

УДК 597.111:597.554.3

ИССЛЕДОВАНИЕ КРОВИ РАСТИТЕЛЬНОКОЖНЫХ РЫБ

Е.Я.Римш и Л.Г.Адымова

Исследования последних лет показывают, что сложные физиолого-биохимические изменения, происходящие в организме рыб под влиянием воздействия различных факторов, взаимосвязаны с изменением всей гемапоэтической системы. Качественный и количественный состав крови (клеточный и биохимический) очень точно отражает изменения, происходящие в организме, и это дает возможность судить о характере и интенсивности общего обмена у рыб на различных этапах жизненного цикла и при разных условиях существования. Белки крови, являясь самой лабильной тканью животного организма, могут служить хорошим физиологическим показателем, характеризующим состояние организма рыб, а также одним из показателей, характеризующим состояние белкового обмена (Строганов, 1962; Кассирский, Алексеев, 1955).

Изучение белков сыворотки крови рыб показало, что они находятся в постоянном динамическом равновесии с белковым составом тканей всего организма и любое внешнее и внутреннее воздействие на организм сопровождается определенными изменениями как концентрации белков в крови, так и количественного соотношения различных белковых фракций. В то же время динамичность плазмы крови в нормальных условиях не выходит за известные пределы и ее белковый состав сохраняет определенные видоспецифические черты. В настоящее время многими исследователями установлена четкая видовая специфичность белков сыворотки крови для ряда морских и пресноводных рыб (Кирсипуу, 1964; Шульман, 1966; Хайлов, 1962; Dulhon, 1959; Kaname, 1957).

Известно также, что белки сыворотки крови рыб в процессе развития и роста организма существенно изменяются. Как правило, с возрастом у рыб увеличивается содержание общего белка в крови и существенно изменяется количественное соотношение белковых фракций (Головко, 1964; Королева, 1963; Сорвачев, 1959; Silva, 1961).

Имеющиеся в литературе данные по соотношению белков сыворотки крови в зависимости от пола рыбы, противоречивы: одни исследователи не обнаружили половых различий по белкам крови (Куликова, 1965; Головко, 1964), другие отмечают, что сыворотка крови самцов и самок четко различается по содержанию общего белка и количественному соотношению отдельных белковых фракций (Каипова, 1959; Dulhon, 1954; Lesal, 1958). Кирсипуу (1964) отмечает, что половое различие внутри вида заметно только у половозрелых рыб, различия эти наблюдаются между фракциями альбуминов и альфа-глобулинов. В сыворотке крови самок содержится значительно меньше альбуминов и альфа-глобулинов, и в то же время больше альфа-глобулиновой фракции по сравнению с самцами.

Изучение морфологического состава крови у различных видов рыб показало, что количественное соотношение клеток крови существенно изменяется в зависимости от возраста и пола. С возрастом в крови рыб значительно увеличивается количество гемоглобина и его носителя - эритроцитов. Причем у самцов обычно гемоглобина и эритроцитов несколько больше, чем у самок (Антипова, 1954; Голодец, 1939; Калашников, 1939; Малышева, 1966; Павлов, Кролик, 1936).

Однако до сих пор для многих рыб остается неясным морфологический состав крови при нормальных условиях существования организма и характер изменения этих показателей в зависимости от возраста и пола. Нет таких данных и для растительноядных рыб.

В предлагаемой статье изложены результаты изучения морфологического и биохимического состава крови (содержания гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов, структуры лейкоцитарной формулы, электрофореза белков сыворотки крови) белого амурса и белого толстолобика различного возраста и пола.

Материал собран весной 1965/66 г. в рыбхозе "Карамет-Нияз" (Туркменская ССР). Объектом исследования были самки и самцы белого амура и белого толстолобика в возрасте от одного до шести лет. Всего исследовано 56 рыб. Кровь для анализа брали из хвостовой артерии, после чего рыба подвергалась полному биологическому анализу,

Содержание гемоглобина в кров определяли гемометром Сали. Для подсчета эритроцитов и лейкоцитов пользовались камерой Горяева. Скорость оседания эритроцитов определялась в аппарате Панченко. Лейкоцитарную формулу крови определяли на мазках, окрашенных по способу Романовского, после предварительной фиксации в метиловом спирте (Голодец). Общую концентрацию белка в сыворотке крови определяли колориметрическим (по методу Лоури и по биуретовой реакции при помощи фотозлектроколориметра ФЭК-54, Лемперт, 1969) и рефрактометрическим (рефрактометром системы Пульфриха /ИРФ/ и при помощи таблицы Рейса (Ромейс, 1953) методами. Белки сыворотки крови разделяли на отдельные фракции электрофорезом в агаровом геле. Длительность электрофореза - 1 ч.40 мин. при напряжении 38 в, силе тока 12-14 МА. В работе пользовались медиал-вероналовым буфером с pH - 8,6 и ионной силой 0,1. Фореграммы денситометрировали при помощи регистрирующего микрофотометра МФ-4.

