

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.553.1-575.174

Р. А. Гулиев, Э. И. Мелякина

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ РЫБ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Изучен количественный состав белковых компонентов, трансаминаз, сыворотки крови у двух видов речных рыб, судака обыкновенного и карася серебряного, в 2008–2011 гг. У судака обыкновенного с возрастом отмечается уменьшение значения белкового коэффициента, увеличение содержания глобулина и уменьшение – альбумина. Активность аспаратаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) у самцов увеличивается в два раза. У самцов карася серебряного также наблюдается уменьшение значения белкового коэффициента и увеличение активности АЛТ на первом году жизни у 4-летних особей, у самок уровень АСТ, АЛТ и значение белкового коэффициента находятся стабильно на одном уровне, что говорит о лучшей адаптивности и стрессоустойчивости самок серебряного карася по сравнению с самцами. У обоих видов рыб значение белкового коэффициента у самцов больше, чем у самок. По содержанию общего белка, альбуминов и глобулинов доминируют хищные рыбы (судак).

Ключевые слова: биохимия крови рыб, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, общий белок, альбумин, глобулин, белковый коэффициент.

Введение

Кровь является чувствительным и информативным индикатором состояния организма, быстро реагирующим на изменения экзогенных и эндогенных факторов и отражающим влияние как на отдельно взятую особь, так и на популяцию в целом [1]. Динамика биохимических показателей может служить маркером состояния организма рыб в искусственных и естественных водоёмах, характеризовать качество и количество питания, плотность заселения, адаптивные способности рыб, интенсивность действия антропогенных факторов. Верхнее звено в пищевой цепи водоёма, активно перемещающиеся животные – рыбы, хороший индикатор усредненной токсичности всего района [2]. В связи с постоянно растущей антропогенной нагрузкой и развитием аквакультуры растет актуальность разработки и внедрения новых высокочувствительных методов исследования, накопления информации и создания базы данных биохимических показателей рыб [3].

Под термином «общий белок» понимают суммарную концентрацию альбумина и глобулина, находящихся в сыворотке крови. Из всех белков в наибольшей концентрации в плазме присутствует альбумин, синтезируемый в печени. Он необходим для поддержания осмотического равновесия, обеспечивающего нормальное распределение жидкости между кровеносными сосудами и экстраваскулярным пространством [4]. При голодании или недостаточном поступлении белков с пищей содержание альбумина в плазме падает, что может привести к повышенному накоплению воды в тканях (отек). Это состояние, связанное с белковой недостаточностью, называется голодным отеком [5].

Большое диагностическое значение имеет белковый коэффициент – отношение количества альбумина к количеству глобулина. Как известно, значения белкового коэффициента у рыб существенно ниже, чем у теплокровных животных и человека, у которых величина белкового коэффициента находится в пределах 1,2–2,0. Это объясняется эволюционно-экологическими особенностями белкового состава крови рыб [6].

Аланинаминотрансфераза, АлАТ (АЛТ, L-аланин, 2-оксоглутарат аминотрансфераза) – фермент печени, участвующий в обмене аминокислот. Высвобождение АЛТ в кровь происходит

при нарушениях внутренней структуры гепатоцитов и повышении проницаемости клеточных мембран. В этой связи АЛТ считается индикаторным ферментом или маркером нарушений функций печени любой природы. В здоровом организме содержание показателя АЛТ в крови незначительно [1, 7].

Аспаратаминотрансфераза, АсАТ (АСТ) – клеточный фермент, участвующий в обмене аминокислот. В гепатоцитах большая часть АСТ (80 % активности) обнаруживается в митохондриях, остальное – в цитозольной фракции. В сыворотке крови АСТ определяется по его ферментативной активности [1, 7].

Таким образом, по белковому составу и соотношению белковых фракций, а также активности аминотрансфераз сыворотки крови можно судить о состоянии организма рыб и окружающей их среды в тот или иной момент и при необходимости влиять на эти компоненты с целью повышения антиоксидантной способности организма рыб и, соответственно, качества популяций [8].

