

стание активности ГК на стадии старения изучаемых видов позволяет судить об увеличении роли гликолиза в онтогенезе гидробионтов-обрастателей; 4) изменение соотношения активностей ферментов Г-6-ФДГ/ГК в эволюционном ряду и при аноксии допускает предположение об отражении этим коэффициентом адаптационных возможностей гидробионтов.

1. Бобкова А. Н. Адаптации организмов ценоза обрастания к экстремальным воздействиям: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Севастополь, 1980 — 24 с.
2. Вержбинская Н. А., Савина М. В. Эволюция гликолитической системы в тканях моллюсков // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. — 1971. — Вып. 7, № 4. — С. 337—345.
3. Вержбинская Н. А. Функциональная организация ферментной системы гликолиза в мышечной и нервной тканях у головоногих моллюсков и низших рыб // Там же. — 1972. — Вып. 8, № 3. — С. 260—268.
4. Горомосова С. А., Шапиро А. З. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. — 119 с.
5. Кудрявцева Г. В. Эколого-физиологические особенности и роль пентозофосфатного пути обмена углеводов в адаптациях гидробионтов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 1990. — 39 с.
6. Методы биологии развития. Экспериментально-эмбриологические и цитологические закономерности. — М.: Наука, 1974. — 619 с.

Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского
АН Украины, Севастополь

Получено
09.07.91

N. M. BEREGOVAYA, A. Z. SHAPIRO, E. M. KHAZANOVA

ROLE OF HEXOKINASE AND GLUCOSE-6-PHOSPHATEDEHYDROGENASE IN ADAPTATIONS OF HYDROBIONTIC FOULINGS

Summary

Mass hydromiontic foulings: hydroids, bothrilluses, pearlworks, have been analyzed for the dynamics of activity of the key enzymes at the first stage of glycolysis and pentophosphate path (hexokinase and glucose-6-phosphatedehydrogenase). Results are presented. A comparative analysis of the enzymes' activity was carried out at different developmental stages of the populations (active growth, ageing) as well as in norm and under hypoxia. It is supposed to use activity of the mentioned enzymes for description of the homeostasis in the studied species of hydrobionts under natural conditions of the habitat. It is supposed as possible to use the relation of activities of the enzymes T-6-FDGGK) in bioindication.

УДК 597:591.111.1 (262.5±262)

Л. В. ТОЧИЛИНА, Ю. С. БЕЛОКОПЫТИН

КОЛИЧЕСТВО ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ У РЫБ ЧЕРНОГО И СРЕДИЗЕМНОГО МОРЕЙ

Проведено количественное изучение лейкоцитов у 26 видов рыб, принадлежащих к 5 отрядам. Отмечены различия в содержании лейкоцитов по видовым, эколого-физиологическим и сезонным признакам. Установлена обратная зависимость между количеством эритроцитов и лейкоцитов.

При анализе эколого-физиологических особенностей рыб практическое значение имеет изучение не только красной, но и белой крови. Количество элементов белой крови характеризует физиологическое состояние особи не только на организменном уровне, но может служить показателем функциональных возможностей для вида как такового и для более широких систематических категорий. Цель настоящей работы — сравнительное изучение количества лейкоцитов у рыб, различающихся своей экологией и принадлежащих к разным систематическим группам.

© Л. В. Точилина, Ю. С. Белокопытин, 1992

Лейкоциты морских рыб (летний период)