Растительноядные рыбы в условиях Туркмении отличаются высоким темпом роста (табл.1). Известно, что быстрорастущим рыбам присущ интенсивный обмен веществ и в первую очередь повышенный белковый обмен (Винберг, 1956).

Об интенсивности белкового обмена у исследуемых нами растительноядных рыб можно судить по результатам электрофоретического исследования белков сыворотки крови (табл.2). Характерно, что в крови растительноядных рыб содержится значительно больше альбуминовой фракции белка, чем у рыб, медленно растущих. Преобладание альбуминов в крови указывает на повышенную физико-химическую активность сывороточных белков, а следовательно и белковых тканей. Предполагается, что альбуминовая фракция белка используется в организме в основном на построение новых тканей (Гауровиц, 1965).

Таблица I

Линейный и весовой рост растительноядных рыб
в рыбхозе "Карамет-Нияз"

Возраст	Вес, кг	Длина, см
1	Белый амур <u>0,95</u>	<u>37</u>
	0,62-1,81	34-46
2	<u>2,46</u>	<u>51</u>
	1,74-3,56	35-60
3	<u>4,62</u>	<u>65</u>
	2,80-5,78	56-73
4	<u>5,97</u>	<u>72</u>
	4,05-6,92	62-76
5	<u>7,83</u>	<u>78</u>
	4,96-8,66	68-84
6	<u>10,23</u>	<u>85</u>
	7,74-12,54	81-90
Белый толстолобик		
1	<u>0,37</u>	<u>28</u>
	0,29-0,46	26-29
4	<u>3,70</u>	<u>58</u>
	2,55-4,91	53-61
5	<u>4,90</u>	<u>61</u>
	3,15-5,40	56-69

Изучение белков сыворотки крови белого амура и белого толстолобика показало, что они имеют определенную видоспецифичность. Белки крови белого амура характеризуются повышенным содержанием альбуминовой и бета-глобулиновой фракций и значительно меньшим содержанием альфа-глобулиновой фракции по сравнению с белковым составом крови белого толстолобика. Следовательно, и белковый коэффициент (альбумино-глобулиновой) у белого амура несколько выше, чем у белого

толстолобика. Кроме того, установлено, что в крови белого амура концентрация общих белков выше, чем у белого толстолобика.

Таблица 2

Относительное содержание белковых фракций сыворотки крови растительноядных рыб (в %)

Пол	Возраст	Белок, г%	Альбумины	Глобулины			Альбумино-глобулиновый коэффициент
				альфа	бета	гамма	
Белый амур							
Юв.	1	2,9	53,6	10,4	20,7	10,3	1,41
Юв.	2	3,2	56,2	11,8	21,4	10,6	1,26
Самки	3	3,7	50,3	13,6	25,1	11,0	1,01
Самцы	3	4,1	51,6	11,8	25,9	10,7	1,07
Самки	4	4,0	46,9	13,9	27,4	11,8	0,88
Самцы		4,5	50,1	12,5	26,3	11,1	1,00
Самки		3,8	46,5	14,3	27,8	11,4	0,87
Самцы	5	4,4	50,2	12,9	25,3	11,6	1,00
Самки	6	3,8	47,3	14,0	27,8	10,9	0,90
Белый толстолобик							
Юв.	1	2,2	49,6	27,7	14,8	7,9	0,98
Самки		3,2	38,0	34,4	18,8	8,7	0,61
	4						
Самцы		3,7	41,1	33,3	17,7	7,9	0,70
Самки	5	3,4	37,6	37,9	18,4	6,1	0,60
Самцы		3,6	41,3	34,4	18,7	5,6	0,70

Обнаружено возрастное различие в составе белков крови растительноядных рыб. Данные табл.2 показывают, что белковый состав крови растительноядных рыб значительно изменяется в зависимости от их возраста. Для неполовозрелых особей белого амура и белого толстолобика характерно значительно меньшая концентрация белка в крови, повышенное содержание альбуминов и соответственно пониженное содержание глобулинов в сыворотке крови по сравнению с половозрелыми рыбами. Содержание глобулинов в сыворотке крови половозрелых рыб увеличено в основном за счет повышенного содержания альфа-гло-

булиновой и бета-глобулиновой фракций. У половозрелых особей независимо от их возраста существенного различия в белковом составе крови нами не обнаружено. Отсюда следует, что неполовозрелым особям растительноядных рыб присущ более интенсивный белковый обмен.

