

Л. М. НУСЕНБАУМ

К ВОПРОСУ О ФОРМЕ ЭРИТРОЦИТОВ У РЫБ

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 28 III 1953)

Исследования форменных элементов периферической крови рыб имеют свою почти вековую историю. Однако значительное большинство из них проводилось на случайных объектах и, как правило, без систематических наблюдений за состоянием клеток крови в процессе эмбрионального и постэмбрионального развития рыб. При этом следует отметить, что главным образом изучены и освещены в литературе морфологические особенности лейкоцитарного состава крови. Между тем, для понимания состава крови рыб и других низших позвоночных животных особое значение приобретают морфологические черты, характеризующие эритроциты — носители дыхательных пигментов (3).

По форме эритроциты позвоночных животных могут быть подразделены на две группы: эритроциты округлые, дискообразные и эритроциты, имеющие форму плоских эллипсоидов. Среди животных, эритроциты которых имеют ядра (все позвоночные животные, кроме млекопитающих), только у круглоротых эритроциты — округлой дискообразной формы. До настоящего времени в учебниках ихтиологии (6) и в специальной литературе (3) безоговорочно принимается, что эритроциты у рыб в отличие от представителей круглоротых имеют эллипсоидную форму.

Данные, полученные нами при исследовании крови семги (*Salmo salar* L.) в связи с особенностями ее размножения (4), позволяют сделать вывод, что форма эритроцитов этой рыбы испытывает значительные изменения и что на ранних этапах развития семги эритроциты у нее имеют округлую дискообразную форму, подобно форме эритроцитов у представителей круглоротых.

Кровь самцов и самок семги была исследована в период хода их из моря в реки, в преднерестовый период и во время нереста. Кроме того, была исследована кровь эмбрионов, личинок и молоди семги.

Форма эритроцитов семги изучалась по окрашенным мазкам крови. Окраска проводилась по способу Паппенгейма. Для изготовления мазка кровь бралась из жаберной артерии. Кровь эмбрионов и личинок семги была получена при помощи тонко оттянутого стеклянного капилляра, конец которого направлялся в область сердца. При этом в капилляр попадает некоторое количество крови, которое может быть перенесено на предметное стекло и зафиксировано без нарушения целостности форменных элементов. Измерения клеток проводились при помощи окуляр-микрометра с ценою деления 2 μ .

У рыб, как и у всех позвоночных животных, имеющих ядерные эритроциты, образование этих клеток происходит интраваскулярно. При наличии значительной зависимости активности кроветворения от сезонных явлений у рыб и у других животных с переменной температурой

тела эритропоз в определенные периоды распространяется на все кровяное русло. Поэтому, изучая мазки крови рыб, можно обнаружить отдельные клеточные формы, которые составляют ряд, отражающий процесс развития эритроцитов. При описании этого ряда клеток по мазкам крови семги мы выделяем: эритробласты, нормобласты, базофильные эритроциты, полихроматофильные эритроциты и, наконец, ортохромные — зрелые эритроциты.

В связи с изложенным важно отметить, что, рассматривая вопрос о форме и размерах эритроцитов семги, мы имеем в виду зрелые эритроциты, плазма которых однородно окрашивается в розовато-желтые тона. Ядро в таких клетках окрашено в темнофиолетовый цвет, оно плотное, богатое хроматином.

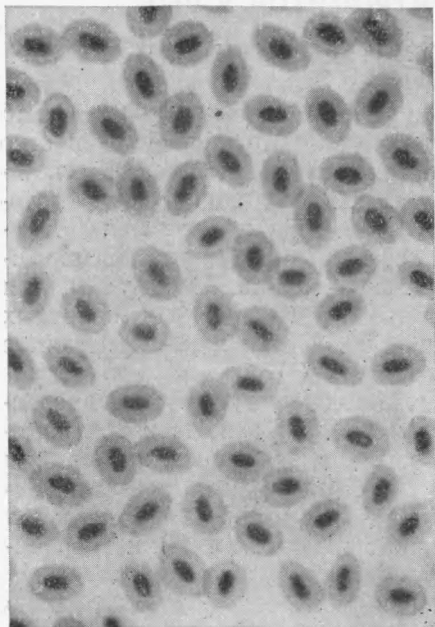


Рис. 1. Эритроциты семги в период хода рыбы из моря. Микрофотография (об. 90, ок. 7)

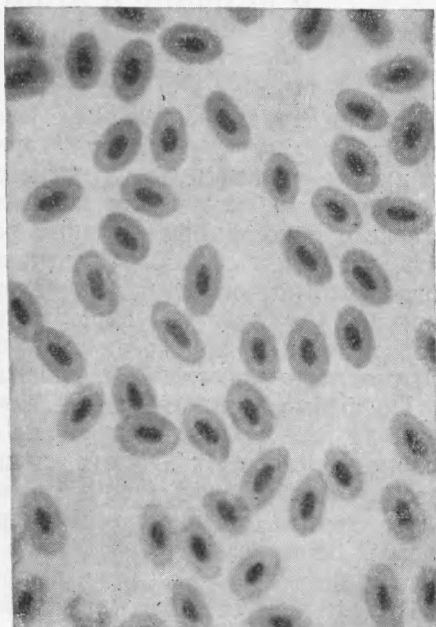


Рис. 2. Эритроциты семги в преднерестовый период. Микрофотография (об. 90, ок. 7)

При исследовании мазков крови семги мы, как и некоторые авторы (1, 2, 5), изучавшие кровь других рыб, обнаружили большое разнообразие в форме эритроцитов. В одном мазке крови у ряда особей можно найти и округлые, и значительно вытянутые — эллипсоидные эритроциты. Однако, изучая мазки, нетрудно заметить, что в преднерестовый период и в период нереста эритроциты у семги значительно более вытянуты, чем в период хода рыбы из моря (рис. 1 и 2).