Цель и задачи исследований

Цель исследований – изучить динамику биохимических показателей судака обыкновенного и карася серебряного в зависимости от возраста и половой принадлежности.

В связи с поставленной целью предусматривалось решение следующих задач:

- выявить закономерности динамики белка, белковых фракций, АсАТ и АлАТ в крови;
- проанализировать половую и возрастную динамику биохимических показателей в организме рыб;
- определить белковый коэффициент.

Материалы и методы исследований

В процессе исследования был изучен количественный состав белковых компонентов, трансаминаз, сыворотки крови у двух видов речных рыб – судака обыкновенного и карася серебряного, в 2008–2011 гг. Кровь для исследования брали из хвостовой артерии шприцем в сухую пробирку. После центрифугирования свежую, без следов гемолиза, сыворотку использовали для анализа количества общего белка и его фракций, АСТ и АЛТ. Исследования проводили на базе клинико-диагностической лаборатории государственного бюджетного учреждения здравоохранения Астраханской области «Областной центр крови» с помощью автоматического биохимического анализатора BS-200 наборами реагентов производства компании «Вектор-бест».

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследования было установлено, что у судака обыкновенного отмечается повышение концентрации общего белка с возрастом. Максимальное содержание общего белка отмечено у особей судака в возрасте 4 лет (самцы – 85,6 г/л; самки – 88,4 г/л), у особей 1–2-го года жизни это показатель ниже – до 70 г/л.

У карася серебряного самый высокий уровень общего белка наблюдается также в возрасте 4 лет (59,2–60,1 г/л), самый низкий – у годовиков (36,6–44,4 г/л). Количество общего белка у самок выше, чем у самцов на 0,9–7,8 г/л. Уровень общего белка с возрастом имеет такую же тенденцию к увеличению.

Таким образом, по содержанию общего белка доминирует представитель хищных рыб – судак, что, возможно, обусловлено разницей в пищевой обеспеченности этого вида рыб и скоростью метаболизма.

Сравнительная характеристика содержания общего белка у исследуемых видов рыб показала, что для них характерно повышения его концентрации с возрастом. Это повышение можно объяснить с морфологической точки зрения – увеличением массы и размеров тела рыб, а следовательно, увеличением объема крови и ее компонентов; а также с физиологической – интенсификацией общего метаболизма организма, связанной с началом половой активности (к 3–4-м годам).

По среднему значению содержания общего белка самки превосходят самцов исследуемых рыб примерно на 2–7 г/л. Возможно, это связано с тем, что самки этих рыб по размерам гораздо больше самцов в пределах одной возрастной группы.

У судака обыкновенного с возрастом наблюдается снижение значения белкового коэффициента с 1,05 на первом году жизни до 0,65 к 4-м годам (табл. 1).

Таблица 1

Среднее содержание альбумина и глобулина в сыворотке крови судака обыкновенного

Возраст, лет	Среднее содержание, г/л				Белковый коэффициент	
	Альбумин		Глобулин		Самцы	Самки
	Самцы	Самки	Самцы	Самки		
1	32,3 ± 0,3	32,3 ± 0,5	30,5 ± 0,03	30,5 ± 0,13	1,05	1,05
2	35,6 ± 0,04	32,3 ± 0,1	33,2 ± 0,6	40,9 ± 0,02	1,07	0,78
3	31,3 ± 1,2	20,7 ± 0,5	40,3 ± 0,3	58,5 ± 0,01	0,77	0,35
4	33,8 ± 0,3	20,4 ± 0,7	51,8 ± 0,04	68,0 ± 0,5	0,65	0,3

Изменение уровня глобулина у судака (табл. 1) подвержено тем же закономерностям, что и изменение уровня общего белка, а вот изменения концентрации альбумина имеют некоторые особенности. Максимальное количество глобулина отмечается у 4-летних рыб (самцы – 51,8 г/л, самки – 68 г/л), минимальное – у годовиков (30,5 г/л). В возрасте первых 2-х лет альбумины характеризуются высокими и примерно одинаковыми уровнями (32,3–35,6 г/л). У особей старших возрастных групп количество альбумина снижается. Анализ альбумин-глобулиновой фракции плазмы крови судака показал следующее. По содержанию глобулина самки доминируют над самцами. На первом году жизни эти показатели равны, а с возрастом разница увеличивается от 7,7 до 18,2 г/л. Содержание альбумина у особей 1-го года жизни, так же как и содержание глобулина, одинаково. Но содержание альбумина выше у самцов.