Менее четко прослеживается половое различие по белковому составу сыворотки крови у белого амура и белого толстолобика. Однако для самцов обоих видов характерно несколько повышенное содержание в сыворотке крови общих белков и альбуминовой фракции, чем в крови самок. Отсюда и альбумино-глобулиновый коэффициент у самцов несколько выше, чем у самок. Это подтверждается также литературными данными при изучении газового обмена у рыб различного пола и возраста (Винберг, 1956; Ераухин, 1961).

При изучении морфологического состава крови белого амура и белого толстолобика обнаружена определенная видовая специфичность красных и белых клеток крови в зависимости от возраста и пола рыб. Для неполовозрелых особей растительноядных рыб характерно значительно меньшее содержание гемоглобина и эритроцитов в крови, большая скорость оседания эритроцитов, высокая концентрация лимфоцитов в лейкоцитарной формуле крови. У половозрелых особей, независимо от их возраста существенной разницы в морфологической картине крови не обнаружено (табл.3).

Прослеживается некоторое различие в зависимости от пола, состава клеток крови белого амура и белого толстолобика: в крови самцов гемоглобина и эритроцитов больше, чем в крови самок. Это говорит о том, что у самцов обмен веществ несколько выше, чем у самок.

Морфологические показатели крови растительноядных рыб

Пол	Возраст	Гемоглобин, г%	Эритроциты в 1 мм крови, млн.	Лейкоциты в 1 мм крови, тыс.	РОЭ	Лейкоцитарная формула				
						лимфоциты	моноциты	полиморфно-ядерные	эозинофилы	нейтрофилы
Белый амур										
juv.	1	6,8	1,72	29,5	7	97,3	1,8	0,9	-	-
juv.	2	8,1	1,77	26,9	6	96,6	2,0	1,4	-	-
Самки	3	10,6	2,08	21,0	3	86,1	12,0	1,6	-	0,3
Самцы	3	12,1	2,20	22,6	2	88,6	8,7	2,3	0,1	0,3
Самки	4	11,2	1,97	20,8	3	84,3	11,7	3,1	0,2	0,7
Самцы	4	12,9	2,23	21,9	3	88,1	9,7	2,7	0,1	0,4
Самки	5	9,8	2,11	22,0	4	80,7	14,9	4,4	0,05	1,0
Самцы	5	12,6	2,27	23,9	2	90,3	8,2	1,1	-	0,4
Самки	6	10,9	2,03	24,0	3	85,3	11,6	2,7	-	0,4
Белый толстолобик										
	1	5,9	1,66	26,8	6	96,5	3,0	0,5	-	-
Самки	4	9,2	1,86	20,1	3	85,6	11,7	2,3	-	0,4
Самцы	4	10,8	2,04	20,5	2	87,2	10,3	2,1	0,1	0,3
Самки	5	8,5	1,82	20,8	3	84,8	12,6	1,8	0,2	0,6
Самцы	5	10,4	2,01	21,1	2	89,2	8,3	2,2	0,1	0,2

Таким образом, характер изменений биохимического и морфологического состава крови в зависимости от возраста и пола растительноядных рыб в принципе сходен с изменениями, описанными у других видов рыб (Кирсипуу, 1964; Шульман, 1966; Головки, 1964; Drilnon, 1959).

