

УДК 597—154.343+597—11

А. М. Абросимова

РОЛЬ ОРГАНОВ ЧУВСТВ В ОРИЕНТАЦИИ ЛЕЩА, СИНЦА, ПЛОТВЫ И ГУСТЕРЫ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ориентация рыб процесс очень сложный, зависящий от многих факторов, внутренних и внешних, действие которых еще до сих пор полностью не изучено. Органы чувств — зрение, обоняние и боковая линия — дают рыбам самую разнообразную информацию из внешней среды, служащую для определения направления к «дому». В многочисленных опытах Хаслера и его последователей было установлено, что лососи находят нерестилища по запаху, который приносит им течение реки (Miller, 1954; Gunning, 1959; Hasler, 1966). Однако изучая ориентацию прудовых рыб, Хаслер обнаружил, что для них обоняние не является главным фактором в определении направления. Это положение подтверждается опытами А. Г. Поддубного (1965) и нашими опытами, проводившимися на Киевском водохранилище в течение 9 лет. Каким же образом ориентируются рыбы в прудах и водоемах замедленного стока? Какими рецепторами они пользуются для определения направления?

Хаслер (1954) предполагает, что в водоемах, где нет течения, рыбы имеют сложную систему ориентации, которая зависит от разных факторов изменяющейся среды и пока еще совсем не изучена. Так, форели с выключенным одновременно зрением и обонянием возвращаются на нерестилище также хорошо, как и контрольные особи (Cleave, 1967; Cleave, Hograal, 1970). Клаузевиц (Klausewitz, 1966) пришел к выводу, что рыбы ориентируются днем с помощью зрения, а в сумерки — с помощью боковой линии, выполняющей роль своеобразного локатора.

Материал и методика

Материалом для данной статьи послужили результаты девятилетнего изучения ориентации рыб Киевского водохранилища — леща (*Abramis brama*), синца (*A. ballerus*), плотвы (*Rutilus rutilus*) и густеры (*Blicca bjoerkna*), выловленных ставными сетями с размером ячеи 40—70 мм. Наши опыты отличались от опытов предыдущих авторов тем, что используя метод хоминга, мы не просто подсчитывали процент возвратившихся рыб при повторном отлове их в месте поимки, а прослеживая путь каждой особи, устанавливали направление ее возврата из незнакомого участка водоема, куда она была завезена от места вылова. Опыты по прослеживанию проводились в период нереста подопытных рыб (апрель, май).

Для прослеживания мы применили методику Хаслера (1965), внося в нее некоторые дополнения. Рыб метили легкими цветными шариками, прикрепляя их на длинной леске к спинному плавнику. Чтобы рыба двигалась на обычной глубине, длину нити брали вдвое больше глубины места выпуска. По перемещению шариков судили о движении рыб. Когда видимость шарика снижалась, мы подходили ближе и продолжали наблюдение. В день прослеживали 10—15 рыб, а т. к. опыты проводились в течение 45 дней в году на протяжении 9 лет, то был собран довольно обширный и разнообразный материал, необходимый для статистической обработки. Всего прослежено 2666 рыб.

Порядок прослеживания был следующим: выловленных в определенном месте водохранилища рыб завозили на 1—2 км от места поимки на юг, север, восток или запад. В месте выпуска рыб измеряли, взвешивали, брали чешую для определения возраста, прикрепляли к спинному плавнику на длинной леске надувной шарик диаметром 4—5 см и выпускали подопытных рыб вместе с контрольными (метили шариками разного цвета). За движением тех и других следили в течение 4—6 часов с баркаса или сейнера. При помощи компаса или буссоли фиксировали направление движения рыб, нанося на карточки азимуты движения каждой рыбы. Роль органов чувств в ориентации рыб при хоминге изучали, исключая поочередно каждый рецептор или несколько в различных комбинациях.

Для исключения зрения применяли колпачки из легкого металла толщиной 0,4 мм или оргстекла толщиной 0,8 мм. Колпачок имел форму полого шарового сегмента, диаметр и высота которого рассчитаны так, чтобы глазное яблоко под колпачком могло свободно вращаться. Края, внутренняя и внешняя поверхность металлических колпачков были отшлифованы, а колпачки из оргстекла выкрашены черным лаком. Диаметр колпачков вариировал от 12 до 17 мм, а высота — от 8 до 10 мм (в зависимости от размера глаз). Колпачки вставляли под окологлазничную складку, полностью закрывая наружную часть глазного яблока. Закрывая ватой с вазелином обонятельные отверстия, мы исключали обоняние. Действие боковой линии устраняли, вводя 0,5 см³ 1%-ного новокаина в область разветвления блуждающего и лицевого нервов, иннервирующих боковую линию и отдельные ее участки на голове.

В результате прослеживания было получено множество азимутов возврата контрольных и подопытных особей для каждого завоза. Эти числа обрабатывали методом вариационной статистики (Рокицкий, 1961) и вычислили \bar{X} (средняя арифметическая или средний возврат рыб) и t_{diff} (достоверность разницы между возвратами контрольных и подопытных особей). По этим индексам судили о влиянии того или иного фактора на ориентацию рыб.