Вид	л. экз.	Стадия зрелости *	Количество лейкоцитов тыс./мм ³		
			M	±m	CV
Отр. Сельдеобразные. Сем. Сельдевые					
Шпрот — <i>Sprattus phalericus</i> (Risso)	154	III—IV	16,0	1,6	124,0
Сельдь — <i>Alosa kessleri pontica</i> (Eichwald)	16	III—IV	18,8	2,4	51,0
Сем. Анчоусовые					
Хамса — <i>Engraulis encrasicolus</i> ponticus	34	IV	23,2	1,6	40,2
Сем. Миктофовые					
Миктофиды — <i>Myctophum affinis</i>	10	IV	11,9	1,5	39,9
Отр. Сарганнообразные. Сем. Макрелешука					
Макрелешука — <i>Scomberesox saurus</i> L.	11	IV	10,8	1,4	43,0
Саргановые — <i>Belone belone</i> (L.)	13	II	15,8	2,6	59,3
Отр. Трескообразные. Сем. Тресковые					
Налим — <i>Gidropsarus mediterraneus</i> (Linne)	4	III	16,3	5,7	70,0
Мерланг — <i>Gadus merlangus euxinus</i> Nordm.	23	II—III	23,7	3,7	64,7
Отр. Окунеобразные. Сем. Ставридовые					
Ставрида — <i>Trachurus mediterraneus</i> ponticus Aleev.	92	III—IV	13,0	1,5	110,7
Сем. Смаридовые					
Смарида — <i>Spicara maena</i>	11	III—IV	12,3	2,4	64,7
Смарида — <i>Spicara smaris</i>	10	III—IV	16,1	2,2	43,2
Сем. Губановые					
Юнкер — <i>Coris julis</i> (L.)	7	II—III	18,3	4,0	57,8
Зеленушка — <i>Crenilabrus tinca</i> (L.)	7	IV—II	10,7	1,9	47,0
Сем. Спаровые					
Боопс — <i>Boops boops</i> (Linne)	3	II	17,5	8,8	87,1
Ласкирь — <i>Diplodus annularis</i> (L.)	10	IV	19,3	3,5	55,9
Сем. Султанковые					
Султанка (молодь) — <i>Mullus barbatus</i> ponticus Essipov	5	IV	20,0	3,9	43,6
Султанка	88	IV—VI	20,4	2,1	96,6
Сем. Серрановые					
Каменный окунь					
Ханос — <i>Serratus cabrilla</i> (Linne)	10	II	20,0	3,3	52,2
Каменный окунь — <i>Serranus scriba</i> (Linne)	5	IV—V	26,0	4,3	37,0
Сем. Скорпеновые					
Скорпена — <i>Scorpaena porcus</i>	31	IV—V	23,5	2,9	68,7
Скорпена — <i>Scorpaena scrofa</i>	11	III—IV	35,0	7,2	68,2
Сем. Ошибневые					
Ошибень — <i>Ophidion rochei</i> Müller	10	III	40,0	10,4	82,2
Сем. Собачковые					
Морская собачка — <i>Blennius Sanguinolentus</i> Pall.	13	IV—II	42,3	5,7	48,6
Сем. Звездочетовые					
Морская корова — <i>Uranoscopus scaber</i> Linne	5	IV—VI	46,0	8,9	43,3
Отр. Камбалообразные. Сем. Камбаловые					
Глосса — <i>Pleuronectes flesus luscus</i> Pall.	13	IV—VI	51,9	3,8	26,4
Сем. Ромбы					
Черноморский калкан — <i>Scophtalmus maeoticus</i> (Pall.)	9	III	64,4	11,0	51,2

* Классификация по Г. В. Никольскому [4].

Материалом послужили многолетние исследования рыб Черного и Средиземного морей. В работе обобщены как опубликованные данные [6—8, 11, 12], так и полученные в последних экспедициях (1988—1990 гг.) в рейсах НИС «Академик Ковалевский». Всего исследовано 26 видов рыб, принадлежащих к пяти отрядам. Общее число изученных рыб составило 952 экз. На протяжении всего годового цикла исследовано 5 видов рыб из 5 отрядов (615 экз.). Остальных рыб изучали только в летний период. Материал добывали тралом, дифонтовыми сетями и удебным ловом. Гематологические анализы проводили по общепринятым методикам [1, 3] после адаптации рыбы в аквариумах с постоянным протоком воды.

Наиболее полно исследованный материал представлен в летний период, который связан с основными процессами жизнедеятельности рыб — созреванием и нерестом, ростом, накоплением энергетических резервов. Индивидуальные различия в количестве лейкоцитов у рыб одного и того же вида в близких экологических условиях значительны (таблица). Коэффициенты вариации колеблются от 26,4 (глосса) до 124,0 (шпрот), но тенденция в распределении количества лейкоцитов все же существует, но не по систематическим, а по экологическим признакам. Если же рассматривать средние значения содержания лейкоцитов у рыб разных экологических групп, то здесь видны четкие различия. У пелагических и быстроплавающих прибрежных рыб их количество меньше, например у шпрота 16,0 тыс./мм³, у смарида 12,3 тыс./мм³, а у придонных и донных малоподвижных рыб количество лейкоцитов намного больше (у морской коровы оно доходит до 46 тыс./мм³, а у камбалы-калкана — до 64,4 тыс./мм³).