У 4-летних особей отмечено увеличение количества глобулина, уменьшение количества альбумина и при этом у самцов – увеличение активности АСТ и АЛТ в два раза. Уменьшение количества альбуминов связано не столько с усилением их катаболизма, сколько со снижением их синтеза. Это происходит тогда, когда блокируются пути синтеза этих белков или когда необходимые субстраты используются на другие нужды организма – пластические или энергетические, что становится определяющим при адаптации рыб к экстремальным экологическим условиям [6].

У самцов карася серебряного также наблюдается уменьшение значения белкового коэффициента – с 1,25 на первом году жизни до 0,5 у 4-летних особей (табл. 2) и увеличение активности АЛТ с 1,08 на первом году жизни до 2,06 у 4-летних особей. У самок, напротив, показатели АСТ, АЛТ и значение белкового коэффициента находятся стабильно на одном уровне, что говорит о лучшей адаптивности и стрессоустойчивости самок карася серебряного по сравнению с самцами [9].

Таблица 2

Среднее содержание альбумина и глобулина в сыворотке крови карася серебряного

Возраст, лет	Среднее содержание, г/л				Белковый коэффициент	
	Альбумин		Глобулин		Самцы	Самки
	Самцы	Самки	Самцы	Самки		
1	20,4 ± 0,3	20,4 ± 0,5	16,2 ± 1,03	24,0 ± 0,13	1,25	0,85
2	20,7 ± 0,8	20,8 ± 0,1	28,9 ± 0,6	30,4 ± 0,02	0,71	0,68
3	18,2 ± 1,2	35,4 ± 0,5	31,6 ± 0,3	33,2 ± 1,01	0,57	1,066
4	20,1 ± 0,3	35,4 ± 1,4	40,0 ± 0,04	38,4 ± 0,5	0,5	0,921

Показатели содержания альбумина у карася серебряного на 1–2-м году жизни отличаются незначительно (20,4–20,8 г/л), но отмечено увеличение количества альбумина у 3–4-годовалых самок – до 35,4 г/л, а вот у самцов эти показатели примерно такие же, как у годовиков (табл. 2) Из табл. 2 видно, что количество альбумина у самок больше, чем у самцов. Максимальное значение альбумина у 3–4-годовалых самок (35,4 г/л), минимальное – у 3-годовалых самцов. Содержание глобулина подвержено тем же изменениям, что и содержание общего белка – его количество с возрастом увеличивается. Содержание глобулина у самок 3-го года жизни выше по сравнению с таковым у самцов на 7 г/л, у остальных (2, 3 года) эта разница составляет 1,6–1,7 г/л. У самцов 4-х лет количество глобулина выше по сравнению с его количеством у самок.

Количество альбумина и глобулина у 2-летнего карася серебряного ниже, чем у 2-годовалых особей судака. У самок 3-летнего карася серебряного количество альбумина выше на 15 г/л, чем у самок судака. У самцов это значение по сравнению со значением у судака ниже на 13 г/л. Содержание глобулина в возрасте 3 лет у карася серебряного ниже, чем у судака.

У изученных видов рыб большее значение белкового коэффициента отмечается у самцов. По содержанию общего белка, альбуминов и глобулинов доминирует судак, относящийся к хищным рыбам. Известно, что эти рыбы наиболее чувствительны к загрязнению водной среды, и, возможно, повышение количества белка и белковых фракций в крови может быть свидетельством формирования определенных защитных адаптаций к этим факторам среды [3].

