

УДК 597.317-111.11(26)

КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ И НЕКОТОРЫХ ОРГАНОВ КРОВЕТВОРЕНИЯ СКАТА *AMBLYRAJA GEORGIANA* (NORMAN, 1938) (RAJIFORMES: RAJIDAE) ИЗ МОРЯ СКОША

© 2019 г. И. И. Гордеев^{1,2, *}, Д. В. Микряков³, Л. В. Балабанова³, В. Р. Микряков³

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
Москва 107140, Россия

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва 119991, Россия

³Институт биологии внутренних вод РАН,
пос. Борок 152742, Россия

*e-mail: gordeev_ilya@bk.ru

Поступила в редакцию 13.06.2018 г.

После доработки 12.04.2019 г.

Принята к публикации 30.05.2019 г.

Исследован состав лейкоцитов периферической крови и органов кроветворения (почки и селезенка) ската *Amblyraja georgiana* (Norman, 1938). В мазках крови обнаружены разные по морфофункциональным характеристикам и структуре клетки: лимфоциты, моноциты, нейтро- и эозинофилы, а также бласт-клетки. Анализ лейкограммы показал, что белая кровь *A. georgiana* имеет лимфоидный характер. В почке и селезенке большую часть клеток составляли бластные формы.

Ключевые слова: рыбы, скат *Amblyraja georgiana*, лейкограмма, лейкоциты

DOI: 10.1134/S0134347519060032

Георгианский скат *Amblyraja georgiana* (Norman, 1938) (Rajiformes: Rajidae) – один из 10 валидных видов рода *Amblyraja* Malm, 1877 (Froese, Pauly, 2018) – является эндемиком Антарктики и Субантарктики. Ареал его обитания в настоящее время неизвестен, однако область распространения включает море Скоша, район о-ва Южная Георгия, Антарктического полуострова и море Росса. Глубины вертикального распределения *A. georgiana* также четко не описаны: на шельфе Южной Америки это 20–350 м, в более южных районах Антарктики вид встречается на глубине до 2000 м. В состав пищи *A. georgiana* входят антарктический криль и другие эуфазиды, различные ракообразные, включая мизид и амфипод, костистые рыбы, полихеты, а также сальпы и головоногие (Main, Collins, 2011; Nelson et al., 2016).

В настоящее время исследованию лейкоцитов рыб посвящено значительное количество публикаций, в большинстве которых описаны клетки белой крови разных видов костистых рыб. Первые работы по изучению крови скатов были опубликованы в конце XIX в. (Malassez, 1872), исследования продолжались и в XX веке (Harris, 1903; Jordan, Speidel, 1924; Maximow, 1927; Dill et al., 1932). Работы с точными и подробными характеристиками состава, количества и размеров лейко-

цитов хрящевых рыб появились в середине прошлого века (Kisch, 1949, 1951; Saunders, 1966a, 1966b; Sherburne, 1974). Детальное описание ультраструктуры эритроцитов и гемопоэтических тканей разных органов хрящевых рыб с применением методов трансмиссионной микроскопии впервые выполнено на примере морской лисицы *Raja clavata* Linnaeus, 1758 (Zapata, 1980, 1981; Zapata, Carrato, 1981). Ультраструктура клеток белой крови впервые изучена на примере усатой акулы-няньки *Ginglymostoma cirratum* Bonnaterre, 1788, в крови которой были отмечены четыре типа лейкоцитов, а также *in vitro* исследована фагоцитарная активность клеток (Hyder et al., 1983). Более поздние работы посвящены изучению гемопоэза (Fänge, Pulsford, 1983), фагоцитарной активности лейкоцитов и методике гематологического изучения крови хрящевых рыб с описанием всех типов клеток крови (Walsh, Luer, 1998, 2004). Гемопоэз у скатов исследовали и в России (Грушко, Хвостова, 2010; Грушко и др., 2012). Однако данные о лейкоцитарном составе крови скатов, обитающих в условиях Антарктики и Субантарктики, в доступной литературе отсутствуют. В настоящей работе изучен состав лейкоцитов крови и органов кроветворения ската *A. georgiana*, обитающего в море Скоша.