Рассмотрим семейства исследованных нами окунеобразных. Этот самый многочисленный отряд костистых рыб и у нас представлен в наибольшем количестве. Среди них есть пелагические (ставрида — стайный, активный мигрант, хищник), придонно-пелагические (смарида и султанка — прибрежные средней подвижности, бентофаги), донные (скорпена и морская корова, обитающие полужарышсь в песок, хищники-засадчики) и бентофаги (ошибень). На рис. 1 видна четкая зависимость между количеством лейкоцитов и экологическими особенностями обитания сравниваемых семейств. Чем выше степень естественной подвижности рыбы, тем меньше у них количество лейкоцитов. Большое влияние на содержание лейкоцитов оказывают также внешняя среда с ее физико-химическими и химическими особенностями в разные сезоны года, уровень обменных процессов в организме и другие факторы. Характер питания может существенным образом влиять на количество содержания клеток белой крови, принимающих непосредственное участие в усвоении питательных веществ. Хищные активные рыбы заглатывают за один раз много пищи, и переваривание у них может длиться до 6 сут, а донные малоактивные, как хищные, так и растительноядные, питаются относительно небольшими порциями. Скорость прохождения пищи у таких рыб достаточно высока, и часто переваривание длится всего 4—6 ч [10], что требует значительного количества лейкоцитов.

Клетки белой крови являются непосредственными участниками ряда обменных процессов в организме. В связи с этим в пределах каждого вида их количество в крови зависит от интенсивности общего

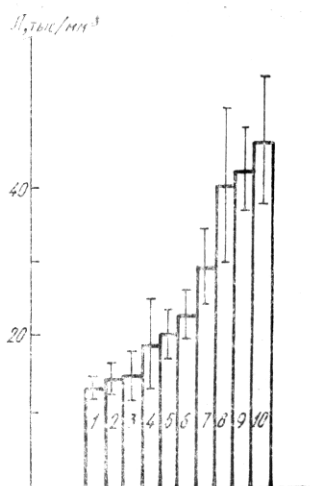


Рис. 1. Количество лейкоцитов в летний период у отряда окунеобразных. Семейства: 1 — ставридовые; 2 — смаридовые; 3 — губановые; 4 — спаровые; 5 — султанковые; 6 — серпановые; 7 — скорпеновые; 8 — ошибневые; 9 — собачковые; 10 — звездчатые

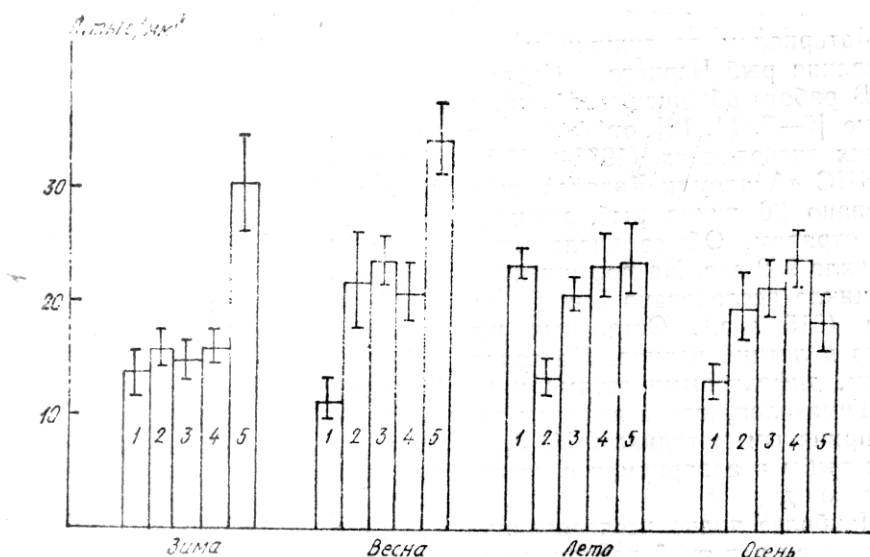


Рис. 2. Сезонная динамика количества лейкоцитов у черноморской хамсы (1), ставриды (2), султанки (3), скорпены (4), мерланга (5)

обмена веществ [5], а также от степени зрелости половых продуктов [2]. Сезонная динамика содержания лейкоцитов представлена на рис. 2. Из полученных нами данных следует, что рыбы, нерестящиеся в теплое время года, имеют большее количество лейкоцитов в конце весны и летом, а зимой оно снижается. У холодолюбивого мерланга нерест приходится на холодный сезон, и наибольшее число лейкоцитов у него зимой и в начале весны, а наименьшее — осенью.