Результаты экспериментальных исследований *

Зрение и обоняние. Подопытные особи с исключенным зрением и обонянием первое время после выпуска (1—2 минуты) испытывали некоторое замешательство и неправильно выбирали направление возврата, поэтому их первоначальные азимуты отличаются от азимутов контрольных особей, хотя различие между ними несущественно. Окончательные направления возврата подопытных и контрольных особей были почти идентичными (таблица). Так, у плотвы, леща, синца и густеры, завезенных на юг от места вылова, азимуты возврата контрольных особей и окончательные азимуты подопытных особей соответствовали направлению к «дому». При завозе рыб на север от места поимки даже первоначальные направления возврата были близки к контрольным. Следовательно, можно предполагать, что исключение зрения и обоняния не влияет на ориентацию рыб при хоминге. Очевидно, исключение этих рецепторов компенсируется действием остальных, поэтому подопытные особи при выборе направления возврата не теряют способности определять свои координаты и так же, как контрольные особи выбирают направление к месту отлова.

* В статье рассмотрены результаты опытов, в которых исключались зрение, обоняние и боковая линия в различных комбинациях.

Статистические индексы направлений возврата рыб с исключенными органами чувств

Вид	Направление возврата	Зрение + обоняние				Обоняние + боковая линия				Зрение + боковая линия				Зрение + обоняние + боковая линия			
		I		II		I		II		I		II		I		II	
		\bar{X}	t. diff	\bar{X}	t. diff	\bar{X}	t. diff	\bar{X}	t. diff	\bar{X}	t. diff	\bar{X}	t. diff	\bar{X}	t. diff	\bar{X}	t. diff
Плотва	Контроль	194	$t_1=0,5$	340	$t_1=2,4$	190	$t_1=2,1$	345	$t_1=1,2$	190	$t_1=2,1$	341	$t_1=10,9$	186	—	346	—
	Первоначальное	197	$t_2=0,3$	317	$t_2=2,1$	179	$t_2=2,4$	314	$t_2=1,8$	212	$t_2=1,4$	282	$t_2=2,21$	0	—	0	—
	Окончательное	195	$t_3=0,3$	352	$t_3=1,4$	196	$t_3=1,8$	354	$t_3=0,6$	202	$t_3=1,0$	314	$t_3=1,7$	196	$t_3=0,6$	318	$t_3=1,3$
Лещ	Контроль	214	$t_1=1,7$	326	$t_1=1,2$	192	$t_1=0,7$	341	$t_1=2,9$	196	$t_1=2,1$	296	$t_1=0,7$	193	$t_1=0,3$	315	$t_1=2,8$
	Первоначальное	188	$t_2=2,1$	304	$t_2=1,3$	187	$t_2=0,6$	282	$t_2=1,8$	217	$t_2=1,1$	295	$t_2=2,2$	193	$t_2=0,5$	313	$t_2=1,5$
	Окончательное	215	$t_3=0,7$	320	$t_3=0,2$	194	$t_3=0,5$	345	$t_3=0,5$	208	$t_3=1,7$	305	$t_3=1,9$	191	$t_3=0,2$	341	$t_3=2,1$
Синец	Контроль	206	$t_1=1,3$	313	$t_1=2,3$	186	$t_1=1,0$	306	$t_1=1,4$	186	$t_1=1,7$	347	$t_1=3,2$	189	$t_1=1,7$	340	—
	Первоначальное	188	$t_2=1,8$	319	$t_2=1,3$	200	$t_2=0,6$	295	$t_2=1,3$	202	$t_2=1,0$	321	$t_2=1,3$	206	$t_2=1,1$	0	—
	Окончательное	208	$t_3=0,6$	314	$t_3=0,6$	185	$t_3=0,07$	306	$t_3=0$	194	$t_3=2,5$	327	$t_3=1,8$	197	$t_3=0,7$	307	$t_3=1,3$
Густера	Контроль	196	$t_1=0,4$	341	$t_1=1,1$	186	$t_1=1,2$	321	$t_1=1,6$	188	$t_1=0,4$	333	$t_1=2,1$	192	—	346	$t_1=2,3$
	Первоначальное	179	$t_2=1,0$	326	$t_2=0,8$	196	$t_2=1,0$	307	$t_2=1,7$	194	$t_2=0,2$	310	$t_2=0,7$	0	—	304	$t_2=1,4$
	Окончательное	200	$t_3=0,2$	340	$t_3=0,6$	203	$t_3=0,4$	330	$t_3=0,8$	198	$t_3=0,04$	322	$t_3=1,2$	195	$t_3=0,3$	324	$t_3=1,3$

Примечание: I — завод на север; II — завод на юг; O — отсутствие ориентации; X — средний азимут возврата в град.; t_1 — достоверность различия между контрольным и первоначальным направлениями; t_2 — между первоначальным и окончательным; t_3 — между контрольным и окончательным; в третьей и четвертой графах первоначальное и окончательное направление взяты после окончания действия наркоза.