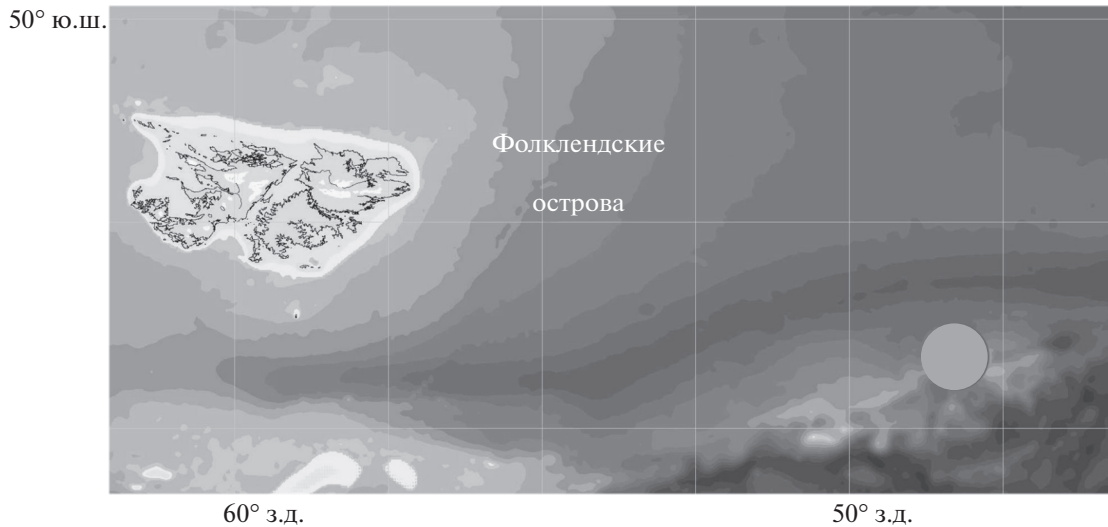


Рис. 1. Карта района исследований. Место поимки особей *Amblyraja georgiana* отмечено кружком.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Неполовозрелые особи *Amblyraja georgiana* (5 экз.) со средней массой 10.45 ± 2.43 кг и длиной (*TL*) 95.86 ± 8.34 см были выловлены в марте 2013 г. (российское судно “Янтарь-35”, ООО “Орион”, Хабаровск) в море Скоша (Атлантический сектор Антарктики: $53^{\circ}22'5$ ю.ш.; $50^{\circ}25'2$ з.д.) (рис. 1). Отлов проводили при помощи донного яруса типа “автолайн” системы “Мустад” с глубины 1280–1340 м. Определение скатов проводили в соответствии с рекомендациями Фишера и Хэроу (FAO..., 1985) и “Справочника научного наблюдателя” (ССАМ-LR, 2011).

Кровь из перикарда, образцов почки и селезенки отбирали сразу после поимки. Мазки крови и мазки-отпечатки органов делали на обезжиренном предметном стекле, сушили и фиксировали в 96% этаноле в течение 30 мин. В лабораторных условиях мазки и отпечатки окрашивали по Романовскому–Гимза. Микроскопическое исследование мазков и мазков-отпечатков проводили под световым микроскопом “Биомед-6ПР1-ФК” ($\times 360$). В каждом препарате анализировали 200 лейкоцитов, которые идентифицировали, используя общепринятую методику (Иванова, 1983). Клетки фотографировали и измеряли на Digital Microscope Keyence VHX-1000. Статистическую обработку проводили стандартными методами (Лакин, 1980).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В мазках периферической крови, почки и селезенки ската *Amblyraja georgiana* обнаружены лимфоциты, моноциты, нейтрофилы, эозинофилы, созревающие и бластные формы клеток. Размер и процентное содержание клеток в разных

тканях и органах различались (табл. 1). В составе лейкоцитов крови ската преобладали лимфоциты, присутствовало незначительное количество других типов клеток: моноцитов, эозинофилов, бластных форм клеток (лимфо- и миелобласты) и редко встречающихся (не у всех исследованных рыб) палочкоядерных нейтрофилов. В мазках-отпечатках почки и селезенки отмечено значительное содержание бластных форм клеток и лимфоцитов, остальные типы клеток встречались в небольших количествах.

Лимфоциты имели типичное строение: округлые клетки (размером $13.7 \pm 0.4 \times 11.1 \pm 0.5$ мкм), обычно с псевдоподиями, ядро занимает большую часть клетки и окружено тонким кольцом цитоплазмы (рис. 2а). Моноциты – крупные клетки ($31.1 \pm 0.9 \times 23.3 \pm 1.1$ мкм) с эксцентрично расположенным ядром, в цитоплазме часто содержатся вакуоли и части других клеток (рис. 2б). Гранулоциты (нейтро- и эозинофилы) приблизительно одного размера с эксцентрично расположенным ядром, но у нейтрофилов ($24.1 \pm 0.4 \times 22.5 \pm 1.2$ мкм) в цитоплазме отмечены мелкие (рис. 2в), а у эозинофилов ($25.2 \pm 0.7 \times 21.6 \pm 1.4$ мкм) крупные гранулы (рис. 2г). У бластных клеток ($23.0 \pm 0.4 \times 20.1 \pm 0.8$ мкм) большую часть занимает ядро, окруженное узким слоем цитоплазмы (рис. 2д).

В мазках-отпечатках почки и селезенки обнаружены лейкоциты на разных стадиях созревания. Большую часть лейкоцитов в этих органах составляли клетки лимфоидного ряда: лимфобласты, пролимфоциты и зрелые лимфоциты. Незначительное количество представлено гранулоцитами: миелобластами, нейтрофилами и эозинофилами.

Таблица 1. Содержание лейкоцитов в крови и органах кровотока ската *Amblyraja georgiana*

Тип клеток	Содержание, %		
	кровь	почка	селезенка
Лимфоциты	92.3 ± 0.4	24.6 ± 0.8	27.6 ± 0.6
Моноциты	1.2 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.0 ± 0.3
Нейтрофилы	0.5 ± 0.2	1.0 ± 0.3	1.4 ± 0.2
Эозинофилы	3.5 ± 0.4	3.6 ± 0.6	3.2 ± 0.5
Лимфобласты	1.5 ± 0.2	26.3 ± 0.5	23.2 ± 0.8
Миелобласты	1.0 ± 0.2	3.1 ± 0.2	1.6 ± 0.1
Пролимфоциты	0	40.0 ± 0.4	42.0 ± 1.2

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования состава и морфометрических показателей лейкоцитов ската *Amblyraja georgiana* выявлены как сходство, так и различия с клетками крови других видов морских и пресноводных рыб. Как и у большинства рыб, в крови *A. georgiana* преобладали лимфоциты — основные клетки иммунной системы. Их функции состоят в распознавании чужеродных тел, разрушении антигенов, формировании специфического иммунитета, синтезе антител и формировании клеток памяти (Микряков, 1991; Ройт и др., 2000; Галактионов, 2005; Van Muiswinkel, Vervoorn-Van Der Wal, 2006). У хрящевых рыб выявлена способность лимфоцитов к бласттрансформации в плазматические клетки и к развитию специфических

иммунных реакций на разные типы антигенов (Litman et al., 1970). Акулы и скаты также способны к проявлению реакций гиперчувствительности замедленного типа и к отторжению аллотрансплантатов (Perey et al., 1968; Купер, 1980).

Как и у других видов морских рыб, в том числе ромбовых скатов, у *A. georgiana* присутствуют два типа гранулоцитов — нейтрофилы и эозинофилы, которые участвуют в фагоцитозе микроорганизмов, синтезе медиаторов иммунного ответа и неспецифических факторов иммунитета (Manning, Nakanishi, 1996; Галактионов, 2005). Тонкое строение нейтрофилов у разных видов рыб различается формой эксцентрично расположенного ядра,

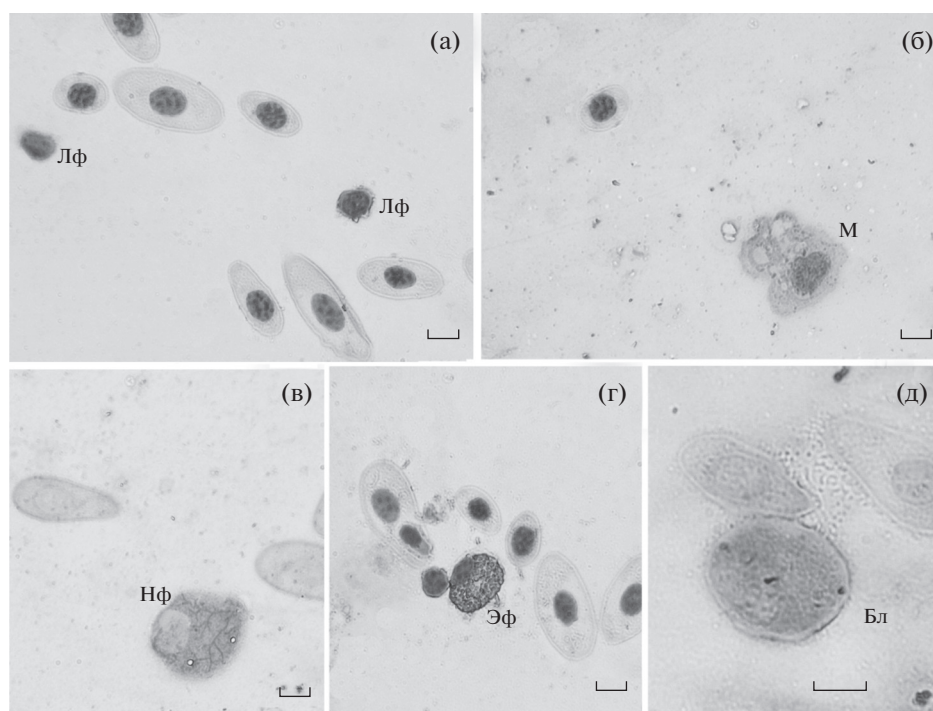


Рис. 2. Клетки крови ската *Amblyraja georgiana*. а — лимфоцит (Лф), б — моноцит (М), в — нейтрофил (Нф), г — эозинофил (Эф), д — миелобласт (Бл). Масштаб: 10 мкм.

формой и структурой гранул. Процентное содержание нейтрофилов в крови ската очень мало. Низкий показатель процентного содержания нейтрофилов отмечен и у других видов хрящевых и антарктических рыб (Флоренсов, Пестова, 1990; Voytyskiy et al., 2008; Грушко, Хвостова, 2010; Грушко и др., 2012; Gordeev et al., 2014, 2017), тогда как у большинства изученных костистых рыб, обитающих в теплых водах, он значительно выше (Точилина, 1994). Можно также отметить отсутствие базофилов, характерное для скатов, акул и некоторых из изученных видов костистых рыб (Saunders, 1966a, 1966b; Sherburne, 1974; Точилина, 1994; Gordeev et al., 2014, 2017).

Размеры всех типов лейкоцитов у *A. georgiana* приблизительно в 1.5–2 раза больше, чем у костистых видов рыб (Иванова, 1983; Флоренсов, Пестова, 1990), в том числе у обитающих в этой же области и на этой же глубине клыкачей: антарктического *Dissostichus mawsoni* Norman, 1937 (Gordeev et al., 2014; Гордеев и др., 2017) и патагонского *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Gordeev et al., 2017). Более значительные размеры клеток белой крови, чем у костистых рыб, отмечены и у других видов хрящевых рыб (Sherburne, 1974; Fänge, Pulsford, 1983), в том числе у акул (Engle et al., 1958). Существует несколько теорий, объясняющих данное различие. Показана прямая зависимость между размером генома и клеток крови позвоночных (Gregory, 2001). В ряду костистые рыбы – бесчерепахи – хрящевые рыбы – двоякодышащие увеличивается и размер генома, и размер клеток крови. Осомолярность крови у скатов примерно в 2.5 раза выше, чем у костистых рыб (Evans et al., 2005), что также может влиять на размеры клеток.