Л и т е р а т у р а

- Антипова П.С. Сезонные и возрастные изменения морфологического состава крови карпа. "Вопросы ихтиологии", Вып.2, 1954.
- Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск, 1956.
- Гауровиц Ф. Химия и функции белков. М. Изд-во "Мир", 1965.
- Голодец Г.Г. Лабораторный практикум по физиологии рыб. Пищепромиздат, 1955.
- Голодец Г.Г. О морфологической картине крови некоторых рыб. Тр. Мосрыбвтуза. Вып.2, 1939.
- Головки Н.И. Электрофоретическое исследование белков сыворотки крови крупной и мелкой ставриды Черного моря. Тр. АзЧерНИРО. Вып.22, 1964.
- Калашников Г.Н. Состав крови у рыб. Уч. записки Московс. гос. ун-та. Вып.33, 1939.
- Каипова З.Н. Количество белка и белковый коэффициент сыворотки крови у некоторых позвоночных животных. Изв. АН КазССР. Сер. медицинская и физиологическая, Вып.2/12/, 1959.
- Кассирский И.А., Алексеев Г.А. Клиническая гематология. Медгиз, 1955.
- Кирсипуу А. О белковых фракциях сыворотки крови и их половых различиях у некоторых промысловых рыб Эстонской ССР. Изв. АН Эст. ССР. Сер. биол., 13, № 1, 1964.
- Королева Н.В. Изменения содержания белка в сыворотке крови радужной форели в зависимости от возраста и питания. ДАН СССР. Т.149, № 5, 1963.

- Крайкин Б.В. О зависимости интенсивности обмена от возраста и веса рыб. Булл.Ин-та биологии водохранилищ, № II, 1961.
- Куликова Н.И. Электрофоретический анализ сывороточных белков некоторых видов бычков рода *Niogobius* Азовского моря. ДАН СССР.Т.163, № 5, 1965.
- Лемперт М.Д. Биохимические методы исследования. М., 1960.
- Малышева Г.И. Физиологическая оценка производителей севрюги по показателям крови.Тр.КаспНИРО.Т.22, 1966.
- Павлов В.А., Кролик Б.Г. Исследование по физиологии крови рыб. Труды Бородинской биостанции.Т.9.Вып.1, 1936.
- Ромейс Б. Микроскопическая техника.М., 1953.
- Сервачев К.Ф., Задворочнов А., Исеев Ф.А. Электрофоретическое исследование белковых фракций сыворотки крови иммунизированных карпов - производителей и их потомства."Биохимия", Т.24, № 5, 1959.
- Строганов Н.С. Экологическая физиология рыб.Изд-во МГУ, 1962.
- Шульман Г.Е., Куликова Н.И. О специфичности белкового состава сыворотки крови рыб.Успехи современной биол.,Т.62,Вып.1/4/, 1966.
- Хайлов К.М. Электрофоретическое исследование белков плазмы крови тресковых рыб.Тр.Мурманского биологического ин-та. Вып. 4/8/, 1962.
- Drilhon, A. Etude électrophorétique en gel d'amidon de sérum de poissons: cyclostomes, séléaciens, téléostéens. Compt.Rend. Soc.Biol., 153, N 10, 1959.
- Drilhon, A. Etude biologique de quelques protides sériques de sangs de poissons au moyen de l'électrophorèse sur papier Compt.Rend.Soc.Biol. 148, N 13-14, 1954.
- Kaname, S. Biochemical studies of the fish blood x I. On the serum proteins components of the mature and immature stage of the marine Elasmobranches. Bull.Jap.Soc.of Sci.Fisher. 22 (12), 1957.

Lecal, I. Influence du facteur salinité les protides sériques chez *Blennius pavo*. Compt.Rend.Soc.Biol., 152, II, 1958.

Lilya, L., Box, B. and Gordon, G. Plasma proteins in the blood of fishes from the Gulf of Mexico. Amer.J.Physiol.Vol. 200, N 1, 1961.

BLOOD INVESTIGATIONS OF HERBIVOROUS FISH UNDER ARTIFICIAL PROPAGATION

E.Y.Rimsh and L.G.Adamova

S u m m a r y

Results of investigations of morphological and biochemical composition of blood, and of the level of protein metabolism in herbivorous fish, depending on sex and age, have revealed that there are more albumins in the blood of herbivorous fish than in fish characterized by slow growth. Blood serum proteins of grass carp and silver carp are specifically distinguished, and the content of crude proteins in grass carp is higher than that in silver carp.

The composition of blood proteins has shown age differences which testify to a more intensive protein metabolism in immature specimens. Sex differences in the blood serum protein composition are not so distinct. The albumin-globulin coefficient in males is somewhat higher than in females.

A specific distinction has been revealed in the morphological composition of blood of grass carp and silver carp, and a relationship found between the content of haemoglobin and formula elements, and age and sex of fish.