCES

1. Nikol'skii G. V. *Chastnaia ikhtiologiya* [Private ichthyology]. Moscow, Vysshiaia shkola Publ., 1971. 417 p.
2. Vasil'eva T. V., Shipulin S. V., Kuznetsov Iu. A., Vlasenko A. D. Sostoianie zapasov vodnykh bioresursov. Perspektivy ikh sokhraneniia i ispol'zovaniia v volzhsko-Kaspiiskom basseine [State of the stocks of water bioresources. Perspectives of the conservation and usage in Volga-Caspian basin]. *Rybokhoziaistvennye issledo-*

vaniia v nizov'iaxh reki Volgi i Kaspiiskom more: *Sbornik nauchnykh trudov*. Astrakhan, Izd-vo KaspNIRKh, 2012. 208 p.

3. Alekhina R. P., Finaeva V. G. Otsenka effektivnosti razmnozheniia poluprokhodnykh ryb v del'te Volgi [Assessment of the efficiency of reproduction of semi-anadromous fish in the Volga delta]. *Ekologiya molodi i problemy vosproizvodstva kaspiiskikh ryb. Sbornik nauchnykh trudov*. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2001, pp. 7–21.

4. Ardab'eva A. G., Tarasova L. I., Malinovskaia L. V., Smirnova L. V. Kormovaia baza Severnogo Kaspiia v 2002 g. [Food reserve of the Northern Caspian in 2002]. *Rybokhoziaistvennye issledovaniia na Kaspii. Rezul'taty NIR za 2002 god*. Astrakhan, KaspNIRKh, 2003, pp. 134–144.

5. Katunin D. N., Egorov S. N., Khripunov I. A., Kashin D. V., Bespartochnyi N. P., Kravchenko E. A., Nikotina L. N., Zheleztsova E. G., Dulimov A. B., Fesenko V. I., Azarenko A. V. Osnovnye cherty gidrologo-gidrokhimicheskogo rezhima Kaspiiskogo moria v 2002 g. [Basic characteristics of hydrological and hydrochemical regime of the Caspian Sea in 2002]. *Rybokhoziaistvennye issledovaniia na Kaspii. Rezul'taty NIR za 2002 god*. Astrakhan, KaspNIRKh, 2003, pp. 14–36.

6. Utsov S. A., Gorbunova G. S., Abdusamadov A. S., Kurapov A. A. Vliianie toksikantov neftegazovoi industrii na pokazateli lipidnogo obmena ryb Srednego Kaspiia [Influence of toxicants of oil industry on the parameters of lipid exchange of fish in the Middle Caspian]. *Rybokhoziaistvennye issledovaniia na Kaspii. Rezul'taty NIR za 2003 god*. Astrakhan, KaspNIRKh, 2004, pp. 88–91.

7. Egorov S. N., Rylina O. N., Popova O. V., Karygina N. V., Chuiko E. V., Terkulova A. A., Popova E. S. Ekologo-toksikologicheskoe sostoianie vodnoi sredy nizov'ev r. Volga i Severnogo Kaspiia v 2004 godu [Ecological and toxicological state of water environment in the lower reaches of the river Volga and the Northern Caspian in 2004]. *Rybokhoziaistvennye issledovaniia na Kaspii. Rezul'taty NIR za 2004 g*. Astrakhan, KaspNIRKh, 2005. 616 p.

8. Korshenko A. N., Matviichuk I. G., Plotnikova T. I., Panova A. I., Ivanov D. B., Kir'ianov V. S. *Kachestvo morskikh vod po gidrokhimicheskim pokazateliam* [Quality of sea waters by hydro-chemical parameters]. Ezhegodnik, 2007. Obninsk, OAO «FOP», 2009. 199 p.

9. Zhiteneva L. D., Rudnitskaia O. A., Kaliuzhnaia T. I. *Ekologo-gematologicheskie kharakteristiki nekotorykh vidov ryb. Spravochnik* [Ecological and hematological characteristics of some fish species]. Rostov-on-Don, Molot Publ., 1997. 152 p.

