Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 3

ГИСТОЛОГИЯ

Е. А. БАБУРИНА

СТРОЕНИЕ ГЛАЗА И ЕГО СЕТЧАТКИ У ОБЫКНОВЕННОЙ КИЛЬКИ

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузеном 12 I 1955)

Интенсивная положительная реакция на свет некоторых сельдей широко используется при организации лова этих рыб. Изучение этой реакции, как и изучение всей биологии вида, не может быть полным без знания структуры глаз и ее особенностей, связанных с особенностями поведения и отношения к свету.

Структура глаза детально изучалась у сардины (1), черноспинки, хамсы, шпрота (2) и у каспийского пузанка (3). Из этих видов наиболее полно изучена биология (в особенности питание) пузанка (4).

В последние годы детально изучалось питание кильки и ее отношение к свету (5–8). Каспийский пузанок и килька по некоторым особенностям питания резко различаются между собой. Пузанок наиболее интенсивно питается в сумеречное время, при слабом освещении. Глаз его, как и глаз черноспинки, хорошо приспособлен к сумеречным условиям освещения. В связи с этим в сетчатке его глаза нет такой высокодифференцированной области повышенной остроты зрения, какая имеется в задне-нижней части дна глаза у сардины, шпрота, хамсы.

Килька обыкновенная (Clupeonella delicatula caspia Svetovidov) питается в светлое время суток (8) и весьма интенсивно положительно реагирует на свет в ночное время. За последние годы почти все суда, промышляющие кильку, перешли к ночному лову ее на свет (6).

Строение глаза и его сетчатки у кильки до сих пор не изучалось. Для сравнения глаза кильки с глазом пузанка необходимо было выяснить, с какими особенностями структуры сетчатки связаны интенсивная положительная реакция кильки на свет и ее питание преимущественно в светлое время суток. С этой целью были изучены глаза 11 половозрелых особей обыкновенной кильки, пойманных зимой 1952 г. в Каспийском море (сбор Л. А. Чаяновой). Материал фиксировали в растворе Ценкера и окрашивали азаном по Гейденгайну. Измерения проводили на фиксированном материале. Количественные соотношения различных клеток сетчатки находили путем подсчета их ядер на проекциях участков радиальных срезов сетчатки различных секторов дна глаза при увеличении в 1170 раз. Длина этих участков среза была 0,1 мм, а ширина соответствовала толщине сетчатки при данном увеличении.

Глаз кильки спереди и сзади прикрыт небольшими прозрачными веками. Горизонтальный диаметр глаза в среднем составляет 6,15% длины тела, вертикальный диаметр 5,85% длины тела; горизонтальный диаметр зрачка 2,96%, вертикальный 3,29% длины тела; наибольший диаметр линзы около 2,45% длины тела. После удаления роговицы, радужной оболочки и хрусталика на дне глаза видна серповидно изогнутая бороздка — остаток зародышевой щели (см. рис. 1). Начинаясь внутри

от передне-нижнего края радужной оболочки, она очерчивает на дне глаза пологую дугу и далеко продолжается в его заднюю часть.

В зародышевую щель глаза направляются нервные волокна, идущие от ганглиозных клеток сетчатки и образующие зрительный нерв. В зародышевой щели волокна располагаются параллельно ее стенкам и образуют уплощенный тяж, постепенно утолщающийся по направлению к задней части дна глаза, где зрительный нерв выходит из сетчатки в сосудистую оболочку. Место выхода зрительного нерва из сетчатки находится несколько впереди от заднего конца зародышевой щели. Проксимальная часть зрительного нерва уплощена и расположена в сосудистой оболочке. Из этой оболочки зрительный нерв круто перегибается в склеру, пронизывая ее в средне-задней части дна глаза. Отверстие в склере для прохождения зрительного нерва имеет овальную форму.