У линя, карпа и окуня было также отмечено увеличение количества лейкоцитов летом и снижение их числа зимой [13]. Исследование форели, сомов и карпов при разной температуре воды показало, что

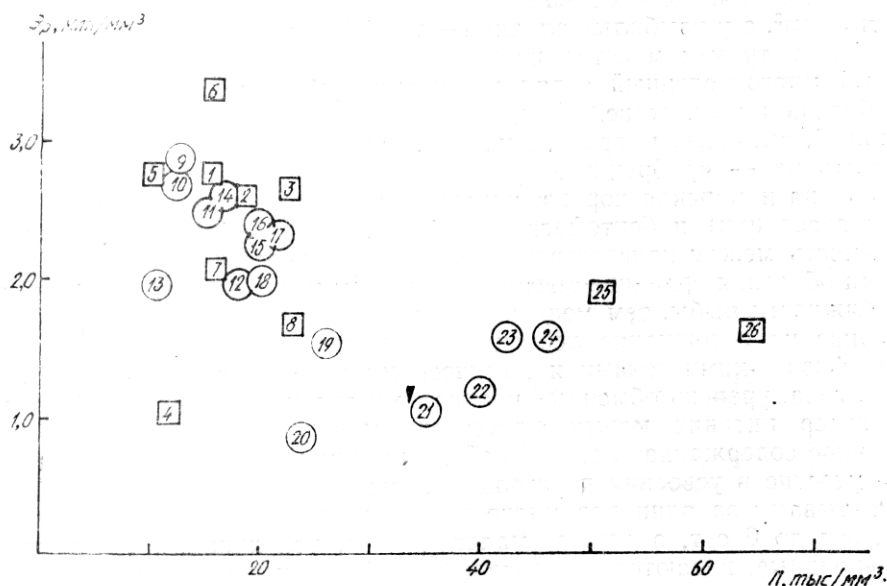


Рис. 3. Соотношение количества эритроцитов и лейкоцитов у исследованных видов рыб: 1 — шпрот; 2 — сельдь; 3 — хамса; 4 — миктофиды; 6 — сарган; 7 — налим; 8 — мерланг; 9 — ставрида; 10 — смарида мена; 11 — смарида смарис; 12 — юнкер; 13 — зеленушка; 14 — боопс; 15 — ласкирь; 16 — султанка (молодь); 17 — султанка; 18 — каменный окунь; ханос; 19 — каменный окунь; 20 — скорпена поркус; 21 — скорпена скрофа; 22 — ошибень; 23 — морская собачка; 24 — морская королева; 25 — глосса; 26 — камбала-калкан

у холодолюбивой форели количество лейкоцитов зимой остается значительным, а у сома и карпа резко снижается [5]. Причину неоднородной реакции со стороны белой крови нужно искать в различном отношении рыб к низким температурам воды. Карп и сом зимой перестают питаться, обмен их резко снижается, но форель благодаря высокой интенсивности метаболизма в течение всей зимы ведет активный образ жизни. На основе изучения сезонной динамики крови рыб Рыбинского водохранилища в работе [9] сделан вывод, что количество лейкоцитов минимально у всех рыб (леща, синца, плотвы, густеры), кроме окуня, во второй половине зимы (январь—март). С наступлением лета число лейкоцитов резко возрастает. Динамика количества лейкоцитов в течение года совпадает с динамикой питания.

При сравнении показателей красной и белой крови исследованных видов [6, 7, 8, 11, 12] прослеживается обратная зависимость между количеством эритроцитов и лейкоцитов (рис. 3). Пелагические рыбы с интенсивным обменом имеют, как правило, более высокие показатели красной крови и меньшее количество лейкоцитов, чем малоподвижные донные рыбы с низким уровнем обмена. Особенно отчетливо обратное соотношение числа эритроцитов и лейкоцитов видно при сопоставлении видов из отряда окунеобразных (рис. 3, 9—24). В основе его лежит зависимость рассматриваемых гематологических показателей рыб от видовой естественной подвижности.

На основании проделанной работы можно заключить, что количество лейкоцитов зависит от экологических факторов, физиологического состояния и не связано с систематическим положением рыб. Такой же вывод можно сделать и относительно красной крови.