Обоняние и боковая линия. Поведение подопытных рыб с исключенными обонянием и боковой линией в первый момент после выпуска было похоже на поведение рыб в предыдущем опыте: рыбы неправильно определяли направление возврата. Это была ответная реакция организма на введение новокаина, сопровождающаяся болевым ощущением. Однако спустя 3—4 минуты рыбы изменяли направление движения, поэтому окончательные азимуты возврата подопытных особей почти идентичны с азимутами контрольных (таблица). Таким образом, можно предполагать, что исключение обоняния и боковой линии у рыб в конечном итоге не влияет на выбор направления возврата и не отражается на их ориентации.

Зрение и боковая линия. В этих опытах поведение рыб резко отличалось от их поведения в предыдущих случаях. Особи с исключенными зрением и боковой линией при выпуске стояли на месте, не пытаясь куда-либо двигаться: причем дезориентация наступала сразу и продолжалась для разных видов и особей неодинаковое время — в основном от 30 минут до $1\frac{1}{2}$ часа. Многочисленные эксперименты показывали, что способность к ориентации восстанавливается при снятии колпачков с глаз или после окончания действия новокаина. Следовательно, ориентация нарушается только при одновременном выключении обоих рецепторов. Если же один из них восстанавливается, то восстанавливается и способность к ориентации.

Обоняние, зрение и боковая линия. Поскольку уже исключение зрения и боковой линии нарушает у рыб способность к ориентации, само собой разумеется, что при исключении трех органов чувств также наблюдается дезориентация. После восстановления функции боковой линии или зрения подопытные рыбы выбирают определенное направление. Подопытные рыбы, у которых наркоз проходит в течение 30 минут сразу выбирают правильное направление к месту отлова, у них первоначальное направление является и окончательным. У особей, освобождающихся от наркоза через $1\frac{1}{2}$ часа, имеются два направления возврата:

первоначальное и окончательное. При восстановлении зрения способность рыб к ориентации восстанавливается быстрее, чем при освобождении боковой линии от анестезии, первоначальные направления возврата у них почти идентичны с контрольными (таблица).

Из всего изложенного можно высказать следующее предположение: в ориентации рыб при хоминге в водоемах замедленного стока, каким является Киевское водохранилище, главную роль играет комплекс — зрение и боковая линия. В других условиях такой комплекс могут составлять иные рецепторы, участвующие в ориентации.

ЛИТЕРАТУРА

- Поддубный А. Г. 1965. Некоторые результаты дистанционных наблюдений за поведением мигрирующих рыб. В сб.: «Бионика». М., с. 255—263.
- Рокицкий П. Ф. 1961. Основы вариационной статистики для биологов. Минск.
- Хаслер А., Гендерсон Х. 1965. Проблемы телеметрического изучения ориентации рыб при возвращении их к месту нереста. В сб.: «Биотелеметрия». М., с. 245—254.
- Cleave I. D. 1967. Homing and orientation of cutthroat trout in Yellowstone Lake, with special reference to olfaction and vision. J. Fish. Res. Board. Can., v. 24, N 10.
- Mc Cleave I. D., Horrall R. M. 1970. Ultrasonic tracking of homing cutthroat trout (*Salmo clarki* in Yellowstone Lake). J. Fish. Res. Board. Can., v. 27, N 4, p. 715—720.
- Gunning G. E. 1959. The sensory basis for homing in the longear sur fish *Lepomis megalotis megalotis*. Invest. Indiana Lakes Streams.
- Hasler A. D. 1954. Odour perception and orientation of fishes. J. Fish. Res. Board. Canada, N 2.

- Hasler A. D. 1966. Underwater guideposts. Homing of salmon. Madison Wiscon. Univ. Press., v. 16, N 7. Kood-Ted S.U. Bio. Science.
- Klausowitz W. 1966. Ueber den Ferntastsinn. Der Fische-Neptun, v. 6, N 5, p. 144—147.
- Miller R. 1954. Movements of cutthroat trout after different periods of retention upstream from their homes. J. Fish. Res. Board. Can., v. 11, N 5.

Киевский государственный университет

Поступила в редакцию
14.X 1974 г.

A. M. Abrosimova

**ROLE OF SENSE ORGANS IN ORIENTATION OF CARP-BREAM, ZOPE,
ROACH AND WHITE BREAM IN THE KIEV RESERVOIR**

S u m m a r y

In spring period the fishes under experiment from the Kiev reservoir was taken southward or northward of the place of catch. In the studied individuals the vision, sense of smell and lateral line were eliminated in various combinations. Reliability of difference between returns of control individuals and those under experiment made it possible to study the effect of eliminated sense organs on fish orientation in homing. It is established that orientation of fish is disturbed when vision and the lateral line are eliminated simultaneously. So, vision and the lateral line might be the leading receptors in homing of fish under conditions of the Kiev reservoir.

The Kiev State University