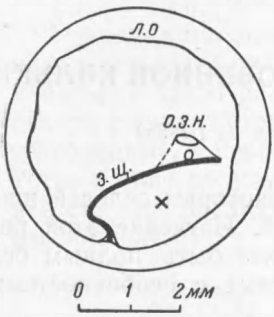


Рис. 1. Схематическое изображение дна левого глаза кильки длиною 90 мм после удаления роговицы, радужной оболочки и хрусталика. *л. о.* — линия отреза; *з. щ.* — остаток зародышевой щели сетчатки; *х* — область повышенной остроты зрения; *о* — место отхождения зрительного нерва от сетчатки; *о.з.н.* — отверстие зрительного нерва в склере

Капиллярное тело сосудистой оболочки, как и у других сельдей, хорошо развито. Серповидный отросток высокий, с длинным основанием. Аккомодационная мышца большая.

В передней, верхней и задней частях дна глаза толщина сетчатки в среднем 211—248 μ: наибольшей толщины сетчатка достигает у края зародышевой щели.

Клетки пигментного эпителия сетчатки содержат больше палочковидных частиц меланина, чем шаровидных (см. рис. 2 *а*). Колбочки большие, парные; среди них встречаются малые, одиночные (см. рис. 3 *а*). Как исключение, на месте парной колбочки может располагаться большая одиночная колбочка. Палочки многочисленные, с длинными, тонкими наружными члениками

Количественное отношение палочек к колбочкам в среднем 22,4—32,7. Клеток внутреннего ядерного слоя немного, так что на одну клетку этого слоя приходится от 4 до 8 рецепторов обоего рода (палочек и колбочек).

Ганглиозных клеток очень мало и располагаются они на значительном расстоянии одна от другой. На одну ганглиозную клетку в среднем приходится от 12,1 до 17,9 клеток внутреннего ядерного слоя

Сетчатка той части дна глаза, которая располагается с нижне-задней стороны от зародышевой щели и составляет около четверти всего дна глаза, резко отличается по своему строению от остальной сетчатки. Она значительно толще (в среднем 300—371 μ) и достигает наибольшей

Таблица 1

Число ядер на 100 μ длины радиального среза в различных секторах дна глаза

Сектор дна глаза	Колбочковых клеток	Палочковых клеток	Горизонтальных клеток	Клеток внутр. ядерн. слоя	Ганглиозных клеток
Верхний	6,6	216,2	2,4	27,8	2,2
Передний	7,3	163,6	3,1	41,3	2,3
Задний	8,0	200,0	4,2	27,3	2,2
Нижний:					
периферия	20,1	43,8	24,8	216,7	19,8
центр. часть	20,1	13,1	21,1	219,6	22,6