1. Голодец Г. Г. Лабораторный практикум по физиологии рыб. — М.: Пищепромиздат, 1955. — 90 с.
2. Житенева Л. Д., Гориславская М. М. Гематологические показатели сельди *Clupea Pallasi Pallasi* Val., в зависимости от ее физиологического состояния // Вопр. ихтиологии. — 1986. — 26, вып. 1. — С. 137—145.
3. Кудрявцев А. А., Кудрявцева Л. А., Привольнев Т. И. Гематология животных и рыб. — М.: Колос, 1969. — 320 с.
4. Никольский Г. В. Частная ихтиология. — М.: Высш. шк., 1971. — 470 с.
5. Остроумова И. Н. Показатели крови и кроветворение в онтогенезе рыб // Изв. ГосНИОРХа. — 1957. — 43, вып. 3. — С. 69—73.
6. Ракицкая Л. В. Сезонная динамика морфо-физиологических показателей крови ставриды и мерланга Черного моря // Экология моря. — 1980. — Вып. 1. — С. 99—101.
7. Ракицкая Л. В. Сезонная динамика гематологических показателей у черноморских рыб разной экологии // Там же. — 1982. — Вып. 10. — С. 90—93.
8. Ракицкая Л. В. Некоторые морфофизиологические показатели крови средиземноморских рыб разных экологических групп // Вопр. ихтиологии. — 1982. — 22, вып. 4. — С. 690—693.
9. Смирнова Л. И. О сезонных изменениях крови рыб рыбинского водохранилища // Там же. — 1962. — 2, вып. 4 (25). — С. 677—686.
10. Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. — 440 с.
11. Тоцилина Л. В. Морфофизиологическая характеристика крови морских рыб // Биоэнергетика гидробионтов. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 166—178.
12. Тоцилина Л. В. Гематологическая характеристика морских рыб в летний период // Гидробиол. журн. — 1991. — 27, № 2. — С. 63—66.
13. Hlicher L. Vergleichend-physiologische Untersuchungen der Blutkörperchenzahlen bei Knochen fischen // Zool. Jahrbücher. abt. f. allg. Zoologie und Physiologie der Tiere. — 1926. — 43, N 2. — S. 34—37.

Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского
АН Украины, Севастополь

Получено
28.06.91

THE NUMBER OF BLOOD LEUCOCYTES IN THE BLACK SEA
AND MEDITERRANEAN FISH

Summary

26 fish species (5 orders) were studied in different seasons, 5 of them (3 orders) during the whole year, other in summer. It was noticed that the number of leukocytes depended on natural motive activity of fish. The number of leukocytes in the sprat is 16.000/mm³, that in merlangus 23700/mm³, in the Black sea turbot — 64000/mm³. The number of leukocytes also depends on the physiological state of fish, character of nutrition and physicochemical factors of the environment. A reverse relationship between the number of leukocytes and erythrocytes is established.

УДК 597:591.85:591.3

А. А. СОЛДАТОВ

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗЕРВОВ ДЕПО КРОВИ
В ОНТОГЕНЕЗЕ МОРСКИХ РЫБ

Предложена методика количественной оценки резервов депо крови у рыб. Установлено, что в течение первых двух лет жизни у рыб происходит формирование резервов депо крови, которые достигают уровня 20—29% общего числа циркулирующих эритроцитов. У сеголетков они не развиты совсем. Относительный объем депонированной эритроцитарной массы у пелагических видов более чем в 5 раз выше по сравнению с донными.

Знание резервных возможностей организма важно для понимания механизмов его адаптации к меняющимся условиям среды. Кровяные депо — наиболее лабильные звенья системы красной крови, способные в срочном порядке изменять ее кислородную емкость. Исследования, проведенные на рыбах, показали, что основным депонирующим кровью органом у них является селезенка. Данный орган иннервируется холинергическими и адренергическими постганглионарными волокнами в составе чревного нерва [14] и способен в кратчайшее время осуществлять выброс содержимого в кровоток, повышая кислородную емкость крови [10, 17] и вызывая значительные биохимические изменения в плазме [21]. Сведения о резервах депо крови у рыб ограничены. Слабая изученность данного вопроса связана с отсутствием соответствующих методических разработок. Цель настоящей работы — разработать методику оценки резервов депо крови и сравнить полученные значения у рыб, находящихся на разных стадиях онтогенетического развития.

Материал и методика. Работа выполнена на разновозрастных особях кефали-сингиля (*Liza aurata* R.) и бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* P.). Возраст определяли по чешуе и оттолитам [9]. Рыбу отлавливали в сентябре—октябре в Керченском проливе при температуре воды 14—16 °С и рассаживали в аквариумы, имеющие централизованные системы проточности, аэрации и терморегуляции¹. Плотность посадки составляла 50—80 л на одну особь. Температуру воды в аквариумах поддерживали на уровне (15,0±1,0) °С. В данных условиях рыбу выдерживали в течение 2—4 мес с целью адаптации к условиям искусственного содержания и снятия стресса, вызванного отловом и транспортировкой. В течение опыта особей обоих видов кормили фаршем из малоценных видов рыб со специальными добавками. Суточный пищевой рацион составлял 6—7% массы тела.

¹ Исследования проведены в 1980—1983 гг. в Азово-Черноморском НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии.