Доклады Академии наук СССР
1955. Том 100, № 6

Е. А. БАБУРИНА

ГИСТОЛОГИЯ

ГЛАЗ И ЕГО СЕТЧАТКА У КАСПИЙСКОГО ПУЗАНКА

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 10 XI 1954)

Познание закономерностей соотношения между структурой глаза и биологическими особенностями вида у рыб, как и у других животных, необходимо как для полного понимания их биологии, так и для вскрытия функционального значения некоторых структурных особенностей этого органа. Для изучения этих закономерностей необходимо точно знать структуру сетчатки и всего глаза, с одной стороны, и биологические особенности, с другой, у нескольких групп видов, филогенетически близких между собой в каждой группе, но различных по своей экологии.

Вундер ([1]) изучил у 24 видов пресноводных рыб слой палочек, колбочек и пигментного эпителия, но не принял во внимание строение глубжележащих слоев сетчатки, знание которых важно для характеристики зрительных способностей животного. Приводимые им биологические данные к настоящему времени несколько устарели.

Вильтер ([2]) детально проанализировал строение сетчатки у карпа и у нескольких видов морских рыб, указав на связь ее структурных особенностей с образом их жизни. Однако им изучены филогенетически весьма далекие виды, что затрудняет их сравнение и не дает возможности учесть тонкие видовые различия. Особенного внимания к структуре их глаз заслуживают сельди и близкие к ним формы, в связи с опытами использования их реакции на свет в организации промысла.

Вильтер нашел, что у сардины имеется резкая разница в строении сетчатки верхней и нижней части дна глаза. В нижней части дна глаза располагается высокодифференцированная область, где острота зрения по сравнению с остальной сетчаткой значительно повышена («area»). По нашим данным, в строении глаза и его сетчатки между тремя представителями группы сельдей и сельдеобразных — черноспинкой, шпротом и хамсой — имеются глубокие различия, связанные с различиями в их биологии ([3]). Однако вследствие неполноты имеющихся биологических данных функциональное значение особенностей строения глаз каждого из этих видов не было окончательно выяснено. В связи с этим предметом настоящей статьи служит строение сетчатки у каспийского пузанка Alosa caspia caspia (Eichwald), одной из сельдей, биология которых, в особенности питание, в последнее время подробно изучалось ([4–6]).

Материалом данной работы служили глаза 8 половозрелых особей каспийского пузанка длиной (l) от 150 до 230 мм, зафиксированные в растворе Ценкера в ноябре 1952 г. в Каспийском море Л. А. Чаяновой.

Измерения производились на фиксированном материале. Количественные соотношения зрительных и других клеток сетчатки подсчитывались на проекциях участков радикальных срезов длиной 0,1 мм, с увеличением около 1500 раз (толщина срезов 5 μ).

Серии радиальных срезов сетчатки изготовлялись отдельно для четырех различных секторов дна глаза (верхний, нижний, передний, задний) по 5 серий для каждого сектора от разных особей.

Горизонтальный диаметр глаза каспийского пузанка составляет в среднем 6,25% длины тела, вертикальный диаметр 6% длины тела. Горизонтальный диаметр зрачка равен 2,9% длины тела, а вертикальный 3,3%. Линза, как и у всех рыб, по форме почти шарообразна. Под влия-

нием фиксатора линза дает трещины, и разницу трех ее осей учесть трудно; в среднем диаметр линзы равен 2,7% длины тела. Сетчатка имеет почти одинаковую толщину в области всего дна глаза.

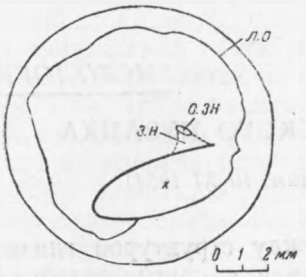


Рис. 1. Схематическое изображение дна левого глаза каспийского пузанка 150 мм длины после удаления передней части глаза (роговицы, ириса и линзы). Видно расположение зародышевой щели, области повышенной остроты зрения (×), места отхождения зрительного нерва от сетчатки *(о)* и отверстие зрительного нерва в склере (*о.з.н.*)

В нижней части дна глаза располагается серповидно изогнутая бороздка, соответствующая зародышевой щели глаза (см. рис. 1) — щель сетчатки. Аккомодационный аппарат хорошо развит. Клетки пигментного эпителия сетчатки содержат больше палочковидных, чем округлых частиц меланина (рис. 2). Среди колбочек преобладают большие, парные: между ними располагаются малые, одиночные (рис. 3). Палочки многочисленные, с длинными и тонкими наружными члениками. Слой горизонтальных клеток и лежащих между ними волокон достигает значительной толщины. Горизонтальные клетки располагаются в три ряда, клетки наружного ряда достигают наибольшей величины и плотно прилегают одна к другой. Ганглиозный слой содержит мало клеток; они располагаются на значительном расстоянии одна от другой.

Таблица 1

Количество ядер различных клеток сетчатки на участках различных срезов длиной 0,1 мм в верхней и нижней части дна глаза каспийского пузанка

Сектор дна глаза	Колбочки	Палочки	Клетки внутр. ядерного слоя	Ганглиозные клетки
Верхняя половина	5,8	300	14,5	1
Нижняя половина (позади щели)	9,5	284	60,3	2,9

Область сетчатки, расположенная в нижней и нижне-задней части дна глаза, позади щели, несколько отличается по своему строению от остальной сетчатки. Колбочки здесь имеют меньший поперечник и содержатся в наибольшем числе на единицу длины радиального среза сетчатки. В этой области содержится также и наибольшее на единицу длины радиального среза количество клеток внутреннего ядерного и ганглиозного слоев, что говорит о более низкой степени суммации зрительных раздражений, а следовательно, и о более высокой остроте зрения, чем в остальной сетчатке. Однако разница строения области повышенной остроты зрения и остальной сетчатки у пузанка не выходит за пределы сравнительно небольшого различия строения верхней и нижней части глаза, какое часто встречается и у персноводных рыб ([1]). Область повышенной остроты зрения у пузанка слабо дифференцирована и не имеет структурных особенностей «area»: сетчатка в ней не утолщена, палочки как и в остальной сетчатке значительно многочисленнее колбочек, а количество рецепторов (палочек и колбочек) в несколько раз превышает количество клеток внутреннего ядерного слоя. Ганглиозных клеток мало. Все это видно из табл. 1, показывающей количественные соотношения различных клеток сетчатки в верхней части дна глаза и в нижней его части, позади щели сетчатки.

Из табл. 1 следует, что в верхней половине глаза палочек больше, чем колбочек, в ~ 52 раза, а в нижней половине позади щели в ~ 30 раз.

В верхней половине дна глаза на одну клетку внутреннего ядерного слоя приходится 21 зрительная клетка, а в нижней половине позади

щели — 4,9 клетки. Передняя часть дна глаза и задняя его часть (выше щели) по количественному соотношению клеток сетчатки близко сходны с верхней частью глаза.

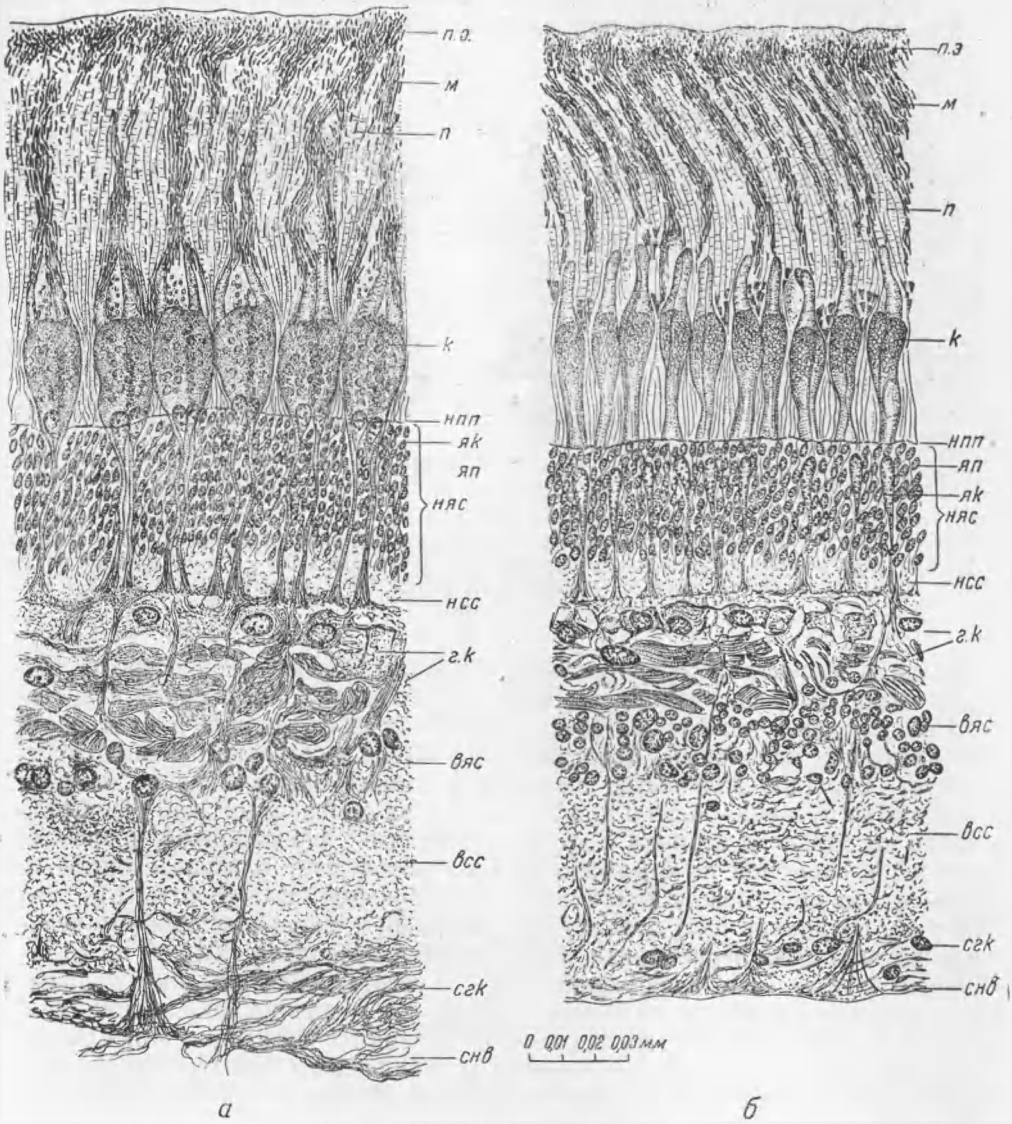


Рис. 2. Часть радиального среза сетчатки из верхней части дна глаза каспийского пузанка (*l* = 220 мм) *(а)* и из нижней части дна глаза позади щели *(б)*; *п.э.* — пигментный эпителий; *м* — меланин; *нпп* — наружная пограничная перепонка; *п* — палочки; *к* — колбочки; *нсс* — наружный сетчатый слой; *як* — ядро колбочки; *яп* — ядро палочки; *гк* — горизонтальные клетки; *вяс* — внутренний ядерный слой; *всс* — внутренний сетчатый слой; *сгк* — слой ганглиозных клеток; *снв* — слой нервных волокон

Результаты морфологического изучения глаза пузанка вполне согласуются с имеющимися результатами изучения его биологии. По Л. А. Чаяновой ([5]) каспийский пузанок в течение всего года обитает в море, в мелководных районах которого он нерестится. И зимой и летом наиболее кормным для пузанка следует считать глубоководный район, где он ловится в наибольшем количестве. Наиболее интенсивное питание каспийского пузанка происходит в темное время суток, в верхних горизонтах моря (на глубине до 50 м), куда в это время мигрируют организмы, слу-

жащие пузанку пищей. Не исключена возможность питания пузанка также и в светлое время суток, но в нижних, более глубоких горизонтах моря, где в это время концентрируются пищевые организмы.

По словам Чаяновой, по новым данным наиболее интенсивное питание пузанка происходит при слабом, сумеречном освещении. В таких

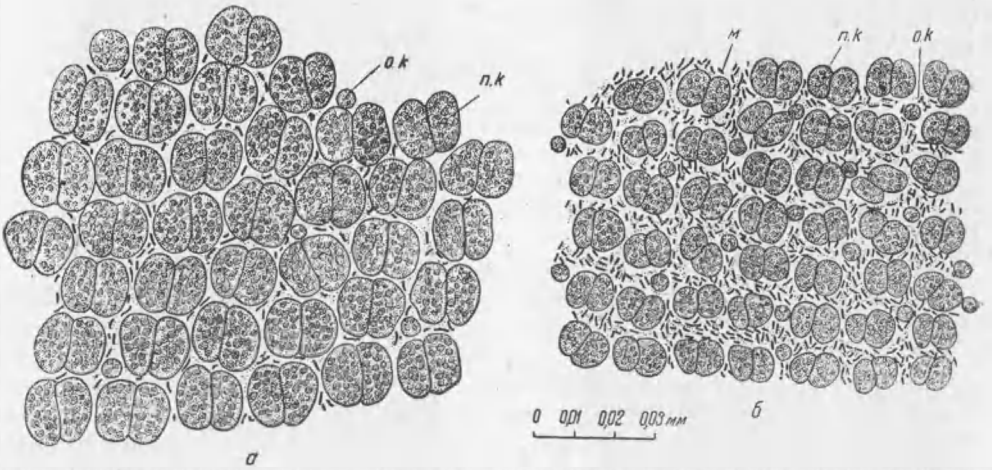


Рис. 3. Часть тангенциального среза сетчатки каспийского пузанка ($l = 210$ мм) на уровне эллипсоидов колбочек. *а* — из верхней части дна глаза; *б* — из нижней части дна глаза (позади щели); *п.к* — парная колбочка; *о.к* — одиночная колбочка; *м* — меланин

условиях высокодифференцированная область повышенной остроты зрения была бы бесполезной, так как слабого сумеречного света недостаточно для возбуждения колбочек, обычно преобладающих в этой части сетчатки над палочками. Действительно, «area» в сетчатке пузанка отсутствует. Большое количество длинных и тонких палочек, какое имеется в сетчатке пузанка, обычно для сетчатки глаз сумеречных рыб ([1]). Сравнение каспийского пузанка с другими сельдями: черноспинкой, шпротом, хамсой и сардиной по строению их глаз показывает близкое сходство в этом отношении между пузанком и черноспинкой. Важно отметить, что по ряду признаков глаз пузанка приспособлен к еще более слабому освещению, чем глаз черноспинки. Глаз пузанка несколько больше по отношению к телу, чем глаз черноспинки. Густота распределения палочек и отношение палочек к колбочкам выше, чем у черноспинки. Выше, чем у этой рыбы, должна быть в сетчатке пузанка и суммация зрительных раздражений во внутреннем ядерном и ганглиозном слоях, что можно заключить на основании количественного соотношения зрительных клеток и клеток этих слоев.

Следовательно, глаз пузанка, как и глаз черноспинки, в своем строении имеет много общего с глазами тех сумеречных рыб, зрение которых играет важную роль при ориентации в окружающей среде ([1]). Это дает основание сделать заключение, что зрение пузанка играет важную роль в поисках и захватывании пищи, что происходит преимущественно в условиях сумеречного освещения.

Институт морфологии животных им. А. Н. Северцова
Академии наук СССР

Поступило
5 VIII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] W. Wunder, Zs. vergl. Physiol., **3**, 1 (1925). [2] V. Vilter, C. R. de Biol., **141**, No. 7—8, 344, 346, 348 (1947); **142**, No. 5—6, 292 (1948); **144**, No. 3—4, 200 (1950); **147**, No. 7—8, 563 (1953). [3] Е. А. Бабурина, Тр. Инст. морф. животн. им. А. Н. Северцова АН СССР, **10**, 203 (1953). [4] Т. А. Перцева, Тр. Инст. морск. рыбного хоз. и океаногр., **14**, 109 (1940). [5] Л. А. Чаянова, там же, **14**, 211 (1940). [6] Фауна СССР, Рыбы, **2**, в. 1, 1952, 242.