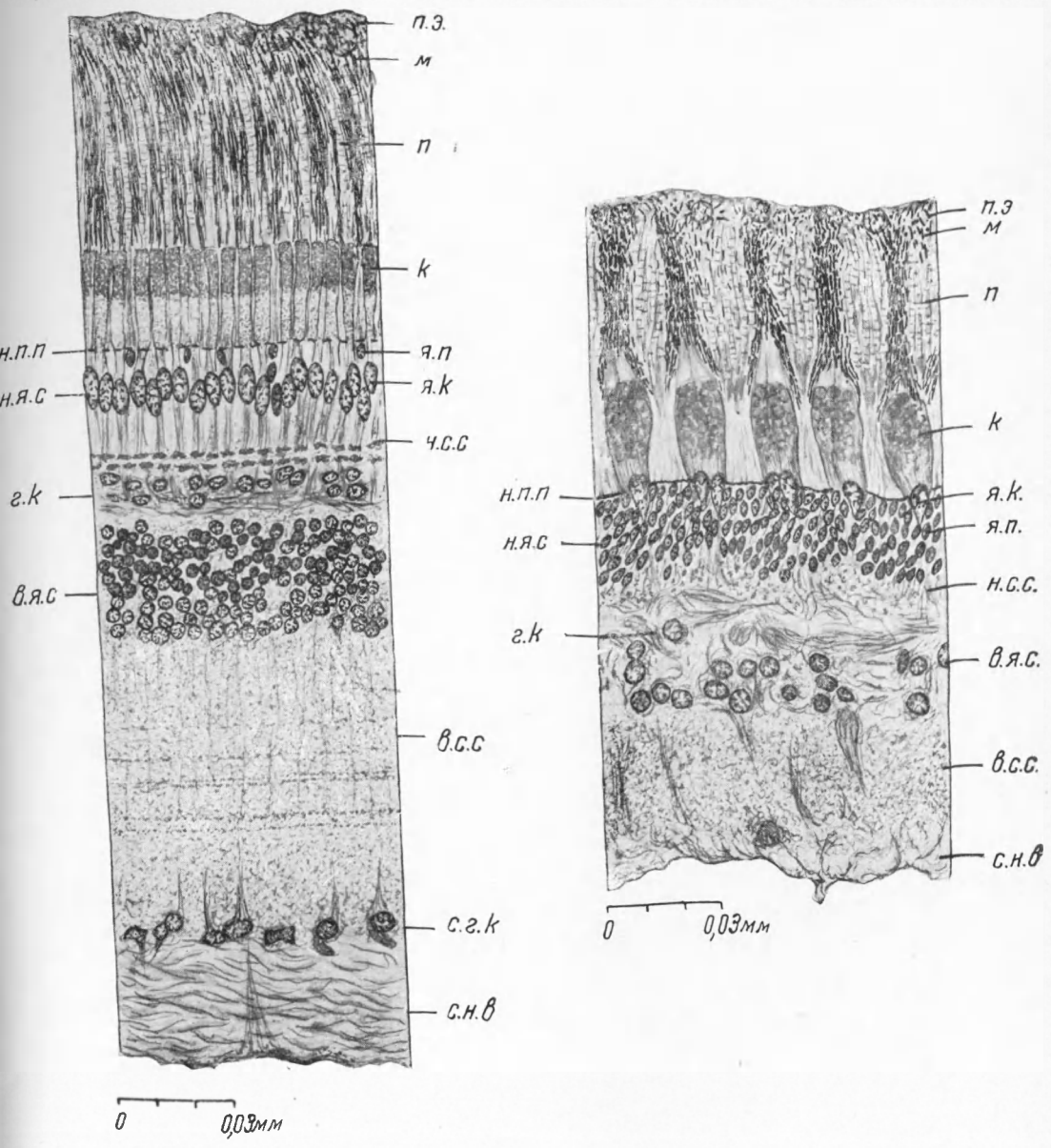


Рис. 2. Радиальный срез сетчатки из верхней части глаза кильки длиною 90 мм (*а*) и из нижней части (область повышенной остроты зрения) дна глаза кильки длиною 112 мм (*б*). *п. э.* — пигментный эпителий; *м* — меланин; *н. п. п.* — наружная пограничная перепонка; *п* — палочки; *к* — колбочки; *н. с. с.* — наружный сетчатый слой; *н. я. с.* — наружный ядерный слой; *я. к.* — ядро колбочки; *я. п.* — ядро палочки; *г. к.* — горизонтальные клетки; *в. я. с.* — внутренний ядерный слой; *в. с. с.* — внутренний сетчатый слой; *с. г. к.* — слой ганглиозных клеток; *с. н. в.* — слой нервных волокон

толщины у края зародышевой щели. Пигментный эпителий в основном такой же, как пигментный эпителий остального глаза, но клетки его несколько более узкие, а отростки более тонкие. Колбочки парные, значительно меньшего размера, чем в верхней части (см. рис. 3 *б*). Среди парных встречаются еще более мелкие одиночные. Число палочек на единицу длины среза в нижне-задней части дна глаза по сравнению с остальной сетчаткой резко уменьшено, особенно в центре области повышенной остроты зрения.

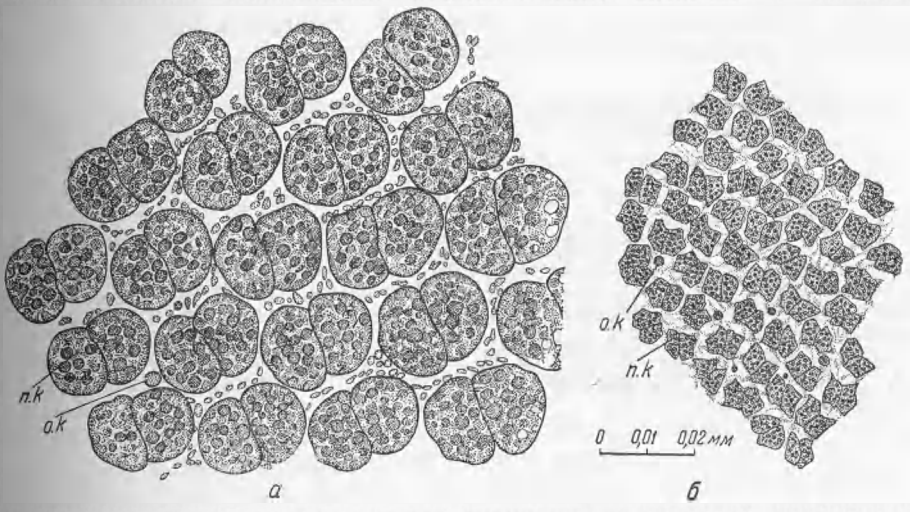


Рис. 3. Тангенциальный срез сетчатки глаза кильки длиною 85 мм на уровне средней части эллипсоидов колбочек; *а* — из верхней части дна глаза; *б* — из нижней части дна (область повышенной остроты зрения); *п. к.* — парная колбочка; *о. к.* — одиночная колбочка

Отношение числа палочек к числу колбочек равно 2,1 на периферии этой области и 0,65 в ее центральной части. Число клеток внутреннего ядерного слоя значительно больше, чем в остальной сетчатке. Отношение числа рецепторов к числу клеток внутреннего ядерного слоя составляет 0,24 на периферии области и 0,15 в ее центральной части. Отношение числа клеток внутреннего ядерного слоя к числу ганглиозных клеток в среднем от 9,7 до 10,9.

Сравнение переднего, верхнего, нижнего и заднего сектора дна глаза дается в табл. 1, показывающей число ядер различных клеток сетчатки на 100 μ длины радиального среза в различных секторах дна глаза. Для парных колбочек в таблице показано число пар ядер. Число ядер горизонтальных клеток несколько меньше, чем действительное число этих клеток на данном участке среза, вследствие значительного размера их протоплазматического тела.

Из табл. 1 следует, что в нижне-задней части дна глаза кильки имеется высокодифференцированная область, где острота зрения значительно повышена вследствие увеличения числа колбочек на единицу длины радиального среза (а следовательно, и на единицу поверхности сетчатки). Число палочек в этой области по сравнению с остальной сетчаткой резко уменьшено. Наличие такой области в сетчатке кильки указывает на значительное сходство в строении ее глаза со строением глаза сардины и шпрота и на различие между глазом кильки и глазами каспийского пузанка и черноспинки. Следует отметить, что в области повышенной остроты зрения сетчатки кильки на единицу длины радиального среза палочек больше, а колбочек и клеток внутреннего ядерного слоя меньше, чем в такой же области у шпрота и сардины. Следовательно,

у кильки задне-нижняя часть дна глаза дифференцирована не так высоко, как у этих рыб.

Существует мнение, что область повышенной остроты зрения имеется у тех видов, которые выбирают свою добычу из скоплений планктонных организмов, рассматривая их снизу вверх на фоне хорошо освещенной поверхности моря ([1]). Материалы данного исследования подтверждают это мнение на примере кильки, питающейся преимущественно в светлое время суток. В противоположность ей, каспийский пузанок, не имеющий в сетчатке глаза области повышенной остроты зрения, питается преимущественно при сумеречном освещении, при котором точный выбор пищевого объекта сильно затруднен.

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

Поступило
12 I 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] V. Vilter, C. R. de Biol., 144, № 3—4, 200 (1950). [2] Е. А. Бабурина, Тр. Инст. морф. животн. им. А. Н. Северцова АН СССР, 10, 203 (1953). [3] Е. А. Бабурина, ДАН, 100, № 6 (1955). [4] Л. А. Чаянова, Тр. Всесоюзн. научно-исслед. инст. морск. рыбн. хоз. и океаногр., 14, 109 (1940). [5] А. А. Шорыгин, Сборн. Рыбн. промышленности СССР, 1—2, 3 (1944). [6] А. Ф. Бондаренко, Рыбн. хоз., № 12, 8 (1951). [7] А. Ф. Лексуткин, В. Н. Приходько, Рыбн. хоз., № 12, 11 (1951). [8] О. А. Чаянова, Тр. Всесоюзн. научно-исслед. инст. рыбн. хоз. и океаногр., 18, 245 (1951).