Для судака обыкновенного не выявлено определенных закономерностей в активности АЛТ и АСТ. Концентрация АЛТ снижается с возрастом у особей с 1-го по 3-й год жизни, а к 4-му году наблюдается увеличение этой концентрации (2,42 ммоль/(л · ч)). Максимальная активность АСТ отмечена у 4-годовалых самцов судака (6,89 ммоль/(л · ч)), минимальная – у годовиков (1,59 ммоль/(л · ч)). Активность АЛТ у самцов выше, чем у самок. Эти различия незначительны – от 0,01 до 2,03 ммоль/(л · ч). Уровень АСТ с 1-го по 2-й год жизни примерно одинаков (1,59–3,85 ммоль/(л · ч)), а вот у 3–4-годовалых особей эти показатели значительно отличаются (табл. 3). Если у самцов 4-х лет происходит увеличение количества АСТ в крови в 5 раз к 4-м годам, то у самок в возрасте 3–4 лет наблюдается обратное явление – снижение с 2,19 до 1,86 ммоль/(л · ч).

Таблица 3

Показатели коэффициента де Ритиса у судака обыкновенного

Возраст, лет	АЛТ, ммоль/(л · ч)		АСТ, ммоль/(л · ч)		Коэффициент де Ритиса	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1	0,99	0,98	1,59	1,60	1,61	1,63
2	0,60	0,28	1,71	3,85	2,85	13,75
3	0,35	0,27	1,76	2,19	5,03	8,11
4	2,42	0,39	6,89	1,86	2,85	4,77

Активность АСТ у судака обыкновенного изменяется в более широких пределах, чем активность АЛТ. Вероятно, это связано с высокой активностью мышц. Уровень АЛТ находится в пределах физиологической нормы, а уровень АСТ превышен.

Минимальный уровень активности АЛТ отмечен у особей карася серебряного в возрасте 1-го года и 2-х лет, к 3–4-летнему возрасту рыб активность АЛТ возрастает до 2,06–3,11 ммоль/(л · ч). Обратная закономерность характерна для активности АСТ: максимальное количество наблюдается у молоди, к 3–4-м годам активность снижается. Установлено, что более высокие значения изученных показателей у самцов карася серебряного по сравнению с самками (табл. 4).

Таблица 4

Показатели коэффициента де Ритиса у карася серебряного

Возраст, лет	АЛТ, ммоль/(л · ч)		АСТ, ммоль/(л · ч)		Коэффициент де Ритиса	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1	1,08	0,37	6,56	2,55	6,07	6,89
2	0,40	0,23	2,55	1,80	6,38	7,83
3	3,11	0,58	1,00	1,72	0,32	2,97
4	2,06	2,03	1,5	1,60	0,73	0,79

Отмечено превышение показателей АСТ физиологической нормы карася серебряного на 0,1–5 ммоль/(л · ч).

Уровень активности АЛТ на 2-м году жизни у карася и судака примерно одинаковы. На 3-м году жизни активность АЛТ у карася выше, чем у судака. Концентрация АСТ на 2-м и 3-м году жизни у самок карася выше по сравнению с самками судака аналогичного возраста на 0,04–0,084 ммоль/(л · ч). У самцов этого возраста уровень концентрации АСТ у карася меньше, чем у судака.

Анализ содержания АЛТ показал, что значения этого показателя в видовом и половом отношении имеют некоторые различия – у самцов обоих видов рыб они выше, чем у самок. Эти различия незначительны – от 0,08 до 2,5 ммоль/(л · ч). Самое высокое содержание АЛТ выявлено у 3-летних самцов карася серебряного (3,11 ммоль/(л · ч)), самое низкое – у 2-летних самок карася серебряного (0,23 ммоль/(л · ч)).

Значения АЛТ в крови рыб находятся в рамках установленной относительной нормы, однако концентрации АСТ в 2 и более раз превышают норму. Можно предположить, что повышение уровня АСТ в сыворотке крови рыб связано с изменениями (возможно, нарушениями) процессов перекисного окисления липидов в мышечной ткани и печени, обусловленными увеличением антропогенного пресса, ухудшением состояния окружающей среды, более высоким уровнем паразитарных инвазий в этот период.

Известно, что АЛТ и АСТ являются маркерами, свидетельствующими о нарушениях и повреждениях мышц, печени и других внутренних органов.

По соотношению АСТ/АЛТ (коэффициент де Ритиса) можно судить о тяжести поражения органов. В норме коэффициент де Ритиса равен 1,3–1,75.

Рост отношения АСТ/АЛТ (коэффициент де Ритиса больше 2) свидетельствует о поражении сердца. Коэффициент де Ритиса меньше 1 говорит о поражении печени.

Коэффициент де Ритиса на 1-м году жизни у судака обыкновенного находится в норме (см. табл. 3). Со 2-го года жизни отмечается рост значений коэффициента, которые становятся больше 2, что может свидетельствовать об изменениях в клетках сердца (патологиях). Коэффициент де Ритиса у самок в возрасте 2-х лет выше, чем у самцов на 10 ммоль/(л · ч), у остальных эта разница составляет от 0,02 до 4 ммоль/(л · ч).

У карася серебряного 1-го и 2-го года жизни коэффициент де Ритиса больше 2, а у 3–4-годовалых отмечается снижение значений коэффициента до 0,32 (см. табл. 4).

Значения этого коэффициента у самок карася серебряного выше, чем у самцов.

Показатели коэффициента де Ритиса у хищных рыб выше по сравнению с таковыми у мирных. Возможно, это связано с тем, что хищные рыбы в большей степени, чем мирные, подвержены патологическим процессам, в результате которых происходит высвобождение аминотрансфераз из органов, в частности из печени, в кровь. Вероятно, это связано с условиями обитания, неполноценным питанием, большим травматизмом этих рыб.

Заключение

Таким образом, в результате исследования установлен ряд закономерностей.

С возрастом у рыб количество ОСБ увеличивается, что связано с увеличением объема крови рыб. Содержание общего белка у судака обыкновенного выше, чем у карася серебряного. По среднему значению общего белка самки превосходят самцов.

Наибольшее содержание *альбумина* наблюдается у самок карася серебряного в возрасте 3–4-х лет.

Содержание *глобулина* в плазме крови выше у судака обыкновенного. Анализ содержания АЛТ показал, что значения этого показателя в видовом и половом отношении имеют некоторые различия. Показатели содержания АЛТ у самцов выше, чем у самок: самое высокое содержание АЛТ выявлено у 3-летних самцов карася серебряного – 3,11 ммоль/(л · ч), самое низкое – у 2-летних самок карася серебряного – 0,23 ммоль/(л · ч).

У самцов судака обыкновенного отмечено самое высокое содержание АСТ.

Значения АЛТ в крови рыб находятся в рамках установленной физиологической нормы, однако концентрации АСТ в крови в 2–4 раза выше нормы.

У исследованных видов рыб отмечены высокие значения коэффициента де Ритиса, что может свидетельствовать о патологии сердца и мышц в организме и повышении уровня АСТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Камышников В. В. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / В. В. Камышников. М.: МЕДПресс-информ, 2004. С. 56–60.
2. Сечин Ю. Т. Управление биоресурсами внутренних водоёмов Российской Федерации / Ю. Т. Сечин // Рыбное хозяйство. 2008. № 1. С. 91–93.
3. Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб / Н. С. Строганов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. Т. 1. 444 с.
4. Desmet H. Stress Responses and Changes in Protein-Metabolism in Carp *Cyprinus carpio* During Cadmium Exposure / H. Desmet, R. Blus // *Ecotoxicol. Environm. Saf.* 2001. Vol. 48, N 3. P. 255–262.
5. Земков Г. М. Морфофункциональные критерии толерантности рыб при кумулятивном токсикозе / Г. М. Земков: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Астрахань, 2003. 42 с.

6. Бияк В. Я. Видовые особенности фракционного состава белков сыворотки крови пресноводных рыб / В. Я. Бияк, Ю. В. Синюк, В. З. Курант // Докл. Нац. акад. наук Украины, Тернопол. нац. пед ун-т им. В. Гнатюка. 2008. № 4. С. 189–192.
7. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ у морских рыб / М. И. Шатуновский. М.: Наука, 1980. 288 с.
8. Yano T. Directed evolution of an aspartate aminotransferase with new substrate specificities / T. Yano, S. Oue, H. Kagamiyama // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1998. Vol. 95, N 10. P. 5511–5515.
9. Албертс Б. Н. Молекулярная биология / Б. Н. Албертс. М.: Мир, 1994. Т. 1. С. 55–56.

Статья поступила в редакцию 24.04.2014

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гулиев Руслан Акифович – Россия, 414057, Астрахань, Областной центр крови; биолог клинично-диагностической лаборатории; hermes7777@mail.ru.

Меякина Эльвира Ивановна – Россия, 414056, Астрахань, Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук; доцент кафедры «Гидробиология и общая экология»; melyakina_el@mail.ru.



R. A. Guliev, E. I. Melyakina

SOME BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD OF VOLGA DELTA FISH

Abstract. The quantitative composition of protein components, transaminase, blood serum of two species of freshwater fish, perch and silver carp in the period 2008–2011 has been studied. During its life a pike-perch is characterized with a reduction of the protein factor, an increase in globulin content and a decrease in albumin content. The activity of aspartate aminotransferase (AAT) and alanine aminotransferase (ALAT) in males is increased twice. It is observed that 4 year old silver carp males are also characterized with a reduction in the level of the protein and an increase in ALAT activity in the first year of the life, females have equal levels of AAT, ALAT and protein ratio that means better adaptability and stress stability of goldfish females compared with males. Both species of fish have a higher protein ratio in males compared to females. In terms of the content of the total protein, albumin and globulin predatory fishes (pike-perch) dominate.

Key words: blood biochemistry of fish, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, total protein, albumin, globulin, protein factor.

REFERENCES

1. Kamyshnikov V. V. *Spravochnik po kliniko-biokhimicheskim issledovaniyam i laboratornoi diagnostike* [Guideline on clinical and biochemical studies and laboratory diagnosis]. Moscow, MEDPress-inform, 2004, pp. 56–60.
2. Sechin Iu. T. Upravlenie bioresursami vnutrennikh vodoemov Rossiiskoi Federatsii [Control of the bioresources of inland water basins in Russian Federation]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2008, no. 1, pp. 91–93.
3. Stroganov N. S. *Ekologicheskaiia fiziologiia ryb* [Ecological physiology of fish]. Moscow, Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1962. Vol. 1. 427 p.
4. Desmet H., Blust R. Stress Responses and Changes in Protein-Metabolism in Carp *Cyprinus carpio* During Cadmium Exposure. *Ecotoxicol. Environm. Saf.*, 2001, vol. 48, no. 3, pp. 255–262.
5. Zemkov G. M. *Morfofunktional'nye kriterii tolerantnosti ryb pri kumulativnom toksikoze*. Avtoreferat dis. dok. biol. nauk [Morphological and functional criteria of fish tolerance during cumulative toxicity. Abstract of dis. doc. biol. sci.]. Astrakhan, 2003. 42 p.
6. Biiak V. Ia., Siniuk Iu. V., Kurant V. Z. Vidovye osobennosti fraktsionnogo sostava belkov syvorotki krovi presnovodnykh ryb [Species features of fractional content of proteins of blood serum of freshwater fishes].

Doklady Natsional'noi akademii nauk Ukrainy, Ternopol'skii natsional'nyi pedagogicheskii universitet im. V. Gnatiuka, 2008, no. 4, pp. 189–192.

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

8. Yano T., Oue S., Kagamiyama H. Directed evolution of an aspartate aminotransferase with new substrate specificities. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 1998, vol. 95, no. 10, pp. 5511–5515.

9. Alberts B. N. *Molekuliarnaia biologiya* [Molecular biology]. Moscow, Mir Publ., 1994, pp. 55–56.

The article submitted on edition 24.04.2014

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Guliev Ruslan Akifovich – Russia, 414057, Astrakhan; Regional Blood Center; Biologist of Clinical diagnostic Laboratory; hermes7777@mail.ru.

Melyakina Elvira Ivanovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department "Hydrobiology and General Ecology"; melyakina_el@mail.ru.