10. Ipatov V. V., Luk'ianenko V. I. Znachenie i zadachi ekologo-fiziologicheskikh issledovaniy v biologicheskom obosnovanii promyslovykh prognozov [Meaning and tasks of ecological and physiological studies in biological explanation of fishery prognosis]. *Aktual'nye voprosy ekologicheskoi fiziologii i biokhimii ryb. Ekologicheskaiia fiziologiya i biokhimiia ryb. Tezisy dokladov IV Vsesoiuznoi konferentsii*. Astrakhan, 1979, vol. 1, pp. 15–17.

11. Stroganov N. S. *Ekologicheskaiia fiziologiya ryb* [Ecological physiology of fish]. Moscow, Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1962. Vol. 1. 443 p.

12. Metallov G. F., Geraskin P. P., Shelukhin G. K., Aksenov V. P. Fiziologo-biokhimicheskaiia otsenka sostoianii russkogo osetra v sovremennykh usloviiaxh Volgo-Kaspiia [Physiological and biochemical evaluation of the Russian sturgeon state in present conditions of the Volga-Caspian]. *Fiziologo-biokhimicheskii status volgo-kaspiiskikh osetrovyykh v norme i pri rassloenii myshechnoi tkani [kumuliativnyi politoksikoz]*. Rybinsk, 1990, pp. 181–187.

13. Lapin V. I., Shatunovskii M. I. Osobennosti sostava, fiziologicheskoe i ekologicheskoe znachenie lipidov ryb [Specific characteristics of the content, physiological and ecological value of fish lipids]. *Uspekhi sovremennoi biologii*, 1981, vol. 92, iss. 3 (6), pp. 380–394.

14. *Biokhimiia* [Biochemistry]. Pod redaktsiei E. S. Severina. Moscow, GEOTAR-Media, 2009. 768 p.

15. Shatunovskii M. I. *Ekologicheskie zakonomernosti obmena veshchestv morskikh ryb* [Ecological peculiarities of sea fish metabolism]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 288 p.

16. Shul'man G. E., Abolmasova G. I., Stolbov A. Ia. Ispol'zovanie belka v energeticheskom obmene gidrobiontov [Use of protein in energy exchange of hydrobionts]. *Uspekhi sovremennoi biologii*, 1993, vol. 113, iss. 5, pp. 576–586.

17. Moiseenko T. I. Izmenenie strategii zhiznennogo tsikla ryb pod vozdeistviem khronicheskogo zagriazneniia vod [Change of the strategy of fish life cycle under the influence of regular water pollution]. *Ekologiya*, 2002, no. 1, pp. 50–60.

18. Roshchina O. V. *Vliianie prirodnykh i antropogennykh faktorov na aktivnost' fermentov syvorotki krovi chernomorskikh ryb: na primere morskogo ersha*. Dis. kand. biol. nauk [Influence of natural and anthropogenic factors on the activity of enzymes of black-backed fish blood serum: by the example of sea ruffe]. Moscow, 2010. 150 p.

19. Luts G. I., Rogov S. F., Priakhin Iu. V. Nekotorye zakonomernosti kolebanii chislennosti pelagicheskikh ryb Azovskogo moria – tiul'ki, sel'di i khamsy [Some regularities of the number variation of pelagic fishes of the Azov Sea – kilka, herring and anchovy]. *Voprosy ikhtiologii*, 1984, vol. 24, iss. I, pp. 3–10.

20. Filippovich Iu. B., Egorova T. A., Sevast'ianova G. A. *Praktikum po obshchei biokhimii* [Practicum on general biochemistry]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1975. 318 p.

21. Todorov I. *Klinicheskie laboratornye issledovaniia v pediatrii* [Clinical laboratory studies in pediatry]. Sofia, Meditsina i fizkul'tura Publ., 1963. 874 p.

22. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann. Clin. Biochem.*, 1969, vol. 6, pp. 24–28.
23. Kushakovskii M. S. *Klinicheskie formy povrezhdeniia gemoglobina* [Clinical forms of hemoglobin destruction]. Leningrad, Meditsina Publ., 1968. 325 p.
24. Zollner N., Kirsch K. Z. Colorimetric method for determination of total lipid in serum. *Z. Ges. Exp. Med.*, 1962, 135 : 545.
25. Sedov S. I., Rumiantsev V. D., Krivasova S. B., Iusupov M. K. Nekotorye osobennosti zhirovogo i belkovogo obmena u kaspiskogo tiulenia v estestvennykh usloviakh i pri eksperimental'nom golodanii [Some characteristics of lipid and protein exchange of Caspian seal in natural conditions and while experimental food deficiency]. *Energeticheskie aspekty rosta i obmena vodnykh zhivotnykh*. Kiev, Naukova dumka Publ., 1972, pp. 198–200.
26. *Metody biologii razvitiia. Eksperimental'no-embriologicheskie, molekuliarno-biologicheskie i tsitologicheskie* [Methods of biology of development]. Pod redaktsiei T. A. Detlaf, V. Ia. Brodskogo, G. G. Gauze. Moscow, Nauka Publ., 1974. 619 p.
27. Popov O. P. *Fiziologo-biokhimicheskaiia kharakteristika funktsional'nogo sostoianiia karpa (Cyprinus carpio L.) v protsessakh zavodskogo vosproizvodstva, seleksii i tovarnogo vyrashchivaniia*. Avtoreferat dis. kand. biol. nauk [Physiological and biochemical characteristics of functional state of carp during the processes of industrial reproduction, selection and commercial breeding. Abstract of dis. cand. biol. sci.]. Moscow, 1986. 25 p.
28. Dolidze Iu. B. Sravnitel'nyi biokhimicheskii analiz funktsional'nogo sostoianiia proizvoditelei belugi v estestvennykh i zavodskikh usloviakh [Comparative biochemical analysis of functional state of beluga producers in natural and industrial conditions]. *Ratsional'nye osnovy vedeniia osetrovogo khoziaistva. Tezisy dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Volgograd, 1981, pp. 71–73.
29. Lizenko E. I., Sidorov B. C., Regerand T. I., Gur'ianova S. D. Sravnitel'naia kharakteristika lipidnykh komponentov syvorotki krovi nekotorykh khriashchevykh i kostnykh ryb [comparative characteristics of lipid components of blood serum of some cartilage and bony fish]. *Zhurnal evoliutsionnoi biokhimii*, 1998, vol. 4, pp. 641–647.
30. Sedov S. I., Andrianova S. B. Fiziologo-biokhimicheskaiia kharakteristika i geneticheskaiia struktura severokaspiiskoi vobly i problema reguliatsii ee vosproizvodstva [Physiological and biochemical characteristics and genetic structure of the Northern Caspian vobla and the problem of regulation of its reproduction]. *VI Vsesoiuznaia konferentsiia po ekologicheskoi fiziologii i biokhimii ryb. Tezisy dokladov*. Vilnius, 1985, pp. 217–219.
31. Shikhshabekov M. M. Vliianie izmenennykh uslovii na reproduktivnye tsikly ryb iuzhnykh shirot [Influence of changed conditions on reproductive cycles of fish of the Southern regions]. *Osobennosti reproduktivnykh tsiklov u ryb v vodoemakh raznykh shirot*. Moscow, Nauka Publ., 1985, pp. 134–148.
32. Cheprakova Iu. I. Soderzhanie zhira v neoplodotvorennoi ikre tekuchikh samok nerestovogo stada vobly [The lipid content in unfertilized larvae of the flowing females of the spawning vobla stock]. *Trudy Coveshchaniia ikhtologicheskoi komissii Akademii nauk SSSR*, 1962, iss. 13, pp. 296–300.
33. *Spravochnik po khimicheskomu sostavu i tekhnologicheskim svoistvam ryb vnutrennikh vodoemov* [Guideline on chemical content and technological characteristics of fish of inland water basins]. Pod redaktsiei V. P. Bykova. Moscow, VNIRO, 1999. 207 p.

The article submitted to the editors 4.04.2014

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Faizulina Dina Rubinovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; d_faizulina@mail.ru.

Ponomarev Sergey Vladimirovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Head of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; kafavb@yandex.ru.

Bazelyuk Nadezhda Nikolaevna – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Research Institute of Fishery; Candidate of Philosophy; Head of the Laboratory of Fish Physiology and Genetic; bazelyuk2012@yandex.ru.