У пластиножаберных, как и у костистых рыб, в почке и селезенке присутствуют лимфомиелоидная и лимфоидная ткани, в которых образуются лимфоциты, моноциты и гранулоциты (Ellis, 1977; Ройт и др., 2000; Walsh, Luer, 2004; Грушко, Хвостова, 2010; Грушко и др., 2012). У акул и скатов почки – место наиболее интенсивного образования всех типов лейкоцитов. У хрящевых рыб кроветворение происходит также в области гонад (эпигональный орган) и в спиральной складке кишки (Лейдигов орган) (Zapata, 1981; Fänge, Pulsford, 1983). В последней скопления лимфомиелоидной ткани незначительны и процессы кроветворения неинтенсивны (Заварзин, 1953). У ската *Dasyatis pastinaca* гемопоэтические клетки обнаружены в области перикарда (Грушко, Хвостова, 2010; Грушко и др., 2012). Значительное содержание бластных форм клеток, выявленное при исследовании мазков-отпечатков почки и селезенки *A. georgiana*, указывает на то, что у этого вида, как и у других скатов, в данных органах происходят гемопоэтические процессы. Большое процентное содержание зрелых лимфоцитов свидетельствует о преобладании лимфопоэза, как и у

других скатов (Грушко, Хвостова, 2010; Грушко и др., 2012).

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют, что лейкоциты ската *A. georgiana* по морфофункциональным характеристикам гетерогенны и представлены клетками разной структуры: лимфоцитами, моноцитами, нейтро- и эозинофилами и бласт-клетками. Анализ относительного содержания отдельных пулов клеток в лейкограмме показал, что белая кровь данного вида имеет лимфоидный характер, а содержание остальных типов лейкоцитов незначительное. В почке и селезенке преобладали бластные формы. Обнаруженное различие в качественном и количественном составе лейкоцитов в почке и селезенке характерно для органов, выполняющих функцию кроветворения, подобно костному мозгу высших позвоночных (Заварзин, 1976; Федоров, 1976; Fänge, 1977; Fänge, 1982). Размеры всех клеток крови у ската *A. georgiana* приблизительно в 2 раза больше, чем у большинства костистых рыб, в том числе обитающих в данной области и на этой же глубине.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ НОРМ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 17-74-10203 и частично в рамках государственного задания ФАНО России (тема № АААА-А18-118012690123-4).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность экипажу судна “Янтарь-35” (ООО “Орион”, Хабаровск) за помощь в сборе и транспортировке материала, д. б. н. А.М. Орлову (ФГБНУ “ВНИРО”) за ценные советы и помощь в поиске литературы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Галактионов В.Г. Эволюционная иммунология: Учеб. пособие. М.: ИКЦ Академкнига. 2005. 408 с.
- Гордеев И.И., Балабанова Л.В., Суворова Т.А. Состав лейкоцитов органов кроветворения антарктического клыкача // Тр. ВНИРО. 2017. Т. 167. С. 6–11.
- Грушко М.П., Хвостова С.М. Клеточный состав органов кроветворения хрящевых рыб // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыб. хоз-во. 2010. № 2. С. 98–100.

- Грушко М.П., Хвостова С.М., Крючков В.Н. Особенности кроветворения у представителей хрящевых рыб // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбн. хоз-во. 2012. № 1. С. 133–135.
- Заварзин А.А. Избранные труды. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1953. Т. 4. 718 с.
- Заварзин А.А. Основы частной цитологии и сравнительной гистологии многоклеточных животных. Л.: Наука. 1976. 411 с.
- Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть. 1983. 79 с.
- Купер Э. Сравнительная иммунология. М.: Мир. 1980. 422 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа. 1980. 293 с.
- Микряков В.Р. Закономерности формирования приобретенного иммунитета у рыб. Рыбинск: ИБВВ РАН. 1991. 153 с.
- Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Иммунология. М.: Мир. 2000. 592 с.
- Тоцилина Л.В. Лейкоцитарная формула морских рыб // Гидробиол. Журн. 1994. Т. 30. Вып. 3. С. 50–57.
- Федоров Н.А. Нормальное кроветворение и его регуляция. М.: Медицина. 1976. 543 с.
- Флоренсов В.А., Пестова И.М. Очерки эволюционной иммуноморфологии. Иркутск: ИГУ. 1990. 248 с.
- CCAMLR. Scientific observers manual. Hobart: CCAMLR. 2011. 65 p.
- Dill D.B., Edwards H.T., Florkin M. Properties of the blood of the skate (*Raja oscillata*) // Biol. Bull. 1932. V. 62. № 1. P. 23–36.
- Ellis A.E. The leucocytes of fish: A review // J. Fish Biol. 1977. V. 11. № 5. P. 453–491.
- Engle R.L., Woods K.R., Paulsen E.C., Pert J.N. Plasma cells and serum proteins in marine fish // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1958. V. 98. № 4. P. 905–909.
- Evans D.H., Piermarini P.M., Choe K.P. The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste // Physiol. Rev. 2005. V. 85. № 1. P. 97–177.
- Fänge R. Size relations of lymphomyeloid organs in some cartilaginous fish // Acta Zool. 1977. V. 58. № 3. P. 125–128.
- Fänge R.A. A comparative study of lymphomyeloid tissue in fish // Dev. Comp. Immunol. 1982. V. 6. № 1. Suppl. 2. P. 23–33.
- Fänge R., Pulsford A. Structural studies on lymphomyeloid tissues of the dogfish, *Scyliorhinus canicula* L. // Cell Tissue Res. 1983. V. 230. № 2. P. 337–351.
- FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Southern Ocean (CCAMLR Convention Area Fishing Areas 48, 58 and 88), Fischer W., Hureau J.-C., Eds., Rome: FAO. 1985. V. 1. P. 233–470.
- Froese R., Pauly D. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. *Amblyraja* Malm, 1877. Accessed through: World Register of Marine Species at: <http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=105760> on 2018-03-26.
- Gordeev I.I., Mikryakov D., Balabanova L.V., Mikryakov V.R. Composition of leucocytes in peripheral blood of Antarctic toothfish *Dissostichus mawsoni* (Nototheniidae) // J. Ichthyol. 2014. V. 54. № 6. P. 422–425.
- Gordeev I.I., Mikryakov D.V., Balabanova L.V., Mikryakov V.R. Composition of leucocytes in peripheral blood of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898) (Nototheniidae) // Polar Res. 2017. V. 36. № 1. Art. ID 1374126.
- Gregory T.R. The bigger the C-value, the larger the cell: genome size and red blood cell size in vertebrates // Blood Cells, Mol., Dis. 2001. V. 27. № 5. P. 830–843.
- Harris D.F. On the haemoglobinometry and haemacytometry of the blood of the skate // J. Physiol. 1903. V. 30. № 3–4. P. 319–321.
- Hyder S.L., Cayer M.L., Pettey C.L. Cell types in peripheral blood of the nurse shark: An approach to structure and function // Tissue Cell. 1983. V. 15. № 3. P. 437–455.
- Jordan H.E., Speidel C.C. Studies on lymphocytes. II. The origin, function, and fate of the lymphocytes in fishes // J. Morphol. 1924. V. 38. № 4. P. 529–549.
- Kisch B. Hemoglobin content, size and amount of erythrocytes in fishes // Exp. Med. Surg. 1949. V. 7. P. 118–133.
- Kisch B. Erythrocytes in fishes // Exp. Med. Surg. 1951. V. 9. P. 125–137.
- Litman G.W., Frommel D., Finstad J. et al. The evolution of the immune response. VIII. Structural studies of the lamprey immunoglobulin // J. Immunol. 1970. V. 105. P. 1278–1284.
- Main C.E., Collins M.A. Diet of the Antarctic starry skate *Amblyraja georgiana* (Rajidae, Chondrichthyes) at South Georgia (Southern Ocean) // Polar Biol. 2011. V. 34. № 3. P. 389–396.
- Maximow A.A. Bindegewebe und blutbildende Gewebe // Handbuch der Microscopischen Anatomie des Menschen. Brodersen J., Maximow A., Schaffer J. (eds). Berlin: Springer. 1927. V. 2/1. P. 232–538.
- Malassez L. De la numération des globules rouges du sang chez les mammifères, les oiseaux et les poissons // C. R. Acad. Sci., Paris. 1872. V. 75. P. 1528–1531.
- Manning M.J., Nakanishi T. The specific immune system: cellular defenses // The fish immune system: Organism, pathogen and environment. London: Academic Press. 1996. V. 15. Ch. P. 160–206.
- Nelson J.S., Grande T.C., Wilson M.V.H. Fishes of the World. 5th ed. Hoboken, N.J.: Wiley. 2016. 752 p.
- Perey D.Y., Finstad J., Pollara B., Good R.A. Evolution of the immune response. VI. First and second set skin homograft rejections in primitive fishes // Lab. Invest. 1968. V. 19. P. 591–597.
- Saunders D.C. Elasmobranch blood cells // Copeia. 1966. V. 1966. № 2. P. 348–351.
- Saunders D.C. Differential blood cell counts of 121 species of marine fishes of Puerto Rico // Trans. Am. Microsc. Soc. 1966. V. 85. № 3. P. 427–449.
- Sherburne S.W. Occurrence of both heterophils and neutrophils in the blood of the spiny dogfish, *Squalus acanthias* // Copeia. 1974. V. 1974. № 1. P. 259–261.
- Van Muiswinkel W.B., Vervoorn-Van Der Wal B. The immune system of fish // Fish diseases and disorders. 2nd ed. Wallingford, UK: CAB International. 2006. V. 1. Ch. 18. P. 678–701.
- Voytyskiy V.M., Rodionova N.K., Khyzhniak S.V., Manylo L.G. Hematological characteristics of the Antarctic fish // Hydrobiol. J. 2008. V. 44. № 3. P. 66–74.

- Walsh C.J., Luer C.A. Comparative phagocytic and pinocytotic activities of leucocytes from peripheral blood and lymphomyeloid tissues of the nurse shark (*Ginglymostoma cirratum* Bonaterre) and the clearnose skate (*Raja eglanteria* Bosc) // Fish Shellfish Immunol. 1998. V. 8. № 3. P. 197–215.
- Walsh C.J., Luer C.A. Elasmobranch hematology: Identification of cell types and practical applications // The elasmobranch husbandry manual: captive care of sharks, rays and their relatives. Smith M., Warmolts D., Thoney D., Hueter R., ed. Columbus: Ohio Biological Survey. 2004. P. 307–323.
- Zapata A. Ultrastructure of elasmobranch lymphoid tissue. 1. Thymus and spleen // Dev. Comp. Immunol. 1980. V. 4. № 3. P. 459–471.
- Zapata A. Ultrastructure of elasmobranch lymphoid tissue. 2. Leydig's and epigonal organs // Dev. Comp. Immunol., 1981. V. 5. № 1. P. 43–52.
- Zapata A., Carrato A. Ultrastructure of elasmobranch and teleost erythrocytes // Acta Zool. 1981. V. 62. № 2. P. 129–135.

Cell Composition of Peripheral Blood and Some Hematopoietic Organs in the Antarctic Starry Skate *Amblyraja georgiana* (Norman, 1938) (Rajiformes: Rajidae) from the Scotia Sea

I. I. Gordeev^{a, b}, D. V. Mikryakov^c, L. V. Balabanova^c, and V. R. Mikryakov^c

^aRussian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow 107140, Russia

^bLomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia

^cInstitute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok 152742, Russia

Composition of leukocytes was studied in the peripheral blood and hematopoietic organs (kidneys and spleen) of the Antarctic starry skate *Amblyraja georgiana*. Cells of several types with different morphofunctional characteristics and structures were found in the blood smears: lymphocytes, monocytes, neutrophils and eosinophils, and blast cells. A leukogram analysis showed that the white blood of *A. georgiana* is of a lymphoid type. In the kidney and spleen, most cells are blast forms.

Keywords: fish, skate, *Amblyraja georgiana*, leukogram, leukocytes