В табл. 1 и 2 приводятся данные о размерах эритроцитов семги в период хода рыбы из моря и в преднерестовый период. В каждом случае проведено измерение большого и малого диаметров 1000 эритроцитов (мазки от 5 самок и 5 самцов, 100 промеров в каждом мазке). Полученные данные позволяют сделать вывод, что значительное количество эритроцитов у семги в преднерестовый период имеет более вытянутую форму, в то время как более округлые клетки характерны для крови рыб, выловленных в период хода из моря в реки.

В табл. 3 приводятся средние размеры эритроцитов семги, выловленной в различные периоды нерестовой миграции.

Таблица 1

Распределение эритроцитов семги по размерам в период ее
хода из моря в реки
(большой (D) и малый (d) диаметры в μ)

$\frac{D}{d}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Всего в шт.
7					1		1					2
8			1	6	24	9	17	3	1	1		62
9			3	7	52	21	30	9	3		1	126
10	1		20	20	224	80	151	16	15			523
11	1		3	14	64	39	52	7	2			182
12	1		9	12	38	11	12	2				85
13			2	3	7	1	2					15
14					1							1
Всего в шт.	3		38	62	411	160	266	37	21	1	1	1000

Таблица 2

Распределение эритроцитов семги по размерам
в преднерестовый период
(большой (D) и малый (d) диаметры в μ)

$\frac{D}{d}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Всего в шт.
7	1		1		6	4	2	3	1			18
8	2		6	17	41	22	76	24	33	2	2	245
9			5	11	57	44	111	46	45	4	3	229
10			5	4	43	30	154	45	53	8	4	356
11			2	2	3	7	11	6	11		1	43
12						1	2	1	5			9
13												
14												
Всего в шт.	3		19	34	150	108	366	143	148	14	15	1000

Таким образом, мы вправе сделать заключение, что форма эритроцитов в крови взрослых особей семги находится в определенной зависимости от состояния рыбы в различные периоды нерестовой миграции. Эритроциты, форма которых более удаляется от округлой дискообразной, свойственны периферической крови семги в период снижения у нее интенсивности кроветворения, что, по нашему мнению, имеет место в результате так называемого нерестового голодания семги.

Наблюдающиеся изменения в форме зрелых (ортохромных) эритроцитов от округлой к более вытянутой являются результатом дальнейшей дифференцировки клеток. Это явление, повидимому, имеет место при увеличении продолжительности срока существования эритроцитов в периферической крови.

Более округлые эритроциты, мы полагаем, надо считать и более молодыми, характерными для периферической крови в период усиленного

Таблица 3
Средние размеры
эритроцитов семги (в μ)

Состояние рыбы	Большой диаметр	Малый диаметр
Ход из моря в реки	14,7	10,1
Преднерестовый период	15,9	9,1

крововетворения, например в начале речного периода нерестовой миграции смеги, т. е. во время захода рыбы из моря в реки. Эритробласты и нормобласты в крови семги представляют собою округлые дискообразные клетки с большим круглым ядром. По мере развития форма этих клеток и ядра изменяется от округлой к эллипсоидной — типичной для зрелых эритроцитов молоди и взрослых особей семги.

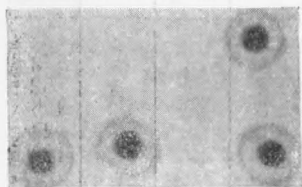


Рис. 3. Эритроциты личинок семги. Микрофотография (об. 90, ок. 7)

Изучая кровь эмбрионов и личинок семги, мы обнаружили, что при эмбриональном крововетворении вполне зрелые, характерные по окраске плазмы и по структуре и окраске ядра первичные эритроциты сохраняют правильную округлую форму и округлое ядро (рис. 3). Таким образом, при эмбриональном крововетворении эритроциты у семги имеют такую же форму, как у представителей круглоротых в течение всей жизни последних.

Обсуждая факты проявления в эмбриональном периоде развития некоторых черт, сохраняющихся у нижестоящей группы животных в течение всей их жизни, мы вправе рассматривать такие факты в свете филогенетических отношений, одним из примеров для иллюстрации которых может служить, по нашему мнению, описанное явление сходства в форме эритроцитов эмбрионов семги и взрослых особей круглоротых.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
озерного и речного рыбного хозяйства

Поступило
23 III 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Заварзин, Очерки эволюционной гистологии крови и соединительной ткани, в. I, 1945. ² Г. Н. Калашников, Уч. зап. Моск. гос. ун-та, в. 33 (1939). ³ П. А. Коржув, Эволюция дыхательной функции крови, 1949. ⁴ Л. М. Нусенбаум, Исследование половых желез и крови семги в связи с особенностями ее размножения, Автореферат диссерт., Л., 1951. ⁵ В. Rawitz, Roux' Arch., 56 (1900). ⁶ Е. К. Суворов, Основы ихтиологии, 1948.